

MAPPIING

Revista Internacional de Ciencias de la Tierra

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

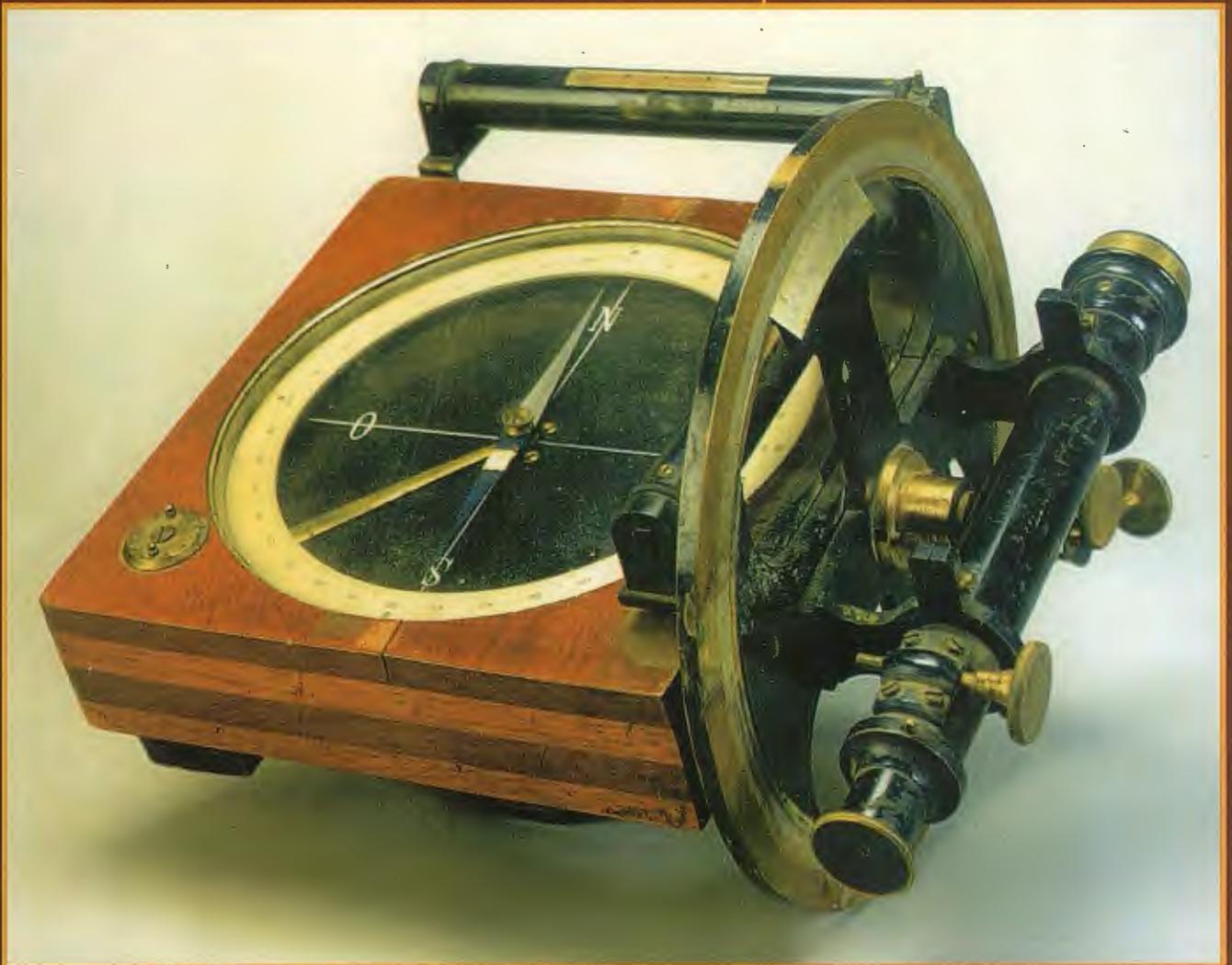
MEDIO AMBIENTE

TELEDETECCIÓN

CARTOGRAFÍA

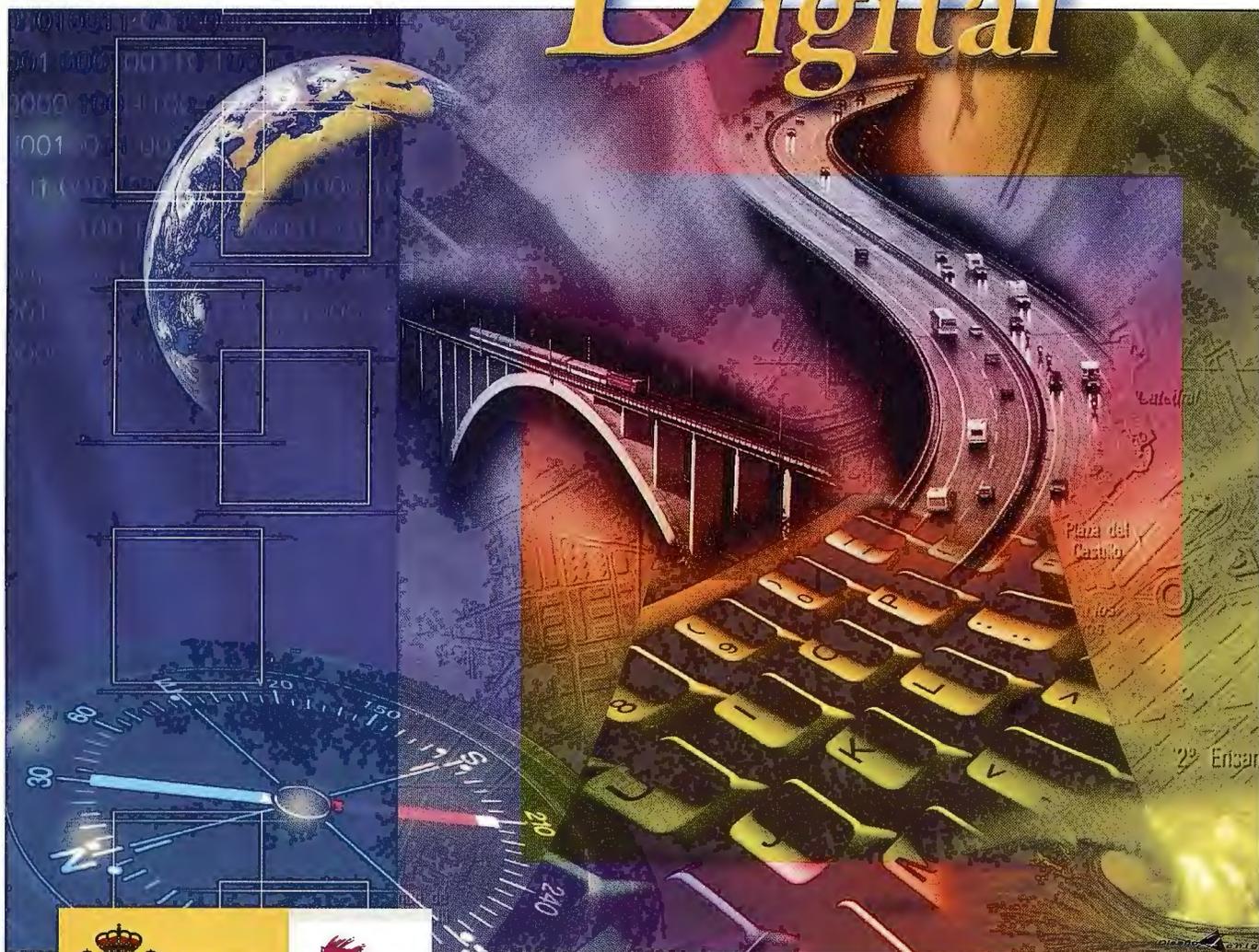
CATASTRO

TURISMO



CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Cartografía Digital



BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA (BCN1000, 500, 200, 25),
MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50, 25),
MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT1000, 200, 25),
LÍNEAS LÍMITE, BASE DE DATOS DE POBLACIÓN, MAPA DE USOS DEL SUELO,
MAPA INTERACTIVO DE ESPAÑA, MAPA POLÍTICO DE EUROPA,
MAPA POLÍTICO DEL MUNDO, CALLEJEROS Y OTROS PRODUCTOS.

Oficina central: Monte Esquinza, 41 - 28010 MADRID
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 • webmaster@cnig.es
<http://www.cnig.es>



Explore a través de las capas.
Y capas. Y capas. Y más capas.
Las soluciones de Autodesk para Cartografía y GIS.

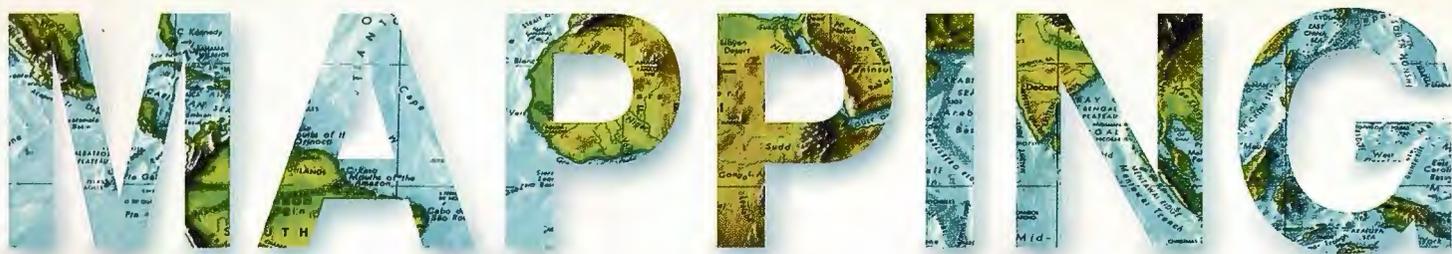
Idea:

Conecta CAD y GIS desde diferentes fuentes de datos para poder tomar decisiones, mejorar el servicio al cliente y ser más eficiente.



Realizada:

Las soluciones de Cartografía y GIS de Autodesk ofrecen herramientas precisas e informativas para aprovechar al máximo sus datos geoespaciales. La capacidad para crear, gestionar, y compartir información con otros, facilita las tomas de decisiones y mejora la eficiencia operacional. Los productos y las soluciones de Autodesk permiten conseguir lo mejor de sus datos desde la reducción de errores en cartografía hasta la reducción de costes. Para más información, visite nuestra página web: www.autodesk.es/map.



SUMARIO

6 COMPARATIVA EN COSTE Y RENDIMIENTO ENTRE LAS <<TECNOLOGÍAS CLÁSICAS>> Y EL ESCÁNER LÁSER 3D DE LARGO ALCANCE EN UN PROYECTO CONCRETO.

15 APLICACIONES DEL RTK DE LARGA DISTANCIA EN INGENIERÍA.

18 CÁLCULOS PRECISOS DE GPS.SOLUCIONES DIARIAS Y PRODUCTOS AÑADIDOS.

24 GALILEO.EL SISTEMA EUROPEO DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE 2ª PARTE.

28 POSICIONAMIENTO Y VERTIDOS CON GANGUIL EN LA AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE BARCELONA, DIQUE ESTE.

32 IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA BASADA EN TECNOLOGÍA SIG Y TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO PARA LA OBTENCIÓN DE MAPAS DE ORIENTACIÓN A LA UBICACIÓN DE INSTALACIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

40 LAS CLAVES GEODESICAS DE LA GRAN PIRAMIDE, REVELADAS POR CHARLES PIAZZI SMYTH (1819-1900)

52 VALORACION DE UN ESPACIO CAFETALERO, EL CASO DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA,MÉXICO.

61 RECONOCIMIENTO ESPACIAL DE ZONAS DE COMBINACIÓN DE FACTORES NATURALES EN EL CONTEXTO DE UN SIG ANÁLITICO.

68 CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MAYABEQUE, DIMENSIÓN ECONÓMICO-AMBIENTAL EN LA ARTICULACIÓN DEL ESPACIO TERRITORIAL.CUBA

74 CRETERIOS DE LA GEOGRAFÍA PARA EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL. EJEMPLOS EN EL NORTE DE CIUDAD DE LA HABANA Y MATANZAS,CUBA.

90 ORDENAMIENTO AMBIENTAL EN TERRITORIOS URBANOS: EL CASO DE LA PROVINCIA DE LA HABANA (PROYECTO CAESAR)

Foto Portada: BRUJULA NIVELANTE. Anonima, Francia hacia 1850. Anteojo de 19,5 cm. de distancia focal y 2,5 cm. de apertura. **Director de Publicaciones:** D. José Ignacio Nadal. **Redacción, Administración y Publicación:** C/ Hileras,4 Madrid 28013 - Tel.915471116 - 915477469 www.mappinginteractivo.com. E-mail:mapping@revistamapping.com **Diseño Portada:** R & A MARKETING **Fotomecnica:** 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.

Entre en el mundo de la imagen raster con ABSIS

Distribuidor Oficial para España de ER Mapper

Nuevas Funcionalidades / ER Mapper 7.0 y Image Web Server 7.0*

Soporte del nuevo formato JPEG2000.

Compresión de las imágenes sin pérdidas.

Incorporación de nuevos asistentes de producción.

*Compatible con FireFox y Plug-in para Macintosh.

ER Mapper

Helping people manage the earth

www.ermapper.com

ermapper@absis.es

Álaba 140-144
Planta 3, P. 3
08018 Barcelona

T 902 210 099
F 934 864 601

abs@absis.es

Santa Engracia 141
Planta 4, Ofic. 1
28003 Madrid

T 915 352 478
F 915 343 942

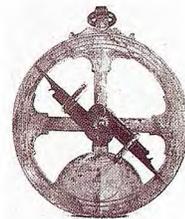
abscentro@absis.es

AbsisDeleg:
Lleida / València
A. Coruña / Sevilla
Tarragona / Girona

www.absis.es



COMPARATIVA EN COSTE Y RENDIMIENTO ENTRE LAS «TECNOLOGÍAS CLÁSICAS» Y EL ESCÁNER LÁSER 3D DE LARGO ALCANCE EN UN PROYECTO CONCRETO.



Beñat García, Lorenzo Díaz de Apodaca y Andrés Seco
 Dpto. de Proyectos e Ingeniería Rural. Universidad Pública de Navarra
 Ponencia impartida en la IV jornadas ,Aplicaciones GPS,Navarra

RESUMEN

En este artículo se pretende hacer un recorrido sobre la actualidad de la tecnología láser 3d en una aplicación concreta como es la cartografía de una cantera, para ello se hace una comparativa con la metodología aplicada hasta la fecha (estación total combinado con GPS) sobre todo desde el punto de vista de costes y rendimientos. El objetivo es poder contestar a dos cuestiones por un lado si es rentable aplicar esta tecnología a trabajos convencionales y por otro lado si los resultados obtenidos son idénticos mediante ambas tecnologías.

EL ESCÁNER 3D.

La nueva tecnología de adquisición masiva de datos mediante el empleo del láser 3D es a día de hoy un mundo en plena expansión. Asistiendo a una simple demostración se ve claramente que todos los conceptos de topografía clásica, incluso de fotogrametría, toman un enfoque diferente y se vislumbra un campo de desarrollo sin duda espectacular.

Las limitaciones del sistema no se ven tanto en el método de trabajo, sino más bien en la capacidad del hombre de interpretar verdaderos elementos 3D.

Obliga a un cambio en la concepción de trabajo, obliga a un verdadero esfuerzo personal para desarrollar la capacidad espacial, pero si duda más que un inconveniente, es el nuevo reto que al profesional de hoy día se le va a exigir para diseñar y controlar las nuevas estructuras.

APLICACIÓN PRÁCTICA

Se ha procedido a medir y evaluar una cantera ubicada en la localidad de Olazagutia (Navarra), dicha cantera tiene unas dimensiones en planta de 30 ha y un desnivel de 250 m. En campo solamente ha intervenido un operador para los dos procesos (el mismo en ambos casos), con el objetivo de comparar metodologías y resultados de la forma menos desvirtuada posible (que un operador sea más activo que otro, que una persona conozca mejor el entorno, que haya un mayor interés por el trabajo ,...)

Para ello se han empleado dos metodologías:

- Clásica. Mediante el empleo de GPS RTK y Estación total de medición sin prisma.
- Láser escáner 3d. Mediante el empleo de un escáner de largo alcance.

METODOLOGÍA CLÁSICA:

Se ha realizado un plano topográfico 3D de toda la cantera mediante el empleo de GPS RTK y una Estación Total con medición sin prisma.

- Equipos: Ambos de Trimble.
- Software: Protopo.

La forma de trabajo ha consistido en realizar la toma mediante el empleo de GPS RTK siempre que la cobertura GPS lo haya permitido y completar las paredes verticales con una estación de medición sin prisma, por supuesto toda la toma de datos ha sido con libreta electrónica y codificación automática.

TECNOLOGÍA LÁSER 3D.

Las partes en las que se divide un trabajo de estas características brevemente expuestas serían:

- 1º.- Establecer y acotar el entorno de trabajo.
- 2º.- Definir los puntos de toma.
- 3º.- Establecer solapes entre tomas para garantizar la alineación.
- 4º.- Definir coordenadas en el sistema local para georeferenciar.

A partir de este punto se abren dos vías de trabajo:

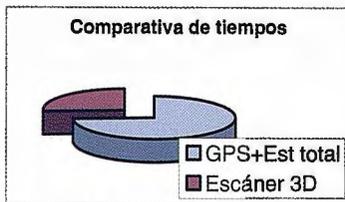
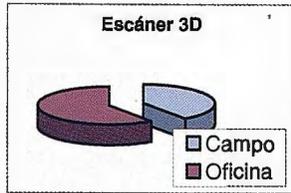
- Generación de primitivas, secciones, MDT básico, mediciones,...
- Generación de un modelo 3d mediante un curvado y posteriores herramientas de edición del mismo.

RENDIMIENTOS

Los rendimientos obtenidos se muestran en la tabla y gráficos adjuntos:

Grupo	Trabajos	GPS-ET (horas)	Escáner 3D (horas)
Campo	Toma de datos en campo	32	6
	Alinear modelos		6
Oficina	Georeferenciar		1
	Crear modelos		2
	Cálculos topográficos	3	
	Delineación	6	
	Generar MDT	2	
Total horas campo		32	6
Total horas oficina		11	9

En las próximas gráficas se muestra una comparativa de los elementos más significativos expuestos en la tabla anterior:



Llegados a este punto no cabe duda la reducción de tiempos aparente de la nueva tecnología láser 3d frente a la clásica.

VIALIDAD DEL PRODUCTO.

No obstante se plantean dos interrogantes:

- ¿Económicamente es viable?
- ¿Los productos obtenidos son idénticos?

Para responder a la primera pregunta no cabe más remedio que establecer unos precios de mercado orientativos y compararlos.

Se han establecido unos valores más o menos razonables de coste actual fruto de la experiencia propia, suponiendo trabajos continuados y valorando los gastos de inversión de uno y otro sistema, para poder extrapolar resultados a un caso concreto como el que nos ocupa.

Concepto	Importe
Hora campo GPS+ET	50 €
Hora campo Escáner	250 €
Hora Gabinete GPS+ET	30 €
Hora Gabinete Escáner	50 €

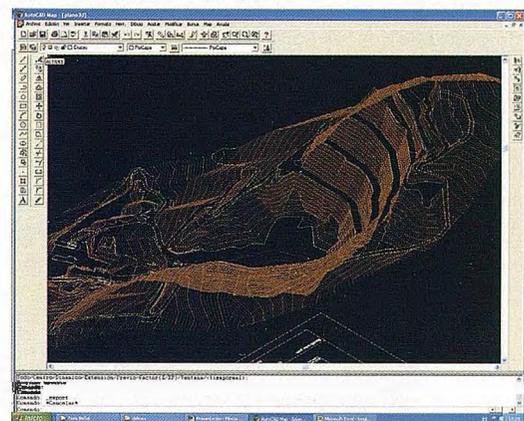
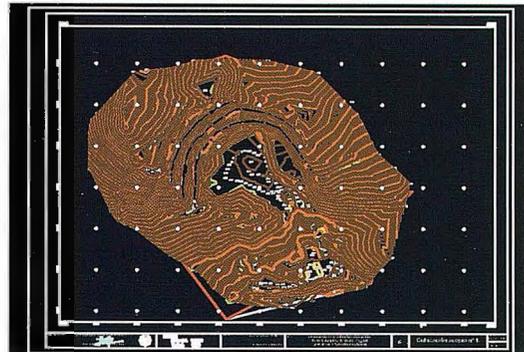
Aplicando estos precios a la tabla anterior se puede concluir:

Metodología	Campo	Oficina	Total
GPS+Est total	1600 €	330 €	1930 €
Escáner 3D	1500 €	450 €	1950 €

Como ve sorprende lo similar del precio final por producto, aunque hay que señalar otro dato relevante, este importe se establece entre 43 horas por clásica frente a las 15 horas mediante láser 3d, luego la capacidad de producir ingresos con la misma infraestructura sería de casi 3 veces del escáner frente a la metodología clásica, lo que inclina claramente la balanza a favor del escáner, amén de la satisfacción del cliente por una entrega del producto mucho más ágil.

No obstante y de ahí la importancia de la otra pregunta, ¿Son los resultados obtenidos idénticos?. Aquí es donde debemos tener muy claro el objetivo final de nuestro trabajo.

Ejemplo de producto clásico, plano topográfico en 3D, se adjunta una vista en planta y otra en 3 dimensiones del resultado desde Autocad:



Resultado del modelo obtenido con el escáner y de las secciones obtenidas de forma automática.

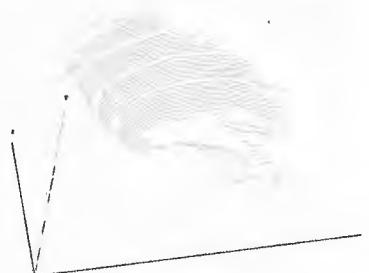


Tabla comparativa de los resultados obtenidos:

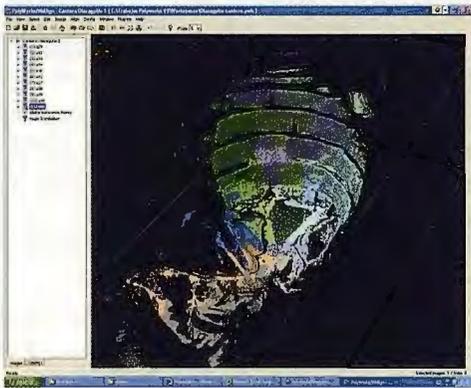
Elementos a comparar	Escáner	Metodología clásica
Realidad	La refleja fielmente	Es una generalización
Manejabilidad	Complejos programas que tratan realmente un 3D	Sencilla, es una metodología extendida
Tiempo	En este ejemplo se reduce en un 60% el tiempo mediante el empleo del escáner	
Costes	Es este ejemplo se equiparan	
Proyectar	A día de hoy no hay software extendido para proyectar sobre verdaderos 3D	Es el sistema de trabajo habitual hoy día
Información adquirida	Todo lo que se ha escaneado está siempre presente	Si algo no se ha tomado en campo se debe salir de nuevo

PASOS A SEGUIR EN LA REALIZACIÓN EN GABINETE DE UN PROYECTO ESCANEADO.

Para entender mejor el proceso del escaneado se procede brevemente a explicar la metodología seguida:

Se capturan en campo todas las tomas que sean precisas para caracterizar una zona concreta con solape suficiente entre tomas y se insertan todas en el software de trabajo. Se alinean posteriormente mediante la identificación de las zonas de solape entre tomas, este proceso es semiautomático.

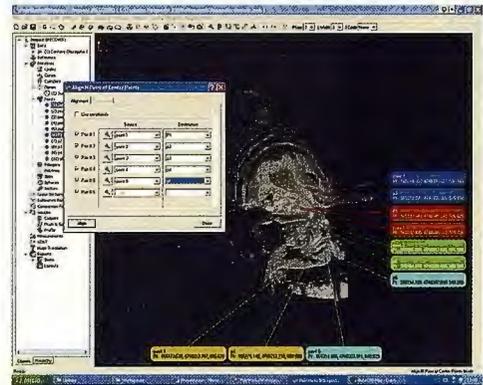
El resultado final se observa en la siguiente tabla donde se muestran en diferentes colores las tomas realizadas para el escaneado de la cantera, con sus respectivos solapes.



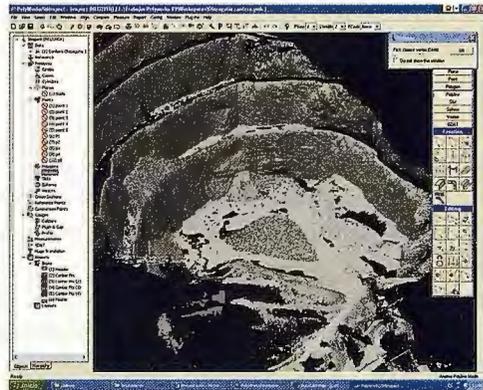
Una vez realizado este paso se debe georeferenciar el modelo obtenido, el primer paso es hacer una traslación para llevar el modelo de forma aproximada a la zona de trabajo y posteriormente se seleccionan una serie de puntos comunes, en este caso cinco que se detallan en el sistema de coordenadas local (UTM huso 30 elipsoide Hayford) y el sistema de coordenadas arbitrario que lleva el modelo.



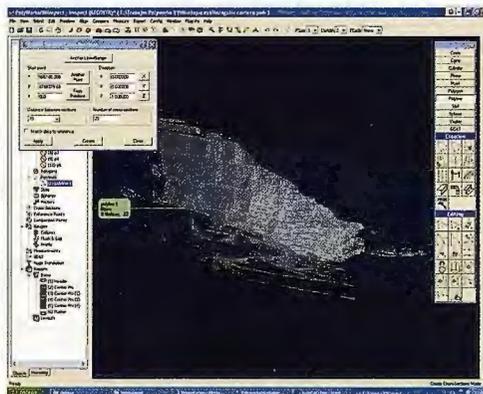
Posteriormente se relaciona cada punto con su homólogo de un sistema y el otro para establecer los valores de la transformación.



Una vez georeferenciado, se puede comenzar a realizar primitivas que es un proceso tan sencillo como delinear, uniendo mediante polilíneas las zonas que interesen, o generando primitivas más complejas como cilindros, esferas, etc... En la siguiente gráfica se observa como se ha ido delimitando una polilínea por el borde de una de las terrazas de la cantera (puntos rojos en la primera plataforma de la cantera).



Otra aplicación inmediata es la generación de secciones mediante el corte del modelo por planos paralelos.



En este proyecto hemos generado planos paralelos cada 2 m y normales al eje Z, obteniéndose las típicas curvas de nivel de un MDT clásico, tal y como se han visto en unas páginas anteriores, en este caso se han exportado a formato DXF y se ha insertado sobre el modelo topográfico, obteniéndose los siguientes resultados, se puede observar una vista en planta y la otra en 3d.

¡TIEMPO DE CAMBIOS!



**CAPTURE
REALITY**

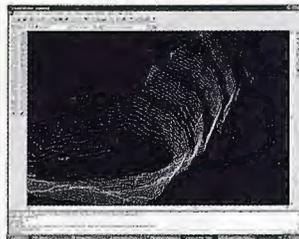


¡Amplía tus horizontes!

Fácil toma
de datos usando
tecnología de
foto-posicionamiento.



2D



3D

CONCLUSIONES

A día de hoy es fundamental conocer cual va a ser el destino final del trabajo, si se pretende proyectar elementos de ingeniería civil, va a ser difícil que cualquier software comercial clásico sea capaz de tratar millones de puntos que forman el modelo, si por el contrario se pretende dejar constancia del estado actual para cualquier proceso posterior el escáner es netamente superior.

Teniendo claro el objetivo, en una aplicación como la expuesta cualquiera de los dos métodos es viable, la rentabilidad del escáner se pone de manifiesto en tanto en cuanto se reduce el tiempo sensiblemente. La inversión será rentable en la medida de la capacidad de la empresa de generar proyectos de forma continuada y en un futuro sin lugar a dudas será una herramienta importante a aplicar en el conocimiento y estudio de nuestro entorno.

BIBLIOGRAFÍA

• Prof. Dr. Ing. Thomas A. Wunderlich (Universidad Técnica de Munich). «Escáneres de láser terrestres: Un paso importante hacia la información en la construcción». Revista topografía y cartografía volumen nº 121 (Abril 2004).

- Catherine R. Harrison (United States Air Force Research Laboratory, HECF, Wright-Patterson Air Force Base) and Dennis B. Burnside (Veridian Engineering, Dayton, Ohio). «A Method of Comparing 3-D Image Consistency and Quality Between Commercially Available 3-D Scanners» May-2003.
- Emmanuelle Tarquis (Mensi, SA France) «High technology for cultural heritage in Malta» (París Febrero 2002).
- J-Angelo Beraldin, Francois Blais, Luc Cournoyer, Guy Godin and Marc Rioux (Institute for Information technology, National Research Council Canada) «Active 3D sensing». (Octubre 2000).
- J-A Beraldin, M. Picard, S.F: El-Hakim, G. Godin, V. Valzano, A. Bandiera and C. Latouche. (Institute for Information technology, National Research Council Canada) «Virtualizing a Byzantine Crypt by combining high-resolution textures with laser scanner 3D data». (Septiembre 2002).
- Raj Thiagarajan (Society of Naval Architects and Marine Engineers). «Use of 3D laser scanning and close range photogrammetry for shipbuilding» (Octubre 2003).
- Norbert Haala, Claus Brenner and Karl-Heinrich Anders. Institute for Photogrammetry (IFP) University of Stuttgart. «3D Urban GIS from laser altimeter and 2D Map data»
- Willian Stone and Geraldine Cheok (National Institute of Standards and Technology) «Ladar sensing applications for construction» (Junio 2001).
- Albert Iavarone, Eric Martin (Optech, Toronto Canadá). «Calibration verification facilities for long-range laser scanners» .

La Tienda Verde

LIBRERÍA ESPECIALIZADA

CARTOGRAFIA

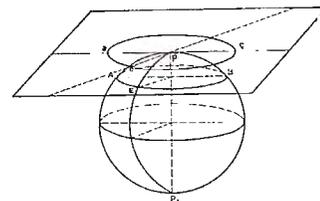
LIBROS Y GUÍAS DE MONTAÑA, NATURALEZA Y VIAJES

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
e-mail: info@tiendaverde.org

APLICACIONES DEL RTK DE LARGA DISTANCIA EN INGENIERÍA



Andrés Seco, Beñat García, Rafael García, Francisco Ramírez, María González de Audicana
Dpto. de Proyectos e Ingeniería Rural. Universidad Pública de Navarra

Ponencia impartida en la IV jornadas ,Aplicaciones GPS,Navarra

RESUMEN

Los usuarios GPS en ingeniería civil son fundamentalmente los gabinetes de topografía, las oficinas técnicas y las empresas constructoras. Como característica común a todos ellos se encuentra la necesidad de trabajar en tiempo real con precisiones centimétricas, siendo el método de observación más frecuentemente empleado el RTK. A pesar de las ventajas de este método también existen una serie de inconvenientes que limitan su uso, la mayoría de las cuales pueden ser eliminadas mediante la implantación de redes RTK. Estas redes están cada vez más extendidas por todo el territorio, sin embargo existen todavía grandes zonas en las cuales no se han implantado. Como alternativa temporal frente al RTK convencional hasta la implantación de redes RTK, la Universidad Pública de Navarra ha analizado la posibilidad de realizar observaciones RTK con líneas base de hasta 50 km, demostrando que en este tipo de observaciones se pueden alcanzar precisiones 3D de hasta 5 cm de desviación típica. Esto, unido a la observación de una densa red en sistema ETRS89 sobre vértices ROI y señales NAP para la obtención de parámetros de transformación, permite realizar observaciones RTK con una precisión centimétrica en gran parte de Navarra.

LOS USUARIOS GPS EN INGENIERÍA

En la actualidad existen múltiples aplicaciones en las cuales los ingenieros emplean receptores GPS, tales como el catastro, las aplicaciones SIG, etc., sin embargo dentro de las aplicaciones en ingeniería, la más importante sin duda es la ingeniería civil (IC). Esto es debido entre otras razones al boom de las obras públicas vivido en los últimos años, la gran repercusión económica de las grandes infraestructuras que permite la movilización de gran cantidad de recursos y el comparativamente menor desarrollo del resto de aplicaciones. Dentro de las aplicaciones GPS en IC, podemos agrupar a los usuarios GPS en 3 grupos fundamentalmente: los gabinetes de topografía, las oficinas técnicas y las empresas constructoras (Seco, 2002).

Los gabinetes de topografía son grandes usuarios de GPS. No es frecuente encontrar hoy en día una de estas oficinas que no disponga ya de esta tecnología. Los trabajos que suelen realizar con GPS son habitualmente muy variados, tanto como lo son los encargos que reciben: cálculos de redes, levantamientos topográficos, control geométrico de obras, replanteos, apoyo fotogramétrico, batimetrías, etc. no siendo en muchas ocasiones ya rentable ni técnica ni económicamente su realización por otros métodos.

Las oficinas técnicas también son usuarias de esta tecnología, pero en menor grado que los gabinetes de topografía. Esto es debido fundamentalmente al alto coste económico del equipamiento requerido, que ronda los 25.000 €, a

las necesidades de disponer de personal cualificado y al bajo rendimiento que obtienen debido a su tipo de actividad.

Por último, las empresas constructoras son las grandes consumidoras de este tipo de tecnología. UTEs, contratistas de movimientos de tierras y explotaciones mineras a cielo abierto disponen del grueso de equipos GPS que se están empleando diariamente en IC.

LAS OBSERVACIONES GPS EN IC. EL MÉTODO RTK

A pesar de la heterogeneidad de los usuarios GPS en IC, todos ellos requieren posicionamiento en tiempo real con precisión centimétrica, lo que hace que el método de observación más frecuente sea el RTK. Este método diferencial de observación GPS se basa en la lectura de la fase de L1 y L2, y permite alcanzar precisiones nominales en torno a 20 mm en horizontal y 15 mm en vertical (s)(Peyret et al. 2000, Seco 2001). Una de las desventajas de este método es que las precisiones alcanzadas dependen en gran medida de la longitud de la línea base. El hecho de aplicar en el receptor móvil las correcciones diferenciales obtenidas en el fijo es tanto menos riguroso cuanto más alejamos un receptor del otro. La mayoría de la bibliografía disponible establece una limitación «teórica» de hasta 30 km en la longitud de la línea base (Hofmann-Wellenhof et al. 2001, Leick 1994). Sin embargo en la mayoría de los casos los usuarios ven reducida la posibilidad de trabajar en modo RTK a unos pocos km, frecuentemente 3-5 km, que es la limitación impuesta por los radioenlaces que son suministrados con el equipamiento GPS.

LAS REDES RTK

La solución ideal a las limitaciones del RTK tradicional es la implantación de redes RTK que permitan utilizar correcciones diferenciales interpoladas frente a las puntuales obtenidas en un único receptor y sustituir el radioenlace por otro GSM o GPRS, lo cual permite mantener e incluso mejorar las precisiones del método RTK, con líneas base de hasta 50 km (Peñafiel 2005). La utilización de estas redes ofrece, entre otras ventajas, las siguientes:

1. Disminuye la dependencia de la distancia a las estaciones fijas.
2. Aumenta la precisión y la integridad de las observaciones.
3. Se ahorra el coste de un receptor fijo.
4. Aumenta el rendimiento.
5. Coherencia de los resultados entre equipos distintos.
6. Se evita el robo de equipos fijos, cada día más frecuente.

A pesar de que la implantación de este tipo de redes supone un gran avance desde el punto de vista de los usuarios

RTK, el desarrollo de las mismas no se encuentra tan avanzado como sería deseable. En algunas zonas de nuestro país ya existen este tipo de redes como es el caso de IBEREF en la Comunidad de Madrid o las redes que las Administraciones van implantando, como es el caso de Andalucía o País Vasco.

OBSERVACIONES RTK EN NAVARRA CON BASE LÍNEAS LARGAS

A pesar de que el futuro del GPS en IC se encamina hacia el establecimiento de las redes RTK, lo cierto es que muchas zonas de nuestro país no disponen de las mismas y que los plazos que se manejan para la implantación de este tipo de infraestructura geodésica, hacen que sea conveniente buscar una alternativa hasta su establecimiento. En este marco se encuadra la experiencia realizada por la Universidad Pública de Navarra. Como se puede ver en la figura 1, prácticamente toda Navarra queda dentro de un círculo de 70 km de radio, lo que dependiendo de la máxima longitud de línea base que se pudiera establecer, podría permitir que se dieran correcciones diferenciales RTK a toda Navarra con un número reducido de estaciones.

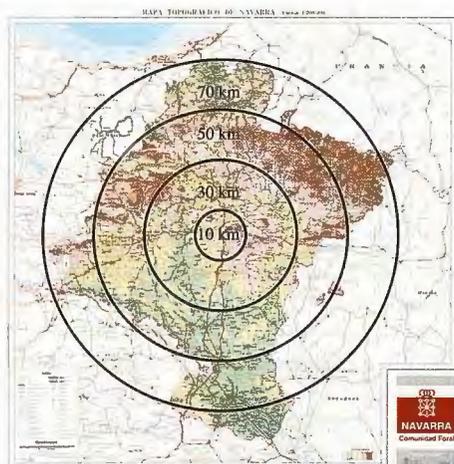


FIGURA 1

Para el desarrollo de esta experiencia se ha utilizado como receptor fijo la estación de referencia ubicada en la Universidad Pública de Navarra. Se trata de una estación de referencia de gran calidad debido a su emplazamiento en un edificio bajo, su horizonte despejado y la antena choke-ring leica AT504 que incorpora. Esta estación de referencia está registrando datos de manera continua que pueden ser consultados a través de internet como se muestra en la figura 2. Como receptor móvil se utilizó un GPS leica 530 al cual se dotó de un módem GSM. La conexión entre el receptor fijo y el móvil se pueden realizar según dos configuraciones (ver figura 3): punto a punto donde se establece una conexión entre la línea telefónica del móvil y una en el fijo o a través de internet, conectándose el receptor móvil a una página web desde donde se descarguen los datos en tiempo real. En nuestro caso optamos por la primera configuración ya que al ser un único usuario sólo se requiere una base con una línea GSM en la estación de referencia. Sin embargo entendemos que el futuro del sistema tiende a dar correcciones a múltiples usuarios y que la configuración a través de internet es más conveniente, de hecho esperamos que para cuando este artículo sea publicado este servicio esté disponible.



FIGURA 2. Esquema del sistema de correcciones diferenciales de la UPNA

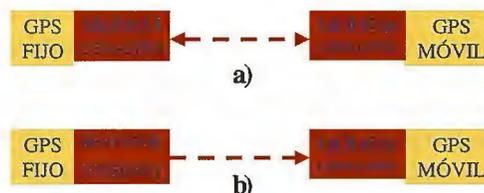


FIGURA 3. Configuraciones posibles fijo-móvil. a) Punto a punto b) por internet

RESULTADOS

Durante el experimento, desarrollado durante el verano de 2005 en condiciones reales de trabajo se realizaron observaciones RTK con longitudes de líneas base de hasta 50 km. Dichas observaciones fueron realizadas en el entorno del polígono industrial de Falces, en construcción. En dicha obra se utilizaron las bases de replanteo para la obtención de los parámetros de transformación locales. Dichas bases fueron observadas durante 10 segundos cada una con el GPS y se realizó una transformación Helmert 3D obteniéndose unos residuales de 2 cm en planimetría y 2,5 cm en altimetría. Una vez establecidos los parámetros de transformación locales se realizaron observaciones GPS sobre otras bases de la obra durante sesiones de 4 h diarias en tiempo real. Las precisiones obtenidas en este experimento fueron en torno a los 5 cm 3D (s) para coordenadas ya transformadas a sistema local. Aparte de las precisiones obtenidas se analizó otro aspecto de gran importancia como es el tiempo requerido para la inicialización de las ambigüedades, obteniéndose un tiempo medio de 1 minuto, aunque este tiempo variaba entre unos pocos segundos y 2 minutos normalmente, incluso se dieron casos de imposibilidad de resolución de ambigüedades.



FIGURA 4. Radio de utilización de la estación de la UPNA

PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN DE NAVARRA

Con anterioridad a la realización de este experimento el grupo de topografía de la Universidad observó una red GPS en sistema ETRS89 de unos 60 puntos, siendo aproxi-

madamente la mitad de ellos vértices REGENTE y ROI y la otra mitad señales NAP. Esta red nos permite establecer parámetros locales en las 5 zonas en que hemos dividido Navarra a efectos prácticos, con residuos mejores de 5 cm en planimetría y altimetría. Estos parámetros, junto con la configuración RTK presentada, nos permite en la actualidad realizar observaciones GPS en toda Navarra con unas precisiones absolutas compatibles con REGENTE siempre que no haya bases en el entorno de trabajo que permitan establecer parámetros de transformación locales.

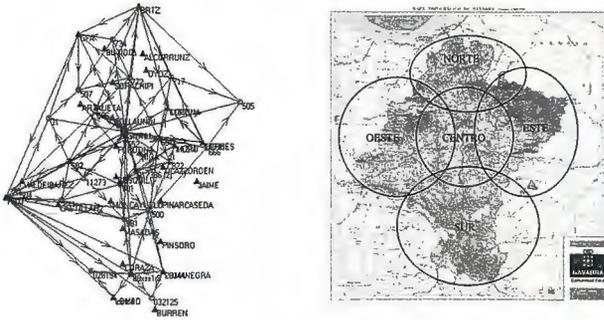


FIGURA 5. Red ETRS89 de Navarra y zonificación en parámetros

CONCLUSIONES

La utilización de un enlace GSM nos permite alargar de manera muy notable las longitudes de las líneas base observadas con RTK tradicional. En este caso las precisiones empeoran hasta los 5 cm 3D (s), aunque estas precisiones son suficientemente válidas para muchas de las fases de la ejecución de las obras como son los replanteos iniciales, los movimientos de tierras, etc. El aumento de rendimiento fue muy importante ya que se eliminaron totalmente los tiempos de estacionamiento del fijo y las «zonas de sombra» que con frecuencia tiene el radioenlace en zonas de relieve accidentado que requieren nuevas pérdidas de tiempo en los cambios de base del receptor fijo. La resolución de la ambigüedades en general requirió menos de 1 minuto y no se produjeron pérdidas de ambigüedades significativas una vez inicializadas, sin embargo se constató que en días concretos, asociados probablemente a periodos de actividad ionosférica alta se dieron situaciones en las cuales las ambigüedades no pudieron ser inicializadas, suponiendo no ya una pérdida de rendimiento, sino la imposibilidad de usar el sistema. Esto hizo recomendable no sobrepasar los 50 km de línea base, debido a la previsible pérdida de eficiencia del método para distancias mayores, lo cual en el caso concreto de Navarra implicaría que colocando una segunda estación de referencia en el Sur, podría cubrirse más del 90% de Navarra con las condiciones aquí ensayadas hasta la futura implantación de una red RTK.

BIBLIOGRAFÍA

- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Collins, J. Global Positioning System. Theory and Practice. 5th rev. ed. Springer, 2001.
- Leick A., GPS Satellite Surveying, John Wiley and Sons; 2nd edition, 1995.
- Peñañiel, J. <http://www.iberef-gps.com/> Leica Geosystems 2005.
- Peyret F., Bétaille D., Hintzy G., High-precision application of GPS in the field of real-time equipment positioning, Automation in Construction (9) 2000, 299-314.
- Seco A. Situación actual del GPS en ingeniería civil en Navarra. I Jornada GPS. Pamplona, 2002.
- Seco A. Aplicación de la tecnología GPS a la generación de modelos digitales del terreno en ingeniería civil. Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra, 2001.

Solución Global para GPS y Estación Total

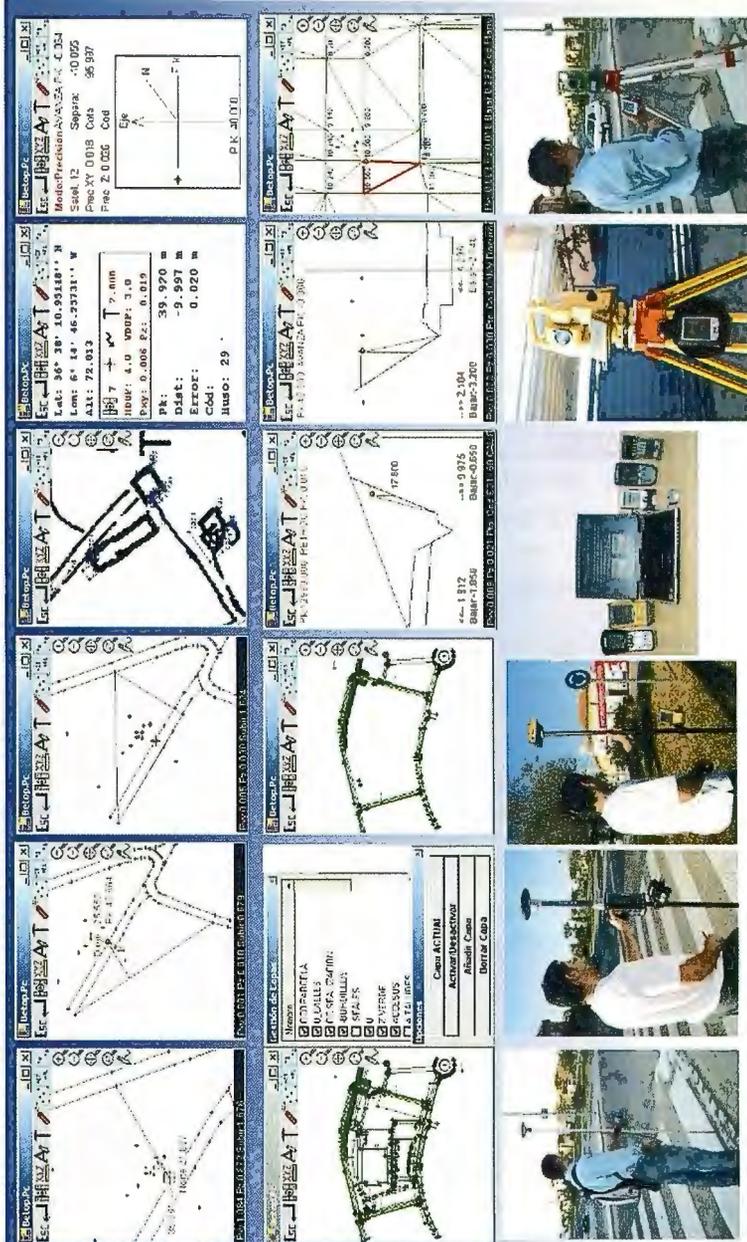
- Totalmente enlazados con todos los Programas de PC de uso habitual en España (Ispol, Cartomap, Clip, TCP-IP, etc)
- Compatible con todas las Estaciones Totales y GPS del mercado (Topcon, Leica, Ashtech, Thales, Sokkia, etc).
- Capaz de Trabajar en cualquier PDA con Windows Ce 3.0 ó Superior, Pocket Pc 2000 ó Superior, y Epos-16/32.
- Actualizaciones y Mejoras continuas y Gratuitas.

- Mas de Mil licencias nos avalan.

- Distribuido por: Topcon, Inland, Grafinta, Orsenor, La Técnica, Al-Top, Servitopo, Prisma, Narváez, Aticsa, Sutop, Leica, ...

www.betop.es

Av. Almargin, 64B Bormujos (Sevilla) CP-41930 Tlf/Fax: 954789329 Móviles: 629331791 / 649414184



CÁLCULOS PRECISOS DE GPS. SOLUCIONES DIARIAS Y PRODUCTOS AÑADIDOS



Joaquín Zurutuza de Geolan Donosti SL y M.J. Sevilla Universidad Complutense de Madrid

Ponencia impartida en la IV jornadas ,Aplicaciones GPS,Navarra

1.- Introducción y objetivos.

La determinación y el análisis de series temporales de observaciones es una de las tareas de mayor importancia en las redes GPS permanentes. En el cálculo de las series temporales hay que partir de las coordenadas de las estaciones obtenidas a lo largo de un intervalo más o menos largo de tiempo. Para obtener un correcto análisis temporal, será imprescindible disponer de coordenadas precisas en toda la serie objeto de análisis. El procedimiento más habitual para ello es la determinación de coordenadas diarias mediante unos parámetros, que serán definidos posteriormente.

Este artículo trata sobre la determinación de coordenadas precisas diarias y de los procesos de automatización para la obtención de dichas coordenadas. Como ejemplo, se presentan los resultados parciales de una red GPS (cortesía de la Diputación Foral de Gipuzkoa: b5m.gipuzkoa.net), donde se están aplicando los programas y metodologías de cálculo descritas en este artículo. Asimismo, se da un avance de los trabajos de automatización realizados por la empresa GEOLAN DONOSTI SL en relación con las estaciones GPS permanentes. Si bien lo aquí expuesto está operativo para uso interno, se está planteando la posibilidad de ofrecer los servicios a la comunidad de usuarios GPS.

Los objetivos perseguidos son varios, destacando la determinación de coordenadas diarias para obtener series temporales y la automatización de este procedimiento. Adicionalmente se está desarrollando una aplicación informática para determinar vectores GPS por medio de Internet (vía ftp para usuarios registrados ó vía http para usuarios no registrados). Todos los resultados se obtienen en el marco ITRF00 (Altamimi et al., 2002), referidos a la época de observación.

2.- Zona de estudio. Trabajos previos.

La red objeto de estudio está enclavada en el Territorio Histórico de Gipuzkoa (Figura 1a). A la instalación de un receptor GPS en 1997 con fines de posicionamiento, en 2002, siguió la de una red de estaciones GPS activas y pasivas (Zurutuza et al., 2004) la cual cumple con dos objetivos principales: servir de marco geodésico posicional de referencia para los trabajos de índole geodésica realizados en Gipuzkoa y servir de modelo para transformar coordenadas entre los distintos Sistemas de Referencia actuales (ED50<->ETRS89<->ITRF00).

La red se observó entre Octubre y Noviembre de 2002, en una campaña de 15 días de duración, en la cual se observaron los 21 vértices integrantes de la red GPS en sesiones de unas 8 horas de duración con 6 receptores bifrecuencia, además de la estación permanente, siendo observado, cada vértice, un mínimo de 2 sesiones. Las precisiones obteni-

das para los vértices de la citada red están en torno a los 2 cm en todas las componentes, en marco ITRF00. Los vértices que conforman dicha red pertenecen, bien a la ROI (Diputación Foral de Gipuzkoa), o bien a REGENTE, perteneciente al IGN (Regidor et al., 2000).



Figura 1a: Red de estaciones GPS activas y pasiva de Gipuzkoa.

Una vez que se estableció la Red de estaciones GPS activa y pasivas, debido a las precisiones obtenidas, se vió la necesidad, por un lado, de facilitar al usuario el posicionamiento GPS y, por otro la de conocer con la mayor precisión posible las velocidades de las estaciones del Territorio. En este aspecto, cuatro de las estaciones pertenecientes a la red pasiva han sido reobservados en 2005 y están siendo analizadas.

Por este motivo, en una segunda fase, se han establecido un total de 3 estaciones GPS con carácter permanente. Con éstas, la distancia máxima a la que un usuario dispone de una estación de referencia es menor de 30 km.

3.- Parámetros generales.

En la práctica totalidad de Europa es posible disponer de una estación IGS (www.igs.csb.jpl.nasa.gov) en una distancia inferior a 500 km (ver figura 1b).

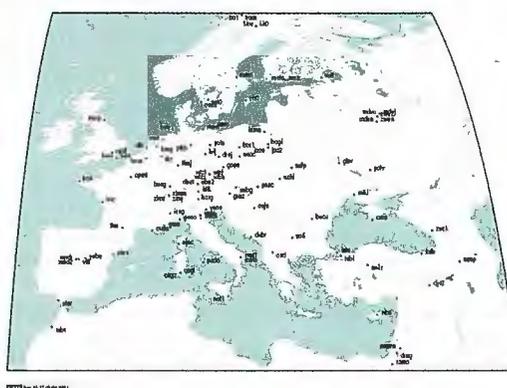


Figura 1b: Red de Estaciones IGS.

Nuestro principal objetivo será, por tanto, la determinación de coordenadas con repetibilidades diarias en torno a los 2 cm o mejor para 500 km. Los parámetros adoptados para el cálculo de precisión son:

FRECUENCIA: ION-FREE (L3)
 INTERVALO: 30 (SEG)
 ELEVACION: 15 (DEGREES)
 INTERVALO TROP.: 10800 (SEG) [PIECE-WISE LINEAR PARAMETRIZ.]
 INTERVALO X e Y POLO: N/A
 INTERVALO UT1: N/A
 DD CORRELADAS: SI

EFEMERIDES PRECISAS: SI
 MARCO DE REFERENCIA: Igb00
 CARGA OCEANICA: ESTANDARD (DE LA BASES DE DATOS IGS)
 PWL RAD PR : INTERVALO AUTOMATICO
 DIAGNOSTICOS
 MAXIMO TIEMPO ENTRE DATOS = 540.000 SEG
 VALOR LIMITE = 0.100 M
 CORRECCION DE ROTACION RHC = SI
 FACTORES DE PRESION DE RADIACION= 2
 MODELO DE MAREA TERRESTRE = IERS
 MODELO TROP. = NMF (NIELL MAPPING FUNCTION)
 TIEMPO MINIMO EOP MODEL = 86400.000 SEG

Estos parámetros se aplican en sesiones de 24 h. Las estaciones objeto de estudio se muestran, tanto en marco europeo como en marco local, en las figuras 2 y 3 respectivamente.

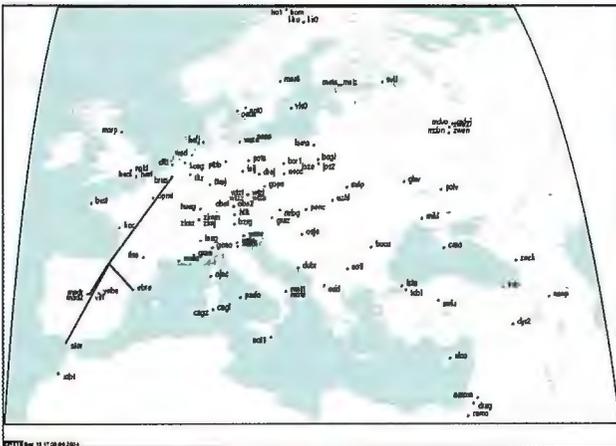


Figura 2: Estaciones IGS de Referencia.

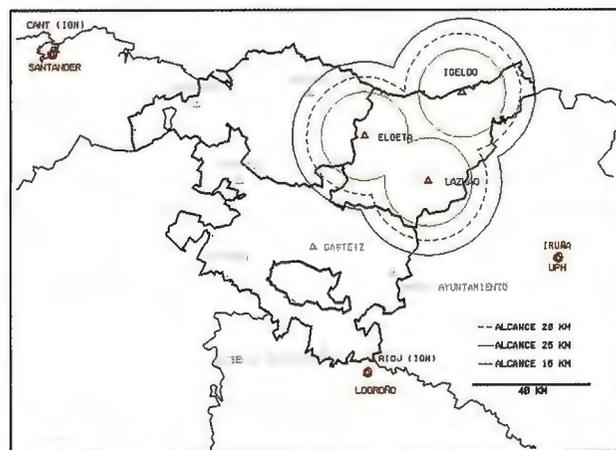


Figura 3: Estaciones Calculadas. En gris la Red de Euskadi (no operativa en Sep. 2005)

Las estaciones IGS consideradas como fuertemente constreñidas (0.0001 m en cada componente) son SFER, MAD2, EBRE y BRUS, mientras que las estaciones objeto de cálculo son ELGE, IGEL, LAZK, CANT y RIOJ. Es importante destacar que esta configuración, pese a dar resultados de gran calidad, está sujeta a cambios, ya que existe una línea de investigación abierta acerca de las estaciones a fijar.

Además, en un futuro inmediato será necesario añadir más estaciones a las ya existentes. Los vectores a procesar son determinados mediante el algoritmo «mínimo camino», calculándose los no triviales o linealmente independientes (Craymer et al., 1992). La solución calculada es con la combinación lineal L3 también conocida como «libre de ionosfera» (Leick; 1994) fija, si es posible, o flotante en caso contrario.

En las figuras 4, 5 y 6 se adjuntan los datos recogidos durante un día completo en la estación de Elgeta (ELGE). Concretamente, la figura 4 muestra los datos observados en sí. Las figuras 5 y 6 muestran la relación señal/ruido para L1 y L2 respectivamente.

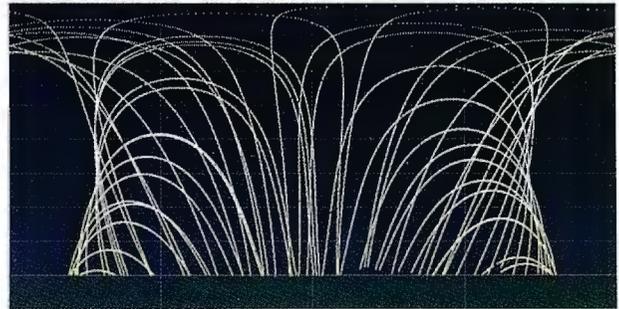


Figura 4: Vuelta de Horizonte de ELGE



Figura 5: S/N L1



Figura 6: S/N L2

4.- Procesamiento «online».

El aumento de la velocidad de las conexiones a internet ha facilitado la profusión de herramientas que permiten procesar datos vía web o ftp (autogipsy). Los organismos cuyas webs de procesamiento se han considerado más interesantes son NGS (National Geodetic Survey, OPUS), AUSLIG (Australian Government, Geoscience, AUSPOS), SCIGN (Southern California Integrated GPS Network, SCOUT) y NRCAN (Southern California Integrated GPS Network, Precise Point Positioning). En las figuras 7, y 8 se adjuntan, como ejemplo, imágenes de los portales de SCOUT y OPUS.

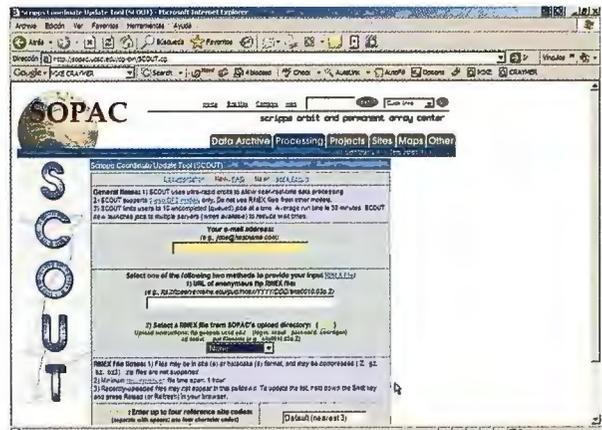


Figura 7: SCOUT

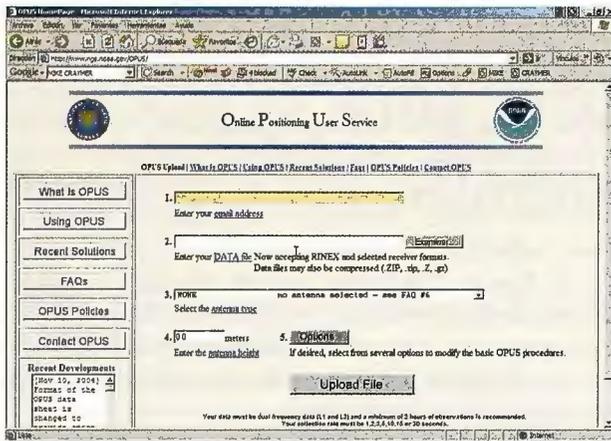


Figura 8: OPUS

5.- La aplicación AutoGPS.

Con objeto de obtener resultados precisos con garantías y marcos comunes, GEOLan DONOSTI SL ha desarrollado una serie de herramientas englobadas en la aplicación AutoGPS para el procesamiento automático «on line». Dicho procesamiento puede ser llevado a cabo por usuarios registrados (servicio ftp) o bien por usuarios no registrados que, vía web, envían un único fichero de observaciones en formato RINEX y, en función de las redes incluidas en la aplicación, se procede de forma automática a obtener los datos comunes de las tres estaciones permanentes más cercanas. La figura 9 muestra el procedimiento general, mientras que la figura 10 muestra el caso para usuarios no registrados (vía web). La figura 11 muestra el flujo del software.

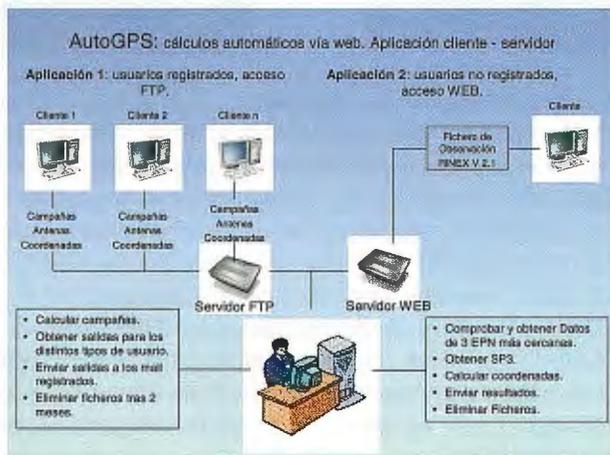


Figura 9: Estructura de entrada de datos.

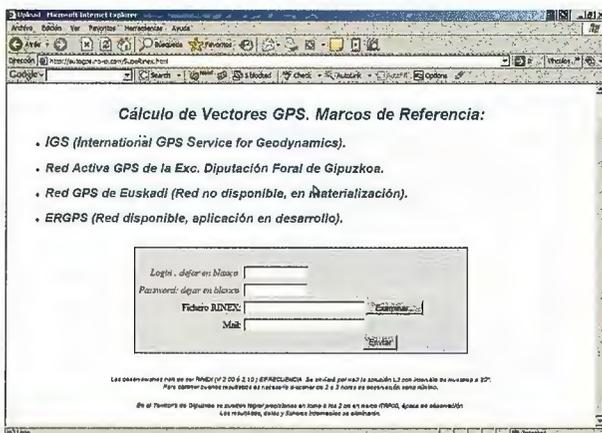


Figura 10: entrada de datos para usuarios no registrados.

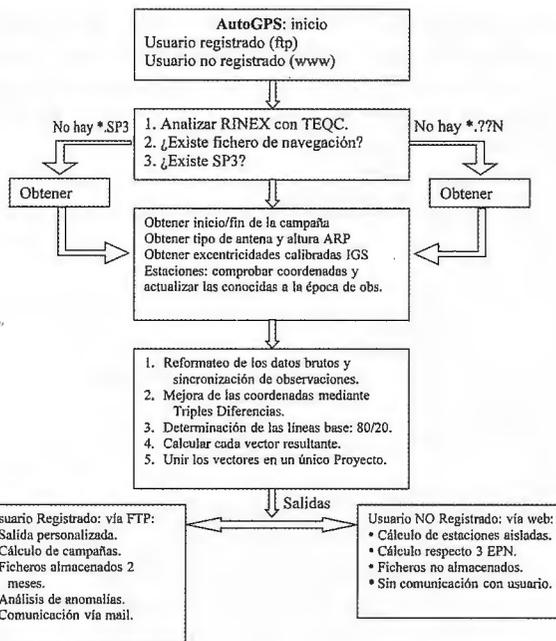


Figura 11: flujo de cálculo.

Es fundamental destacar que diseñar este tipo de aplicación, en este caso particular, es posible gracias a una línea de colaboración entre la Diputación Foral de Gipuzkoa (b5m.gipuzkoa.net) y la empresa GEOLan DONOSTI SL (www.geolandonosti.com), aunque el proyecto, como se ha mencionado con anterioridad, se encuentre en fase de estudio y viabilidad.

6.- Resultados.

En primer lugar, se adjuntan una serie de gráficos donde se muestran los residuos en las soluciones diarias respecto de la media mensual refinada. Posteriormente se muestra un ejemplo de una típica campaña GPS.

6.1.- Soluciones diarias.

Las series diarias adjuntas (ver figuras 12, 13 y 14) muestran que los resultados, con sesiones de 24 h son excelentes, obteniendo repetibilidades en todas las componentes (X, Y, Z) mejores que 2.5 cm en todos los casos. Las principales características del procesamiento son:

- Solución: promedio de observaciones de un mes completo.
- Refinamiento: eliminación de los valores cuyos residuos en valor absoluto, respecto de la media, sean mayores a 1 cm.
- Estimación de retardos troposféricos cenitales cada 3 horas.

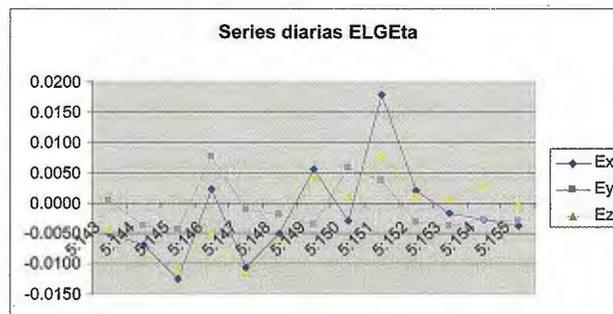


Figura 12: Series diarias de ELGEta.

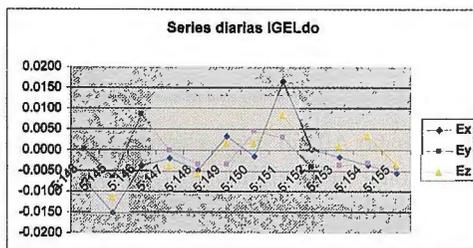


Figura 13: Series diarias de IGELdo.

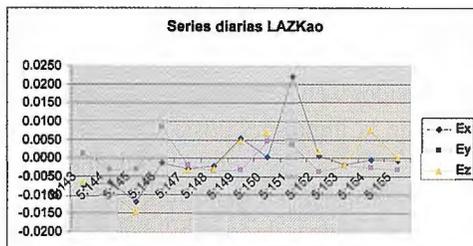


Figura 14: Series diarias de LAZKao.

6.2.- Red geodésica de Gipuzkoa.

A continuación se muestra un ejemplo típico de una campaña GPS en Gipuzkoa, con 4 receptores (y 4 estaciones permanentes).

Objetivos:

- UN clavo en cada municipio con coordenadas ETRS89 precisas (2 a 3 cm).
- En municipios mayores de 15.000 hab., 2 clavos.
- Clavos con cota ortométrica obtenida de NP ó NAP si existe.
- Superficie de Referencia altimétrica obtenida a partir de más de 100 puntos distribuidos en el Territorio.
- Clavos con observación gravimétrica (en Proyecto), a partir de la Red Gravimétrica Fundamental de Gipuzkoa (en proceso de cálculo).
- Densificación gravimétrica (en planificación).
- Obtención de modelo de geoide para el Territorio, contrastado con los puntos GPS-Niv con cota NAP precisa (tras la campaña gravimétrica).

Metodología de cálculo de la Red Municipal Básica:

- Cálculos automáticos, sin interacción.
- Cada clavo se ha observado entre 3,5 y 4 horas es sesiones separadas al menos 1 día.
- En este caso, el cálculo se ha realizado vector a vector, siempre desde una estación Permanente (no mínimo camino), debido al elevado multipath en algunas estaciones.

Resultados:

- 63 puntos con repetibilidades en X, Y, Z mejor que 2 cm en todas las componentes (ver fig. 15).
- Red permanente y las 50 estaciones anteriores, fijadas y recalculado el resto con SKI Pro, fijando, en este caso, L₁ (vectores de magnitud en torno a 5 km en su mayoría).
- En total existen más de 200 puntos, además de la red Pasiva, con coordenadas ETRS89 con precisiones en torno a los 3 cm. En total, unos 250 puntos en 2.000 km².
- Considerando una distancia de 76 km (máxima diagonal en el Territorio), con un error de 3 cm, la precisión

altimétrica obtenida, respecto de la superficie altimétrica calculada es de $3.4 \text{ m m } \sqrt{k}$, siendo k la distancia nivelada expresada en kilómetros.

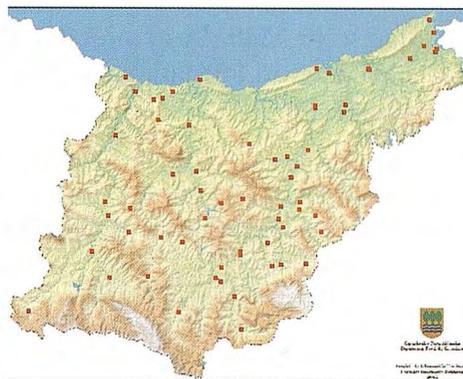


Figura 15: Distribución de estaciones con repetibilidades en X, Y, Z mejor que 2 cm en ITRF00.

7.- Conclusiones.

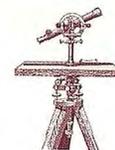
- Las estaciones Permanentes proporcionan una herramienta fundamental en los marcos geodésicos modernos.
- Es fundamental el análisis de las series temporales para obtener, además de velocidades precisas de las estaciones, información acerca de la geodinámica local y regional.
- Los cálculos automatizados han mostrado ser unas herramientas totalmente válidas: diferencias para la red pasiva en torno a 2 cm o mejores con Bernese V 4.0. (Rothacher and Mervart Eds. 1996).
- El cálculo ha de realizarse SIEMPRE en el marco vigente y en la época de observación, ya que a ese es al que se refieren las efemérides.
- La metodología presentada ha mostrado ser muy válida en condiciones de horizontes no demasiado buenos (carreteras de Gipuzkoa y municipios, con obstrucciones).
- La metodología presentada es complementaria a otro tipo de cálculos que se ajusten mejor tanto a las condiciones de observación como a la duración de las sesiones.
- En todos los Proyectos sería preciso exigir coordenadas calculadas con este tipo de procedimiento para, a partir de éstas, calcular el resto de las estaciones.
- Con este tipo de productos, es posible exigir coordenadas unificadas y precisas para todo tipo de Administraciones y Organismos.
- Así, cualquier campaña local que hoy en día se calcula de manera aislada, puede ser añadida a una base de datos global común.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Diputación Foral de Gipuzkoa, muy especialmente a D. Mikel Elorza, D. F. Gainzarain y D. Josemari Aranburu las facilidades dadas para la realización de los trabajos expuestos.

Referencias

- Altamimi, Z., P. Sillard and C. Boucher, 2002: ITRF2000: A new release of the International Terrestrial Reference Frame for Earth science applications. *J. Geophys. Res.* 107, No B10, 2214, 10.1029/2001JB000056.
- Niell, A.E., 1996: Global mapping functions for the atmosphere delay at radio wavelengths. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 101, No. B2, pp 3227-3246.
- Craymer and Beck (1992): «Session versus Baseline GPS Processing», Proc. of ION GPS-92, 5th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, Albuquerque, NM.
- Leick, A. (1994): «GPS SATELLITE SURVEYING. 2 nd edition». Wiley, New York Chichester Brisbane Toronto Singapore.
- Regidor Gutiérrez, J., Prieto Morín, J. F., Sanz Megía, J. Manuel, Quirós Donate, R., Barbadillo Fernández, A. (2000): «El Proyecto REGENTE». VII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía TOPCAR 2000. Madrid, 16-20 Oct. 2000.
- Zurutuza, J., García, L. y Sevilla, M. J. (2004): «Red de estaciones GPS y estación permanente en Gipuzkoa». 4ª Asamblea hispanolusa de Geodesia y Geofísica, Figueira da Foz, Portugal.



Noticias Hewlett Packard

HP Designjet serie 4500, la revolución en impresión a color de gran formato para altos volúmenes de producción

El pasado 14 de diciembre de 2005 HP presenta la nueva serie HP Designjet 4500, la solución de impresión de gran formato que permite conseguir una alta producción a color a unos costes sin precedentes. Esta última incorporación a la familia HP Designjet combina la alta calidad de imagen y precisión lineal para trabajar tanto en color como en blanco y negro, así como la máxima velocidad y calidad óptica de escaneado, convirtiéndose en la mejor solución de copiado a color en gran formato para producción. Además, la impresora dispone de un amplio conjunto de posibilidades de contabilidad y gestión remota del equipo, lo que permite cubrir las necesidades de los entornos técnicos de producción, incluidos AEC, MCAD, GIS y reprografía.

La serie HP Designjet 4500 proporciona alta precisión lineal y una excepcional calidad de imagen de forma rápida, tanto en la impresión como en el copiado y el escaneado. La nueva solución se presenta como impresora, dotada de un sistema automático de alimentación del papel de dos rollos y un apilador opcional; como escáner de gran formato o como solución multifuncional integrada que permite la impresión, copia y escaneo en gran formato.

«HP afianza su liderazgo en la tecnología de impresión permitiendo la adopción del color fácilmente y ofreciendo a nuestros clientes mayores oportunidades de crecimiento en una amplia variedad de soportes y tamaños», dijo Emilio Juárez, Director de Impresión de Gran Formato de HP. «Hemos detectado que existe una mayor demanda del color en sectores como la ingeniería o la arquitectura, por eso las nuevas HP Designjet 4500 ofrecen una nueva experiencia en la impresión en color de alta producción en gran formato a un precio asequible».

Rapidez y fiabilidad con un bajo coste de impresión

Equipada con la tecnología de impresión de Doble Banda de HP, la nueva serie HP Designjet 4500 consigue unos resultados inmejorables en cuanto a velocidad y bajo coste se refiere; solamente utiliza 0,17 ml de tinta para producir un dibujo lineal a color en tamaño A0. Permite la impresión de 100 trabajos en tamaño A1, ya sea en color o en blanco y negro, en tan solo una hora. Además, el nuevo equipo proporciona la más alta calidad de imagen con una resolución real de 2.400 x 1.200 ppp y una precisión lineal de más/menos 0,1 por ciento, ideal para usuarios de mercados técnicos.

Producción en color desatendida

La HP Designjet 4500 viene equipada con un sistema automático de alimentación para dos rollos de papel de hasta 175 metros cada uno, lo que permite tener cargados distintos soportes y/o tamaños al mismo tiempo. Esta gran capacidad de carga de hasta 350 metros, facilita una impresión desatendida durante 6 horas. Por su parte, el nuevo cartucho de tinta negra HP 90 de 775ml proporciona suficiente capacidad para imprimir alrededor de 1.500 impresiones

en tamaño A0 sin necesidad de ser sustituido. El apilador opcional cierra el flujo de trabajo de la impresión desatendida. Apila hasta 200 trabajos impresos en tamaño A0 (4 horas de impresión desatendida), y gracias a su alisador, todas las impresiones carecen de curvatura.

Además, la nueva serie HP Designjet 4500 está pensada para simplificar todo el proceso de impresión gracias a:

- El servidor web embebido HP que permite la gestión remota de la impresora, vista previa del trabajo en curso y estatus de los consumibles y del equipo mediante informes y alertas, entre otras posibilidades.
- Su características de contabilidad mejoradas incluyen un clasificador de trabajos y la solución HP AutoSend, con ellas se envían informes de forma remota facilitando la contratación de sistemas de pago por uso.
- La nueva tecnología de ajuste del contenido a los márgenes permite la impresión de trabajos con tan sólo 5 mm de margen en todos los lados, para evitar la necesidad de corte para entornos CAD.
- Sistema de plegado en línea de otros fabricantes.
- Nuevo rollo de papel extra largo HP Universal Bond de 80g/m2 con un blanco especial que da mayor contraste a los colores y especialmente pensado para la alta precisión lineal del equipo.
- Nuevo papel HP Recubierto de gramaje Super Extra de 210g/m2 que proporciona una gran calidad y un secado instantáneo, lo cual es ideal para impresiones con una gran masa de color como mapas.
- La solución multifuncional HP Designjet 4500 mfp permite disponer de impresora, copiadora y escáner de gran formato de forma totalmente integrada.



Precios y disponibilidad

La serie HP Designjet 4500 esta disponible a partir de este mes de enero de 2006 a los siguientes precios de venta recomendados (iva no incluido):

- HP Designjet 4500: 11.895 euros
- HP Designjet 4500ps: 14.445 euros
- HP Designjet 4500mfp: 30.900 euros
- HP Designjet 4500 Scanner: 18.500 euros
- HP Designjet 4500 apilador: 2.000 euros

Aplicaciones para Dispositivos Móviles



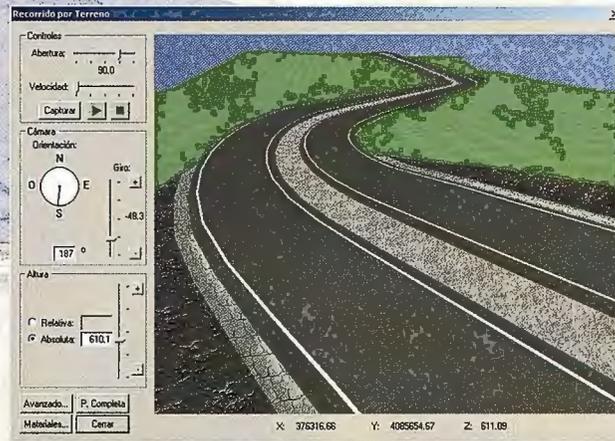
Gestión de Dibujos con potente CAD

Replanteo y Toma de Datos con GPS y Estación Total

Control de Obras de Túneles

TCP-MDT

Múltiples Superficies
Puntos Inteligentes
Secciones de Autovía
Recorrido Virtual



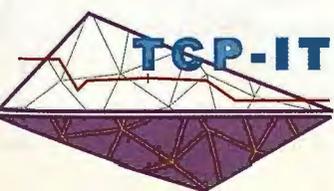
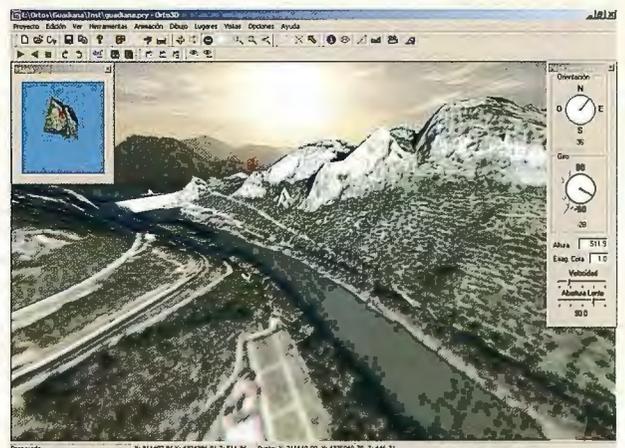
Edición de Cartografía
Cubicación Rápida
Parcelación



autodesk
 authorized developer

Orto3D

Presentaciones realistas de alta calidad
Proyectos de carreteras y urbanización
Estudios de impacto ambiental
Incorporación de cartografía
Animaciones y Videos



Nueva Denominación:



C/ Sumatra nº 9, 29190 - Málaga

Tlf: 952-439771

Fax: 952-431371

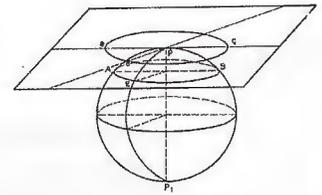
www.aplítótop.com

info@aplítótop.com

Galileo

El sistema europeo de navegación por satélite 2ª parte

El 28 de diciembre entró en órbita Giove-A, el primer satélite de la constelación Galileo.



Pascual Bolufer - Físico

Instituto Químico de Sarriá-Asociación Española de Periodismo Científico

INTRODUCCIÓN

Este artículo es la continuación del que en su día publicó la Revista Mapping en su nº referente a abril 2005

Es la primera etapa en la puesta en órbita del sistema de navegación por satélite, formada por una constelación de 30, que será operacional a partir de 2010.

Giove-A ha sido lanzado desde Baikonour (Kazakhstan) encargado de efectuar validaciones en órbita

En 2006 se le unirá el gemelo Giove-B, el cual incorpora un reloj maser de hidrógeno y 3 canales simultáneos de transmisión. Los dos satélites aseguran la primera fase de las validaciones en órbita. Los dos embarcan novedades tecnológicas esenciales para la puesta en práctica de la constelación de los 30.

Giove-1 debe cumplir 3 misiones:

1- validar las tecnologías críticas, por ej.: los nuevos relojes atómicos.

2- asegurar las frecuencias atribuidas a Galileo en el cuadro de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

3- caracterizar la órbita terrestre (órbita media) que será usada por los satélites operacionales.

Superada esta primera etapa, en 2008 serán lanzados otros 4 satélites. Es el número mínimo necesario para garantizar la posición exacta, y se instalarán las estaciones de seguimiento en Tierra. Son el primer núcleo de la constelación, y validarán el concepto básico Galileo con su componente de tierra, para a continuación terminar la puesta en órbita de los demás satélites, hasta 30. Solo 27 son operacionales, el resto 3 son de reserva, aparcados en órbitas circulares de unos 24 000 kms de altitud.

El posicionamiento se basa en las 3 coordenadas x, y, z más la señal del reloj.

La carga útil consiste en instrumentos de datación, es decir, los relojes atómicos de rubidio, generadores de señales e instrumentos de transmisión para amplificar las señales.

Galileo se inscribe en paralelo con el GPS americano y el Glonass ruso. En 2010 tendrá múltiples aplicaciones en el transporte aéreo, marítimo, terrestre, en cartografía, etc.

La primera parte de este artículo se publicó en abril pasado. Esta segunda parte es solo un complemento de la primera con informaciones recientes.

Se ha bautizado Giove al primer satélite para rendir homenaje a Galileo, el cual el 7 de enero de 1610 descubrió con

su telescopio 4 lunas de Júpiter: Io, Europa, Ganímedes y Calisto. Galileo cayó en la cuenta que esos satélites se ocultaban detrás de Júpiter, y esos eclipses se podían utilizar para conocer la Longitud Geográfica del observador terrestre o navegante. Se construyeron Tablas de los movimientos de los 4 satélites de Júpiter y se usaron para determinar la Longitud geográfica. La observación de esos eclipses fue una gran innovación en navegación, geodesia y cartografía de aquella época del siglo 17.

Casi 400 años más tarde llega a Europa el sistema de posicionamiento Galileo.



1- El satélite Envisat, de ESA, nos muestra unos incendios forestales en Portugal. Galileo se usará en situaciones de emergencia con precisión de 1 m.

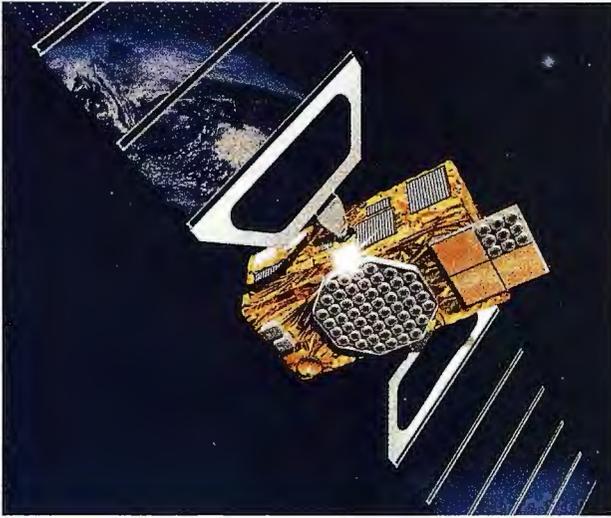
Dos centros de control en España

El 13 de diciembre los Ministros de Transporte y Telecomunicaciones de la Unión Europea se pusieron de acuerdo sobre el reparto de las sedes de Galileo. A España concedieron dos. «Es un magnífico resultado para España» aseguraba satisfecha la Ministra de Fomento, Magdalena Álvarez. Pero Francia se quedó con lo mejor: Toulouse será la sede del concesionario que desarrollará el Proyecto Galileo.

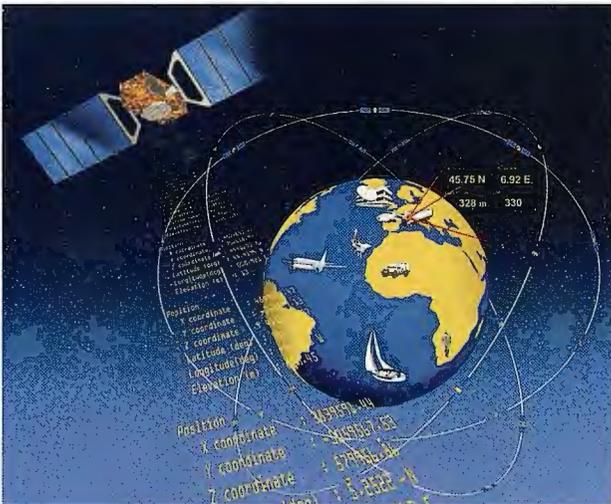
Alemania ha conseguido el centro de control de Galileo en Oberpfaffenhofen, cerca de Munich. Si tenemos en cuenta

que Alemania es el principal socio financiero de Galileo, se lo merecía.

España albergará un centro de servicios vinculado con la navegación aérea, que será un punto focal para el desarrollo de aplicaciones y servicios críticos para el transporte de viajeros y de mercancías peligrosas.



2-Satélite Galileo "Giove A" programado el 26 de diciembre, para honrar a Galileo. El 7 de enero de 1610 Galileo usó su anteojo, diseñado por él, con 2 lentes una convergente y otra divergente, sin par de inversión, ahora llamamos "gemelos de teatro", diferente de los prismáticos. Descubrió 4 satélites de Júpiter, y usó sus eclipses, para determinar la Longitud Geográfica del observador terrestre, un portento.



3-Galileo nos indica la posición con centésimas de grado y además la elevación sobre el nivel del mar. Gráfico de ESA.

El otro centro se dedicará al control de satélites, como operador. Las ubicaciones concretas de ambos centros se desconocen todavía. Un centro estará gestionado por AENA y el otro por Hispasat, que son las dos empresas españolas que participan en el Consorcio Galileo. AENA e Hispasat serán las empresas que seleccionen a las ciudades que van a albergar estos centros, en función del mejor servicio al ciudadano.

El aterrizaje de la aeronave

Es el caso más crítico del Galileo: aterrizaje con instrumentos, sin visibilidad y con cizalladura de viento. Por supuesto, contamos con Eurocontrol, el ATC y el sistema electrónico con balizas, el ILS.

Los controladores de área reciben avisos a veces de que pueden sufrir una interrupción del GPS, incluido el diferencial, en cosa de minutos. Según el Proyecto Galileo no se puede tolerar ningún fallo, precisamente cuando más se necesita una señal exacta, a punto de tocar pista.

No se trata de señales de alerta para un servicio de salvamento. En un aterrizaje normal hace falta la precisión de 1m. En el plano horizontal se consigue, pero en el vertical la precisión desciende.

La situación es tan urgente, que no podemos esperar a que el Galileo esté desplegado en 2010. La Unión Europea, de acuerdo con Eurocontrol y ESA han decidido mejorar el GPS ya ahora. Sobre todo en asegurar que la señal nunca fallará, cuando más se necesita. Se trata además de superar al GPS en un orden de magnitud.

El EGNOS

En julio 2005 comenzó a funcionar EGNOS, todo un éxito para el Consorcio Galileo. The European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) es el primer intento europeo de navegación por satélite. Es una mejora del GPS pero solo para Europa, que permite al operador europeo usar igual el GPS que el GLONASS ruso, pero en un nivel superior de calidad. EGNOS está pensado principalmente para las maniobras de aterrizaje, pero tiene además muchas aplicaciones civiles. Se logra una precisión de 1-2 m en horizontal (antes eran 20 m) y 3-5 m en vertical.

También la seguridad queda mejorada, pues se da una señal de alerta en solo 6 segs, si falla el GPS.



4-Supersónico de negocios, el QSST, Quiet Supersonic Transport, con velocidad de crucero de Mach 1,8. Requiere pista de 4 kms.



5-Un nuevo "Concorde" japonés, diseñado para quemar hidrógeno.

Reconocemos gustosamente que el GPS ha revolucionado la navegación, desde hace 2 décadas, pero ciertamente tiene fallos, a veces causados por ser un sistema militar de EE.UU. El EGNOS pretende mejorar el sistema, mientras es-

peramos al Galileo.

Ahora cuando falla un satélite GPS tardamos hasta 3 horas, hasta que se declara, que tal satélite ha entrado en avería, y durante esas 3 horas la precisión desciende a más de 100 m. En cambio con el EGNOS el fallo se reduce a 6 segundos.

De momento el EGNOS abarca solo Europa, pero cubrirá otras áreas, por ej.: África y América del Sur. La financiación del EGNOS depende solo de las autoridades europeas, así ayudan a Eurocontrol. EGNOS cumple totalmente la legislación de ICAO, la organización internacional del tráfico aéreo. En 2006 cuando sea certificado el servicio EGNOS, será oficial en Aviación Civil.

ESA ha creado una página web para los profesionales de EGNOS, interesados por la navegación por satélite, y ha construido una red terrestre de estaciones de referencia.

EGNOS utiliza 3 satélites geoestacionarios que sirven de enlace entre los del GPS, Glonass y las estaciones terrestres. Así la señal no falla, o casi nunca.

En 2007 se unirá EGNOS con Safety-of Live Service, de Galileo.

En los días 27-28 de octubre se celebró un Seminario sobre EGNOS en Gdynia, Polonia, con asistencia de 120 participantes, pertenecientes a 18 países para juzgar el sistema, ya operativo desde Julio.

Ya existe en el comercio el receptor PolaRx2 GNSS, que usa las señales de EGNOS vía Internet. Los operadores de zonas urbanas con frecuencia no pueden avistar a los satéli-

tes geoestacionarios, pero con Internet resuelven el problema.

EGNOS transmite las correcciones debidas a la refracción ionosférica, la cual varía debido a varias circunstancias, principalmente la actividad solar. La refracción retrasa el tiempo de «vuelo» de la señal satélite-usuario. Enviar la señal por dos trayectos diferentes permite afinar el retraso introducido por la ionosfera, y mantiene el nivel de precisión.

El Consorcio Galileo

Está formado por Aena, Hispasat, EADS, Alcatel, Thales, Finmeccanica e Inmarsat. Son los encargados de construir los satélites y las infraestructuras, el segmento terrestre de estaciones.

¿Problemas en el Consorcio? Por supuesto. En la revista belga Athena, octubre 2005, leemos que el contrato entre ESA y el Consorcio para construir los 4 satélites de Galileo no se pudo firmar en Junio pasado, como estaba previsto, porque esta fase de desarrollo y validación cuesta 400 millones de euros más de lo previsto, y Athena duda que Galileo sea operacional en 2010.

Y en el periódico Le Figaro, 6 diciembre 2005 leemos que en la última reunión ESA-Consorcio, Alemania adoptó una actitud que ponía en peligro el Proyecto Galileo, pero ESA premió a Alemania concediéndole el Centro de Control de Oberpfaffenhofen, y todo sigue bien. Aseguran que serán 150 000 puestos de trabajo nuevos, creados por Galileo durante 20 años. El Proyecto sigue y con buena salud.

Noticias Leica

Leica Geosystems presenta el Gps SmartRover: El GPS RTK en bastón sin cables más ligero del mundo

Sin cables, sumamente ligero y totalmente compatible con el Leica System 1200 y el Smart-Station, el nuevo GPS SmartRover RTK se presenta como la herramienta ideal para la topografía moderna.

El nuevo Leica SmartRover es la solución GPS todo en el bastón más ligera del mundo. Compuesto por la Smart-Antenna ATX1230 y el terminal RX1250. El nuevo GPS SmartRover se lanza como la solución completa sin cables, proporcionando la máxima flexibilidad con menos componentes. Pesando sólo 2.8kg, Leica SmartRover reduce la fatiga del operador y maximiza la productividad.

Más fácil, más rápido y con prestaciones excepcionales

El nuevo Terminal Leica RX1250 incluye Windows CE y la tecnología inalámbrica Bluetooth™. Esto facilita el contacto directo con la oficina vía Internet para actualizar o bajar los datos de campo incrementando la productividad. Con la integración de la Tarjeta CF, los datos pueden ser intercambiados con un Sistema Leica 1200 que proporciona la alta compatibilidad X-Funtion. Además, Leica Smart-

Rover incluye las tecnologías SmartTrack y Smart-Check, que demuestran los mejores resultados en rapidez y fiabilidad en el sistema GPS. Leica SmartRover es el perfecto compañero para trabajos de topografía.



Totalmente compatible con Leica SmartStation

Leica SmartRover es totalmente compatible con Leica SmartStation, la primera estación total del mundo con el GPS integrado. Usa SmartStation para estacionar tu estación total y después cambia la SmartAntenna para continuar el trabajo en GPS RTK con la solución todo en el bastón SmartRover.

Leica SmartRover Movimiento ligero

BLUETOOTH

SMART TRACK

WINDOWS CE

WORKING
TOGETHER

FUNCTION
integrated

LEICA SYSTEM 1200

El GPS RTK en bastón sin cables más ligero del mundo. La última innovación de Leica Geosystems



El nuevo **Leica SmartRover** es la solución GPS todo en el bastón más ligera del mundo y es totalmente compatible con el SmartStation, la primera estación total del mundo con el GPS integrado. Usa SmartStation para estacionar tu estación total y después cambia la SmartAntenna para continuar

el trabajo en GPS RTK con la solución todo en el bastón SmartRover. Disfrute de las excepcionales prestaciones del GPS todo en el bastón más ligera del mundo. Reduce la fatiga del operador y maximiza la productividad, el nuevo SmartRover de **Leica Geosystems**, el especialista en topografía.

Leica SmartRover

- Todo en el bastón
- Pesa sólo 2,8 kg
- Totalmente compatible con el Leica System 1200 y el SmartStation
- Windows CE y tecnología sin cables Bluetooth™ con tres puertos
- Los mejores resultados GPS con SmartTrack y SmartCheck
- Tu compañero perfecto para las tareas más exigentes

El nuevo GPS SmartRover se lanza como la solución completa sin cables, proporcionando la máxima flexibilidad con menos componentes. Es totalmente compatible con el SmartStation y está diseñado para crecer con sus necesidades. Quítese un peso de encima y de sus espaldas y llámenos para pedir una demostración del nuevo SmartRover. No se arrepentirá de haberlo probado.

Leica Geosystems, s.l.
Nicaragua, 46, 2ª 1ª
E- 08029 BARCELONA
Tlf.: (+34) 93 494 94 40
Fax: (+34) 93 494 94 42
www.leica-geosystems.com

- when it has to be right

Leica
Geosystems

POSICIONAMIENTO Y VERTI- DOS CON GANGUIL EN LA AM- PLIACIÓN DEL PUERTO DE BARCELONA, DIQUE ESTE



Anfonso Alcaraz Llanas, FCC Construcción, S.A. Jefe Topografía UTE Dique Este
Jose Antonio Anta Viguera, Microgesa, Responsable Productos Topografía (Protopo, Gpsat-Ganguil)
Carles Fonfría-Salicru, Al-Top Topografía, Responsable Informática. Integrador Sistemas

ANTECEDENTES

El Puerto de Barcelona no es la primera vez que se amplía. En sus cerca de 600 años de historia, se han realizado tres grandes obras de ampliación de sus infraestructuras (dársenas, muelles y superficies terrestres) con las que se ha duplicado y configurado el puerto que actualmente se conoce.

Partiendo de un puerto inicial que finalizaba en la actual Torre del Reloj, en 1860 se inició la primera ampliación que superó la Barceloneta, en 1900 se alargaron los muelles hasta Montjuïc. En 1965 se dobló el puerto existente hasta entonces, llegando hasta el Llobregat.

Actualmente se está realizando la cuarta ampliación histórica, más grande que las anteriores, por el impacto de su configuración infraestructural, ya que se volverá a duplicar la superficie portuaria actual, como por el gran desembolso económico que supone.

Estas ampliaciones se enmarcan en un escenario de evidente déficit de espacio e infraestructuras. El ritmo de crecimiento del puerto ha sido espectacular, con una actividad comercial que en los últimos 10 años ha superado el 150%, con un tráfico de vehículos de 170.000 a 650.000, y con 1.049.230 cruceristas que sitúan el puerto de Barcelona como el primero de Europa en este segmento de tráfico. Este ritmo de crecimiento evidencia la necesidad de iniciar obras de ampliación y de finalizarlas lo antes posible.



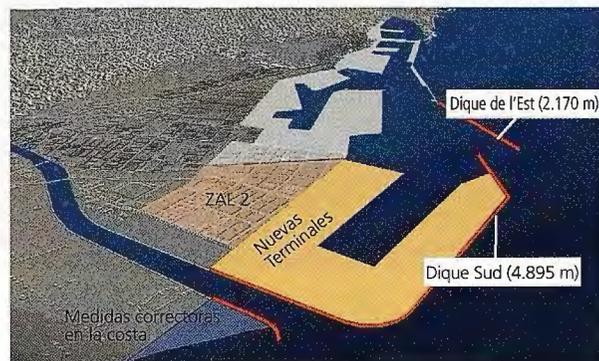
Toda esta ampliación supondrá un crecimiento en la línea de atraque, superficie terrestre, nuevos accesos, y en nuevas líneas marítimas, nuevos servicios, nuevas conexiones,... Todas estas actuaciones consolidarán al Puerto de Barcelona como núcleo de la principal plataforma logística euromediterránea; junto con las actuaciones del Plan Delta, supondrá uno de los centros de primer nivel en la red de comunicaciones europea.

AMPLIACIÓN:

El plan de ampliación del Puerto, representa un crecimiento hacia el sur; con la desviación del río Llobregat y la creación de dos diques de abrigo, Este y Sur. Con dichos diques, se habrá creado una zona de aguas abrigadas que permitirá construir los futuros muelles.

Es importante señalar que en toda la ampliación, se han seguido los criterios de sostenibilidad que comportan la protección del medio ambiente, detectando los posibles impactos a través de diversos trabajos y estudios y formulando distintas medidas correctoras: creación nuevas playas en la margen sur, en Bunyola, recuperación de línea de costa, creación de zonas húmedas en el interior de playas,...

Ampliación superficie del Puerto



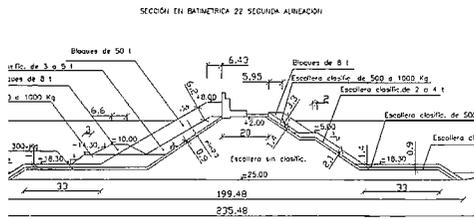
DIQUE ESTE

La Autoridad Portuaria de Barcelona (APB) adjudicó las obras del Dique Este a la UTE formada por FCC Construcción, Ferroviaria-Agroman, Construcciones Rubau y Copisa por un importe de 197,2 millones de Euros. Esta obra, es una prolongación del actual dique, con una ampliación de 2.170 metros y un plazo de ejecución de 58 meses.

La profundidad a rellenar comprende entre la cota -25 m. de fondo marino dragado a la cota +2 m. y un ancho en la base del dique de 200 m. Así como una longitud de 2.170 m. Estas dimensiones suponen un volcado de material de unos 10 Millones de toneladas de escollera sin clasificar y 2,4 M.Tn. de escollera clasificada, con una posterior colocación de 450.000 m³ de hormigón en bloques de 50 Tn. a lo largo del dique.

La obra se plantea en principio, como una subida del fondo marino a través de descargas de material realizadas des-

de barcos especiales (Gánguiles) realizándose con una precisión submétrica hasta una determinada profundidad.



Un Gánguil es un barco especial que tiene las bodegas abiertas por la superficie, en el que se carga escolleras, desde el muelle de un puerto, para un posterior vertido en un punto concreto mediante la apertura del fondo del barco, cayendo todo el material cargado.



Para los profanos en este tipo de trabajos, si lo comparamos con una obra en tierra, diremos que en tierra, se puede materializar la franja de terreno a terraplenar mediante estacas y que el maquinista tiene visibilidad clara de la obra y de los vertidos realizados. Ahora bien, en el Mar es bastante difícil materializar la franja de obra e imposible ver donde se realizaron los vertidos. El posicionamiento del barco se suele hacer con sistemas GPS, el cual, si disponemos de dos unidades o de un receptor especial, podremos además de posicionarlo, orientarlo, muy importante dada la dimensión longitudinal del barco. Respecto a la localización de los vertidos realizados, se suele ayudar de sistemas cartográficos apoyados en ordenadores en los cuales se representa la cartografía del puerto, la obra, la posición del barco y una malla de celdas en las cuales tenemos que verter. El Patrón del barco se fijará en una pantalla para situar el barco en la posición correcta.



Al igual que una obra en tierra, los vertidos se planifican como una especie de Tongadas, denominándolas planta de vertidos o lote de vertidos, siendo las primeras inútiles ya que lo único que hacen es sanear el fondo, sirviendo de cimiento de las demás.

Para las obras del Dique Este, se cuenta con 5 barcos Gánguiles, dos de pequeña capacidad (300 m³ y 450 m³), y tres de gran capacidad (800 m³ y 1000 m³). Es muy importante explicar las características e importancia de la utilización de estos barcos, ya que la disponibilidad de un barco de estas características es muy baja. Se puede entender claramente que se evite pérdidas de tiempo, fallos en los vertidos, y aprovechamiento al máximo del barco.

La carga del material se realiza en dos puntos diferentes según la envergadura del Gánguil:

- Los dos barcos pequeños cargan en el propio puerto de Barcelona en el muelle de Inflamables.
- Los tres Barcos Grandes cargan en Vallcarca, en zona de cantera en la costa del Garraf, a 17 millas.

Comentar que el material que se vierte suele ser escollera sin clasificar y clasificada.

EQUIPOS

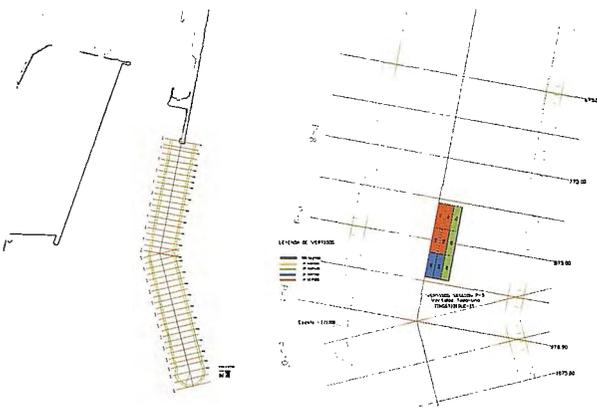
Como se ha podido leer, dada la envergadura de la obra, la disponibilidad y precio de los barcos, se requiere controlar la localización y tiempo de los vertidos para impedir pérdidas de tiempo. Tanto el suministro como el constante mantenimiento se han confiado a las casas AL-TOP Topografía y MICROGESA, las cuales han suministrado los sistemas de localización y control de vertidos de los 5 Gánguiles:



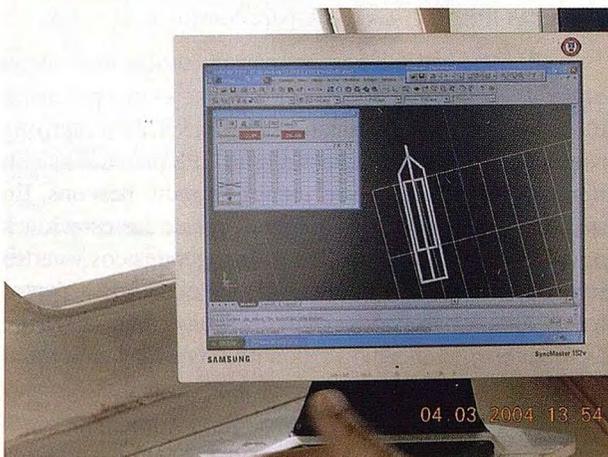
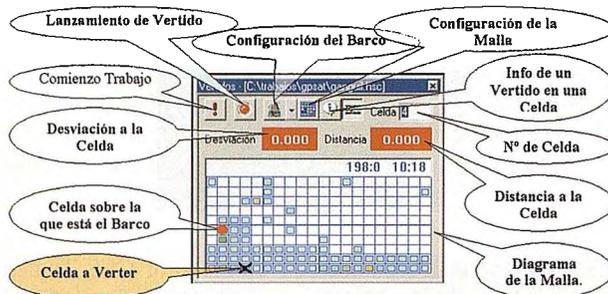
Cada sistema está formado por un receptor GPS Thales 3011, un ordenador con monitor TFT 17 pulgadas, y un programa GPSAT-GANGUIL para control de vertidos.

- El 3011 es GPS girocompás que utiliza una antena doble GPS y permite obtener el rumbo con una precisión de 0,5°. Para obtener precisiones submétricas se aprovecharon las posibilidades que ofrece el GPS para trabajar en diferencial utilizando correcciones de radio beacons. En este caso se utilizaron las correcciones de las estaciones de Llobregat y Salou. Los parámetros geodésicos y cartografía utilizada son proporcionados por el ICC. El receptor proporciona coordenadas corregidas con el azimut del eje, al ordenador, en el cual dispondremos de la aplicación GPSAT-GANGUIL.
- GANGUIL es una aplicación complementaria a GPSat y que está integrada en Autocad. Permite recoger la

posición de una o dos antenas GPS posicionarlas mediante un bloque de Autocad (un barco), y proporcionarnos toda la información para realizar los vertidos en la celda definida en nuestro proyecto. Esta aplicación es manejada por el mismo Patrón del barco, teniendo toda la información necesaria para realizar los vertidos. El Patrón solo tiene que manejar tres botones: comenzar, identificar la celda, realizar vertido. El programa va proporcionando información grafica mediante pantallas de rumbo y movimiento del barco en el ordenador, y numérica mediante valores de distancia y rumbo para llegar a la celda a verter. Existe una planificación previa del trabajo que se realiza en la oficina, en la que se dimensiona la malla, se ubica y se orienta. A continuación se selecciona la paleta de colores a trabajar y el bloque de Autocad para representarnos el Gánguil. La paleta de colores nos servirá para simbolizar el número de vertidos realizados; así, si la celda es amarilla es que tiene un vertido, si es verde-amarillo tiene dos vertidos, si es verde tres,.... y así sucesivamente tal como lo hallamos configurado.



El programa proporciona dos pantallas principales: La primera es la de GPSAT, la cual indica los datos recibidos del GPS, las coordenadas, y pantalla de Rumbos



La segunda es la pantalla principal de Gánguil, la cual proporciona una cuadrícula con todas las celdas a verter, y con todos los accesos a las herramientas a utilizar. Esta pantalla es dinámica con Autocad, utilizándose como esquema de vertidos.

El sistema general está preparado para que lo utilice personal no cualificado en programas de informática. El patrón del barco señala una celda a verter mediante el ratón o escribiéndola en la casilla, el programa la representará tanto en la pantalla del esquema como en Autocad mediante una cruz. El barco se representará mediante un círculo rojo en la pantalla de esquemas y mediante un bloque en Autocad. Según proporcione posición el GPS el bloque de Autocad y el círculo se irán moviendo, además, existirá una línea de unión entre el barco y la celda que dinámicamente se mueve. Comentar que el tipo de GPS (THALES 3011) posee una antena doble conectada a un solo receptor, proporcionando además de posición, la orientación entre las dos antenas, que previamente orientaremos con el eje del barco. El programa proporciona al patrón toda la información geométrica y náutica para llegar a la celda a verter. Una vez llegada a ella y orientado el gánguil, se procederá a realizar el vertido. Esta acción se realiza mediante un mecanismo que tiene el barco por el cual se abre su parte inferior, cayendo todo el material al fondo marino; y con información que automáticamente se guarda (posición teórica y real del vertido, día y hora, orientación).

Toda esta información se guarda en un fichero histórico al cual solo tiene acceso el jefe de topografía, y que semanalmente como sistema de control, recogerá el fichero para obtener pantallas e informes en papel con toda la información de los vertidos se han realizado.

Fecha 16 de Septiembre de 2003 Página 25

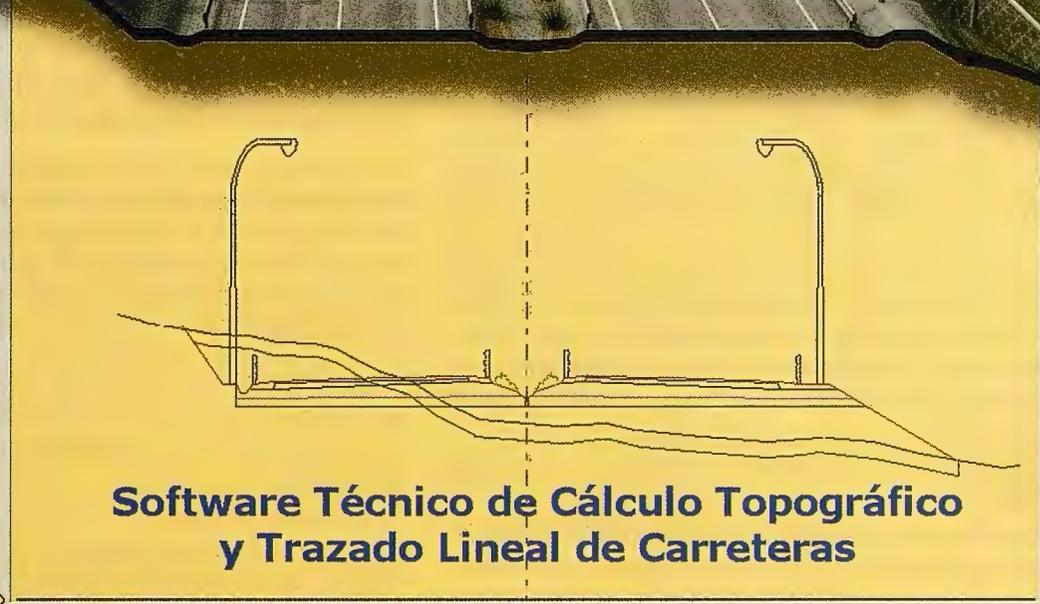
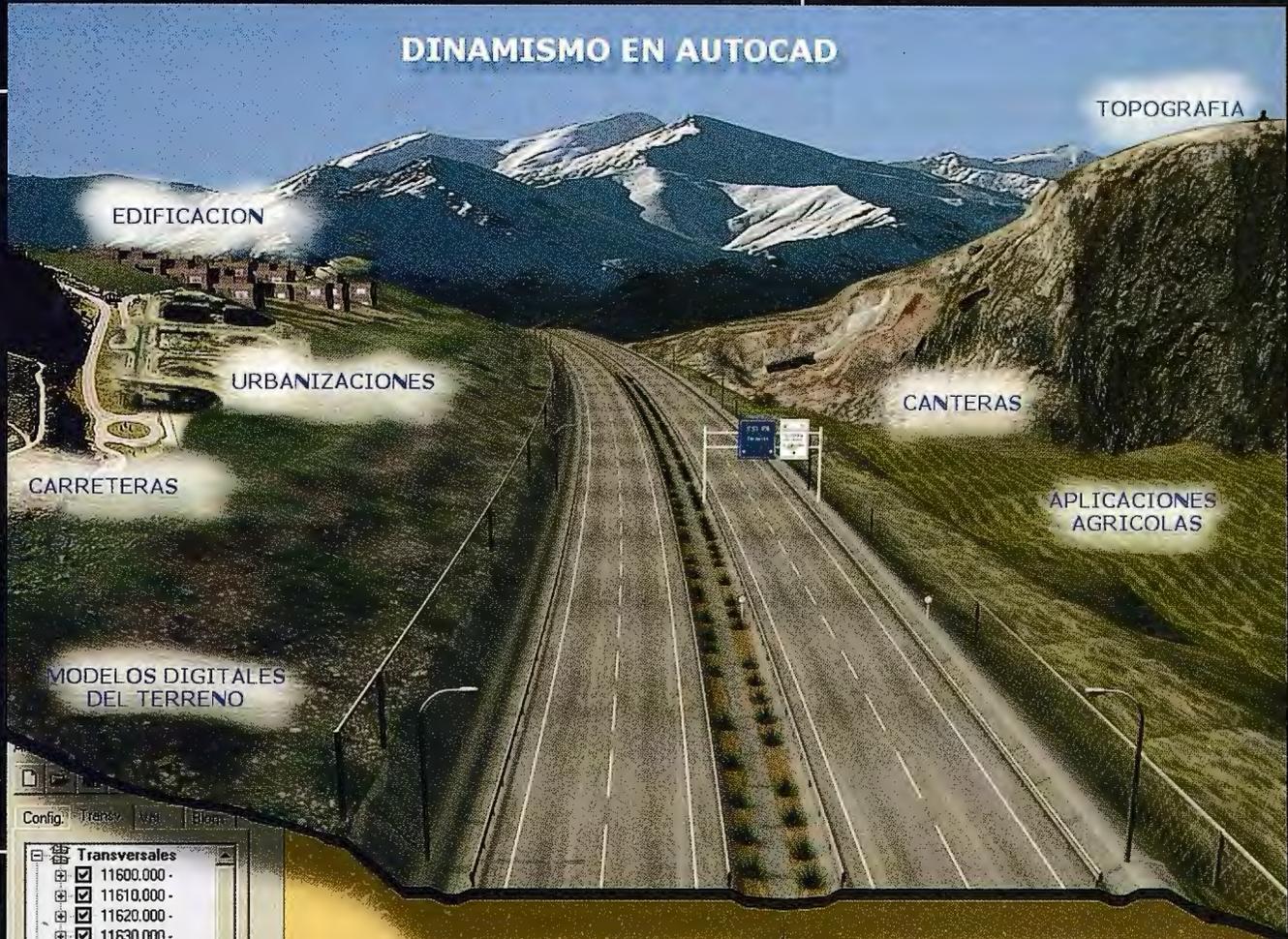
Histórico C:\trabajos\gpsat\ganguil.hsc

	Celda	183	Vertido	1
	Comentario		Gánguil	Ninguno
	Fecha	15-6-2003	Hora PC	18:25:16
	Posición X	430543.5	Posición Y	4576940.0
	Desviación	-5.85	Distancia	4.96
	Celda	183	Vertido	2
	Comentario		Gánguil	Ninguno
	Fecha	15-6-2003	Hora PC	18:25:23
	Posición X	430540.8	Posición Y	4576950.3
	Desviación	-5.95	Distancia	15.64
	Celda	183	Vertido	3
	Comentario		Gánguil	Ninguno
	Fecha	18-6-2003	Hora PC	23:21:22
	Posición X	0.0	Posición Y	0.0
	Desviación	0.00	Distancia	0.00
	Celda	183	Vertido	4
	Comentario		Gánguil	Ninguno
	Fecha	19-6-2003	Hora PC	9:28:19
	Posición X	0.0	Posición Y	0.0
	Desviación	0.00	Distancia	0.00

Periódicamente se realizan comprobaciones del estado de los vertidos mediante batimetrías. Estas se realizan con un sistema hidrográfico profesional para batimetrías compuestas por, un GPS Trimble 5700, doble frecuencia en tiempo real, con precisión centimétrica. Una ecosonda Simrad EA400P doble frecuencia, de 33-200 KHz con software hidrográfico Sextant. A continuación se realizan los oportunos curvados batimétricos mediante el programa topográfico PROTOPO.

PROTOPO 6.0

DINAMISMO EN AUTOCAD

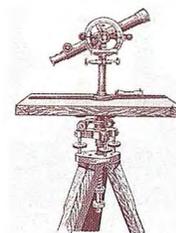


- Config. Transv. Mpl. Blen.
- Transversales
 - 11600.000 -
 - 11610.000 -
 - 11620.000 -
 - 11630.000 -
 - 11640.000 -
 - 11650.000 -
 - 11660.000 -
 - 11670.000 -
 - 11680.000 -
 - 11690.000 -
 - 11700.000 -
 - 11710.000 -
 - 11720.000 -
 - 11730.000 -
 - 11740.000 -
 - 11750.000 -
 - 11760.000 -
 - 11770.000 -
 - 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 -
 - 11910.000 -
 - 11920.000 -
 - 11930.000 -
 - 11940.000 -
 - 11950.000 -
 - 11960.000 -
 - 11970.000 -
 - 11980.000 -
 - 11990.000 -
 - 12000.000 -

Vértices	Transversales	Dist.	Cota	Pend.	C.Roja	Ver	Código	Capa
0/1207		-22.563	514.070	0.00000		<input checked="" type="checkbox"/>	Sin código	TERRENO
1		10.000	514.070	0.00000		<input checked="" type="checkbox"/>	Sin código	TERRENO
2		10.000	514.070	0.00000		<input checked="" type="checkbox"/>	Sin código	TERRENO
3		10.000	514.070	0.00000		<input checked="" type="checkbox"/>	Sin código	VEGETAL
4		10.000	514.070	0.00000		<input checked="" type="checkbox"/>	Tallo de desmonte	PROYECTO
5		10.000	514.070	0.00000		<input checked="" type="checkbox"/>	Sin código	VEGETAL
6		10.000	514.070	0.00000		<input checked="" type="checkbox"/>	Sin código	TERRENO
7		10.000	514.070	0.00000		<input checked="" type="checkbox"/>	Sin código	VEGETAL

DISPONIBLE PARA AUTOCAD 2005





IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA BASADA EN TECNOLOGÍA SIG Y TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO PARA LA OBTENCIÓN DE MAPAS DE ORIENTACIÓN A LA UBICACIÓN DE INSTALACIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS

¹ Bordás, R.; ² Gallardo, A. y ² Bovea M.D.

1. Ingeniero Industrial, 2. INGRES Ingeniería de Residuos - Universitat Jaume I. - Castellon

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) se pueden definir de forma sencilla como una tecnología informática para gestionar y analizar información espacial (Bosque, 1992), aunque en la bibliografía se encuentran otras definiciones más completas, enfatizando a veces en el aspecto informático o en el geográfico.

En el campo de la ingeniería de los residuos, la ubicación y el dimensionado de instalaciones requiere conocer y relacionar un gran número de variables y parámetros espaciales: trazado y optimización de rutas de recogida, situación y ubicación de vertederos y estaciones de transferencias, etc. Por ello en los últimos años se ha empezado a aplicar la tecnología SIG a la gestión integral de los residuos.

El primer ejemplo de aplicación de esta herramienta al campo de los residuos fue para la ubicación de un vertedero de residuos peligrosos en el sudeste de EE.UU. (Jensen y Christensen, 1984). A partir de ese momento se han ido sucediendo aplicaciones a los diferentes problemas de la gestión de residuos: ubicación de vertederos e instalaciones de tratamiento, diseño de redes de recogida, inventarios de vertederos, etc. (Gallardo, 2000([Leao et al., 2004]). En España, en los últimos años también se han dado algunos ejemplos, cabe destacar el GIS de localización de vertederos para la Comunidad de Madrid diseñado por J. Bosque Sendra y su grupo de colaboradores (Bosque, 1999).

En este artículo se presenta la herramienta LIGRE (Localización de Instalaciones de Gestión de Residuos) diseñada para generar mapas de orientación para la localización de instalaciones de gestión de residuos. Se ha desarrollado como una extensión del programa comercial ArcView 3.2 y se ha utilizado el lenguaje de programación propio del software: Avenue. El modelo ha sido desarrollado por el grupo INGRES (Ingeniería de Residuos) de la Universitat Jaume I de Castellón (www.ingres.uji.es). Se explicará la metodología seguida para su desarrollo, su estructura y manejo. El objetivo de LIGRE es facilitar al técnico la tarea de realizar una primera zonificación del territorio, a gran escala, con el propósito de descartar grandes zonas no aptas y

obtener una clasificación orientativa de aquellas que sí lo son. Para el proceso de valoración y clasificación LIGRE tiene implementado dos métodos de decisión multicriterio, dando la opción al usuario de elegir el más adecuado. El resultado de la aplicación es un mapa en el que se pueden distinguir las diferentes zonas en función de su grado de idoneidad para ubicar una instalación, pudiéndose computar la superficie total de cada una y conocer sus referencias geográficas.

Para validar la herramienta se ha construido el mapa de orientación al vertido de residuos sólidos urbanos de la provincia de Castellón y se ha comprobado si los vertederos más importantes están correctamente situados.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

La herramienta LIGRE se ha implementado en un SIG comercial. Por ello, en primer lugar ha sido necesario establecer un conjunto de requerimientos necesarios para nuestra aplicación y hacer un posterior análisis de los SIG disponibles en el mercado. Los criterios de selección han sido los siguientes:

- Representación raster. Los sistemas raster presentan una serie de ventajas imprescindibles para su aplicación en la generación y posterior superposición de mapas zonificados.
- Representación vectorial. Será necesaria en la representación de algunos mapas donde los elementos a destacar estén descritos mediante las coordenadas de sus fronteras (mapas de ríos, carreteras, ferrocarril, etc.).
- Conversión raster-vectorial y viceversa. El programa ha de permitir el paso de una representación a otra en los dos sentidos posibles, ya que puede ser necesario en cualquier punto del proceso.
- Operaciones de edición y dibujo. Deben permitir un fácil acceso y gestión tanto de las tablas como de los mapas que contienen la información geográfica. Posibilitando así la depuración de la cartografía y/o posteriores operaciones de digitalización.

- Soportar el mayor número de formatos para datos espaciales. Interesan los dibujos CAD, algunos modelos vectoriales, las fotos digitalizadas y los modelos digitales del terreno.

- Incluir bases de datos de diferentes fuentes. Las bases de datos pueden provenir de un servidor en el mismo terminal o un servidor remoto (con conexión en red). Estos servidores deben ser lo más universales posibles con el fin de facilitar su compatibilidad, como por ejemplo Oracle, MSAccess, etc.

- Posibilidad de programación. En el caso de que las funciones básicas del SIG no realicen todas las operaciones deseadas, será conveniente que disponga de un lenguaje sencillo de programación para generar nuevas rutinas y funciones concretas, como es el caso de las herramientas de las técnicas de decisión multicriterio. Se buscará un lenguaje de programación fácil que requiera el menor tiempo posible de aprendizaje.

- Utilización generalizada. El sistema elegido ha de ser utilizado y conocido por el mayor número de administraciones y empresas posible.

- Funcionalidad amplia en el tratamiento cartográfico. Posibilidad de trabajar con un número elevado de sistemas de coordenadas geográficas (datums) y proyecciones diferentes. Capacidad para la conversión de un sistema de coordenadas a otro, o de una proyección a otra diferente.

- Disponer de un módulo de digitalización. Posiblemente no se podrán hallar todos los mapas temáticos que se necesitan en formato digital. Se habrá de recurrir entonces a mapas impresos. Será un aspecto importante del programa el que cuente con un módulo que facilite la entrada de datos desde tableta digitalizadora.

- Presentación de resultados. Amplia variedad de opciones en la presentación de resultados: tablas, mapas, gráficos, imágenes, etc.

De entre todos los paquetes comerciales analizados se ha elegido el ArcView de la casa ESRI. Este SIG además de cumplir con todos los requisitos impuestos, tiene como base al potente ARC/INFO, con altas prestaciones en análisis geográfico que pueden ser utilizadas en cualquier momento. Por otro lado, si no se alcanzan las posibilidades de desarrollo deseadas, el ArcView dispone de una capacidad de desarrollo adicional mediante el VisualBasic en entorno Windows. Por último, otra ventaja que también ha pesado en su elección ha sido que empresas y administraciones cercanas disponen de ArcView y/o ARC/INFO.

METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LIGRE.

Para el diseño y posterior implementación de la herramienta LIGRE, ha sido necesario plantearse previamente una serie de pasos:

1. Establecer los requisitos de diseño: características y funciones de la herramienta.
2. Definir el modelo conceptual: factores a considerar y métodos de decisión multicriterio.
3. Implementación de la herramienta.

4. Validación de la herramienta: construcción del mapa de orientación al vertido de RSU en la provincia de Castellón.

REQUISITOS DE DISEÑO.

La herramienta deberá tener una estructura abierta y adaptable en todo momento. Esta característica se logrará ofreciendo al usuario la posibilidad de elegir los diferentes parámetros que intervienen en el proceso de cálculo.

Para conseguir este objetivo se dispone de la extensión del ArcView: Dialog Designer. Con ella se creará un conjunto de ventanas de diálogo personalizadas e integradas en el entorno del ArcView, cuya función será informar al usuario y permitir la entrada de datos a LIGRE. Para el correcto funcionamiento de estos diálogos es necesario asociarles uno o más scripts, programados con el lenguaje Avenue.

Otra característica que se considerará en todo momento en el diseño de la herramienta es la facilidad de manejo de la misma. Para ello cada nuevo proyecto de LIGRE incluye automáticamente una serie de vistas, para que los mapas de entrada y los que vayan resultando durante la aplicación de la herramienta se organicen de manera lógica.

Se pretende asimismo automatizar el procedimiento de obtención de los mapas al máximo, englobando el mayor número de operaciones posibles del ArcView en una sola operación de la herramienta LIGRE.

Respecto a las funciones que debe contener la herramienta, serán necesarias las dos siguientes:

- Generación de mapas temáticos: los mapas disponibles se zonifican en función los criterios establecidos y se les asigna la valoración que le corresponda a cada zona. Los nuevos mapas resultantes deberán estar en representación raster para poder superponerse.

- Superposición de mapas temáticos: una vez obtenidos los mapas zonificados se superpondrán aplicando un método de decisión multicriterio. A partir de los índices de ponderación de los diferentes factores y las valoraciones de la diferentes zonas de los mapas temáticos se efectuarán las operaciones matemáticas propias de cada método multicriterio.

MODELO CONCEPTUAL.

El siguiente paso consiste en la definición del modelo conceptual de la herramienta, el cual representa la metodología que deberá seguir el usuario para la obtención del mapa final de orientación a la localización de instalaciones de gestión de residuos (figura 1).

Del diagrama anterior se desprende la necesidad de definir dos aspectos clave: los factores a considerar y el método de decisión multicriterio.

FACTORES.

La ubicación de una instalación de gestión de residuos provoca en el medio ambiente un impacto más o menos importante dependiendo de la instalación y el medio donde se ubique. Por ello es fundamental que se definan aquellos factores ambientales más importantes y se valore la idoneidad del terreno en función del impacto que puede provocar la instalación. Se han estudiado todos los que pueden verse afectados por la ubicación de las diferentes instalaciones (estación de transferencia, planta de recuperación de materiales, plantas de recuperación energética, plantas de biotratamiento y vertederos), consultando una

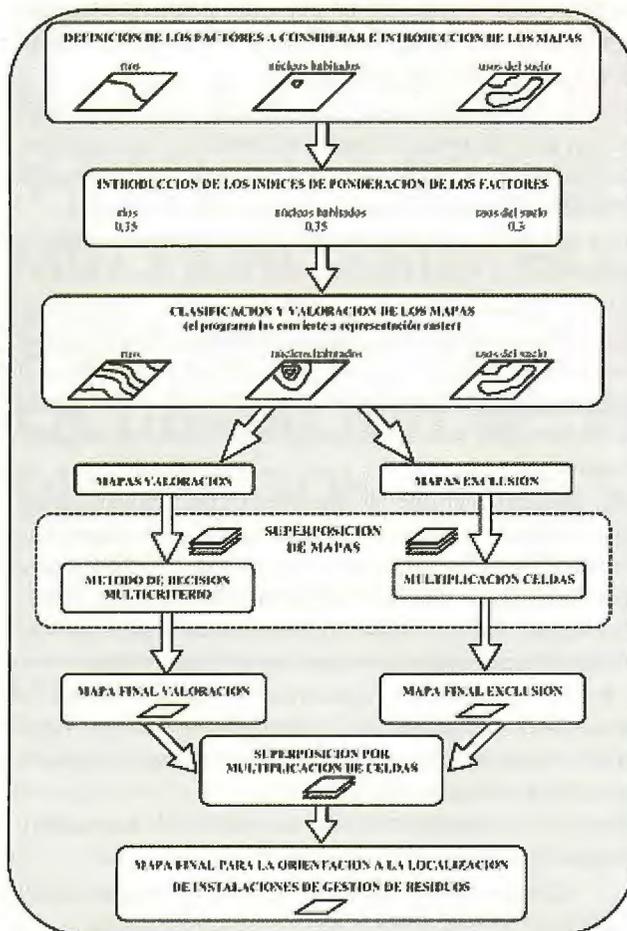


Figura 1 Modelo conceptual de LIGRE

extensa bibliografía [Masia, 1995; Lewin, 1997; Dörhofer, 1995; Hussey, 1996; Del Pozo, 1990; Della Bella, 1995; Leao, 2001 (y toda la normativa aplicable a nivel nacional. Como resultado a esta labor se ha obtenido un total de 19 factores. A continuación se da una relación de los mismos y de las variables que los definen (tabla 1):

FACTOR	VARIABLE DE VALORACIÓN
Núcleos habitados	Distancia al núcleo
Aguas superficiales	Distancia a los cursos de agua
Masas de agua	Distancia a las masas de agua
Línea de costa	Distancia a la línea de costa
Áreas inundables	Consideración o no como área inundable
Aguas subterráneas	Espesor de la zona no saturada
Pendiente del terreno	Inclinación en % del terreno
Precipitaciones	Volumen de precipitaciones
Litología	Grado de autodepuración de fixiviados, riesgo de deslizamiento
Permeabilidad del terreno	Grado de permeabilidad
Riesgo sísmico	Nivel de riesgo sísmico
Masas forestales	Existencia de riqueza forestal
Parques o reservas naturales	Distancia a reservas naturales
Patrimonio arqueológico e histórico	Existencia de patrimonio
Impacto visual	Inclusión o no en la cuenca visual
Viales	Distancia a carreteras
Líneas de ferrocarril	Distancia al ferrocarril
Aeropuertos	Distancia a aeropuertos
Usos del suelo	Calificación del suelo

Tabla 1 Factores y variables que intervienen en la valoración de zonas aptas para instalaciones de gestión de residuos

El número de factores a considerar y las escalas de medida aplicables a cada uno de ellos dependerá del tipo de instalación que se desee ubicar (por ejemplo, para el factor «núcleos habitados» las distancias mínimas a los núcleos serán distintas si se trata de un vertedero o de una estación de transferencia). Tanto los factores como las escalas los deberá establecer el usuario, y vendrán determinadas por su experiencia y por la legislación.

MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO.

Cuando se realiza el análisis del territorio para la ubicación de una instalación, lo más probable es que se obtenga un número muy elevado de zonas con diferentes grados de aceptabilidad para los diferentes factores considerados. El proceso de evaluación y jerarquización de estas zonas (o alternativas) se va a realizar mediante una técnica de decisión multicriterio.

La técnica a emplear se ha de adaptar tanto a la precisión de los datos de entrada disponibles como al grado de precisión que se requiera para los de salida. Los métodos se pueden clasificar en sencillos y complejos [Gómez-Senent, 1992]. LIGRE incorpora un método complejo y un método sencillo, dando la posibilidad al decisor (o usuario) a que elija.

El método sencillo utilizado es el de Ponderación Aditiva, el cual es muy intuitivo a la hora de valorar las alternativas. El método relaciona el valor que toma cada alternativa para los distintos factores, y el peso que tiene cada uno de estos respecto al resto. Así lo que se obtiene para cada alternativa es una media ponderada de los valores para el conjunto de todos los factores. La mejor alternativa es la que obtiene una mayor media ponderada.

Para la elección del método complejo se ha realizado un análisis de los más utilizados:

- Familia ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la Réalité): desarrollada por Benayoun, Roy y Sussman en 1966 y posteriormente mejorado por Roy en 1971. El modelo ha seguido evolucionando, de manera que en la actualidad se cuenta con 4 versiones diferentes del mismo.
- Familia PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations): desarrollada por Brans en 1984 y que cuenta con dos versiones posteriores.

- PRES: desarrollada en el Departamento de Proyectos de la Universidad Politécnica de Valencia [Gómez-Senent, 1989].

De forma resumida y salvando las pequeñas diferencias entre los tres métodos, en todos ellos no se considera como mejor alternativa aquella cuya media ponderada sea mayor, sino la que es superior a todas las demás desde el mayor número de factores y es inferior a todas las demás desde el menor número de factores. Además, la valoración no se ajusta a una escala acordada en unidades e intervalo, sino que se adapta a las necesidades del decisor.

La diferencia fundamental entre PRES y los otros dos métodos, es que éstos últimos requieren una serie de parámetros adicionales, hecho que supone dos aspectos negativos para su inclusión en la herramienta:

- La necesidad de que el decisor tenga unos conocimientos teóricos acerca del método, ya que deberá cono-

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
www.invarsl.com

cer el significado de las variables que ha de cuantificar para poder definir las adecuadamente.

- Aumento de la subjetividad implícita en los métodos, ya que la cuantificación de estos parámetros adicionales estará en función de los criterios del decisor. Por tanto, se ha decidido implementar en LIGRE el método PRES.

IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA.

Una vez efectuados todos los pasos del proceso de diseño de la herramienta LIGRE, queda materializar estas ideas, es decir, implementar las características y funciones que se han definido para la herramienta. Todos los diálogos, scripts, menús, vistas, etc., que forman la herramienta LIGRE deberán integrarse en el entorno del programa ArcView. Existen diferentes modos de llevar a cabo esta tarea, pero debido a las características de la misma, la manera más eficaz se consigue mediante la creación de una extensión.

Al cargar la extensión LIGRE en el ArcView:

- aparecen 4 vistas nuevas en el proyecto: «Factores a considerar», «Mapas valoración», «Mapas exclusión» y «Mapa resultado».
- se muestran 3 nuevos menús en la barra de herramientas: «Extensión LIGRE», «Método PRES» y «Método Ponderación Aditiva».

En la figura 2 se puede ver el entorno del Arc View tras cargar LIGRE.

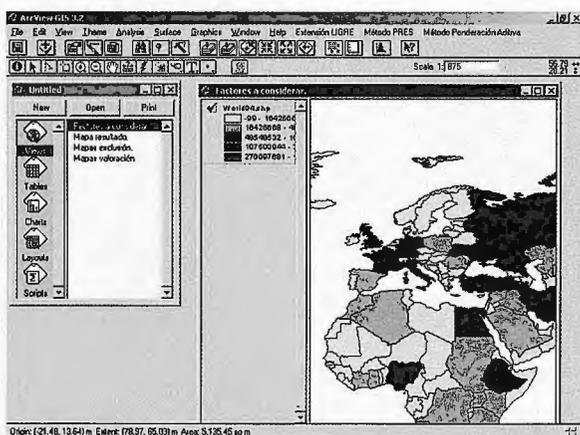


Figura 2. Entorno del Arc View tras cargar la extensión LIGRE.

A continuación se presenta una relación de las funciones que contiene cada uno de estos nuevos menús. Se acompaña cada función con una descripción de la operación que tiene asociada.

Menú EXTENSION LIGRE

- Función Añadir temas, el programa presenta un cuadro de diálogo en el que el usuario debe indicar la cartografía digital de que dispone para el conjunto de 19 factores. Si dispone de algún mapa adicional que desee incluir (por contener información de algún otro factor o porque contenga la información de varios de los factores definidos en un solo mapa) la ventana de diálogo cuenta con 10 entradas «en blanco» destinadas a tal efecto. La extensión añadirá los mapas seleccionados a la vista «Factores a considerar» del proyecto.

- Función Índices de ponderación, se muestra en pantalla un cuadro de diálogo con la lista de los factores

definidos en la herramienta por defecto, sólo están activas aquellas casillas que corresponden a los factores que se han marcado en el primer cuadro de diálogo. El usuario deberá introducir los índices de ponderación de los factores. La herramienta genera una tabla (Tabla ponderación) con esta información.

- Función Mapa impacto visual, la función visibility del ArcView, empleada para generar el mapa de impacto visual, sólo está disponible por medio del lenguaje de programación Avenue. Para poder emplearla se necesitará un mapa de altitudes en formato raster y un mapa en formato vectorial (el usual en que se proporciona la información cartográfica digital) que determine los puntos de visión.

- Función Mapa pendientes en %, la extensión Spatial Analyst del ArcView cuenta con la función derive slope, para generar el mapa de pendientes en grados decimales. Como dato de entrada para aplicar esta función se necesitará un mapa raster de altitudes.

- Función Calcular distancias valoración, la mayoría de factores que intervienen en el proceso de selección del emplazamiento de una instalación de gestión de residuos definen mapas zonificados en función de la distancia a una entidad concreta: núcleos habitados, aguas superficiales, carreteras, etc. La generación del mapa zonificado según este criterio se obtendrá con esta función, permitiendo definir las diferentes zonas y la valoración de cada una de ellas según el usuario.

- Función Valorar mapas ya zonificados, el resto de factores no pertenecientes al tipo anterior serán los que tengan asociados mapas temáticos ya zonificados, como pueden ser: usos del suelo, precipitaciones, etc. Para estos mapas, el paso previo a su utilización será la asignación de valores a los diferentes tipos de zonas que forman el mapa, la valoración lo fijará el usuario.

Tanto estos mapas como los generados en la función anterior (Calcular distancias valoración), se añaden automáticamente a la vista «Mapas valoración». El programa ha convertido estos mapas en formato raster, condición necesaria para poder superponerlos mediante la aplicación de alguna de las dos técnicas de decisión multicriterio incluidas en LIGRE. Cada una de las celdas que forman estos mapas raster tiene asignada una puntuación para cada uno de los factores que se estén analizando.

- Función Calcular zonas de exclusión, la mayor parte de factores, además de definir una serie de zonas con diferente valoración, determinarán unas zonas de exclusión, en las que no se podrá ubicar una instalación de gestión de residuos. Estas zonas configurarán un nuevo mapa para cada factor que se añadirá a la vista «Mapas de exclusión». En estos mapas, que también estarán en formato raster, las celdas que pertenezcan a zona excluida valdrán 0, y el resto 1.

- Función Calcular mapa exclusión, cuando se hallan generado todos los mapas de exclusión del conjunto de factores definido por el usuario, esta función los superpondrá (multiplicando el valor de las celdas que los componen) para obtener así un único mapa que contenga la totalidad de zonas excluidas. Este mapa se agregará a la vista «Mapa resultado».

- Función Generar mapa final, una vez estén generados el mapa de valoración total (tras la ejecución de alguno de los métodos multicriterio implementados en los dos menús que veremos a continuación) y el mapa de exclusión, se superpondrán estos dos mapas, multiplicándose de nuevo, de manera que se asignará un 0 a las celdas pertenecientes a la zona de exclusión, y para el resto se mantendrá la valoración obtenida del método multicriterio. Se genera así el mapa final, formado por las distintas categorías de valoración que halla definido el usuario, más una categoría adicional que englobará todas las zonas no aceptables o de exclusión.

Menú METODO PRES

Se describe únicamente la primera función, ya que el resto realiza íntegramente el proceso del método PRES [Gómez-Senent, 1989]. Tras cada paso, la herramienta genera una matriz que el usuario podrá guardar en forma de tabla y consultar en todo momento. El mapa de valoración que se obtiene tras esta metodología se presenta en la vista «Mapa resultado».

- Función Generar mapa alternativas, mediante la función combine, disponible a través de la programación con Avenue, el programa genera una tabla en la que cada fila hace referencia a un conjunto de celdas, agrupadas por tener las mismas valoraciones para todos los factores que se analizan. Las columnas corresponden a la valoración obtenida para cada factor. A partir de esta tabla (matriz) se podrá aplicar el método PRES, obteniendo como resultado un valor numérico para cada conjunto de celdas.

Una función más «intuitiva» habría generado una tabla con tantas filas como celdas tiene el mapa rasterizado. La ventaja que supone utilizar la función combine es que en cada fila agrupa aquellas celdas que tienen los mismos valores para cada uno de los factores estudiados. Resultando así una matriz mucho más compacta (menor número de filas), necesitando un menor tiempo de cálculo y un ahorro de espacio en memoria, aspectos a tener en cuenta cuando el número de celdas es elevado. Experimentalmente, con el caso práctico que se presenta en la parte final del artículo, un ordenador con procesador Pentium IV, a 2,53 GHz y 512 Mb de RAM podía emplear un tiempo razonable de cálculo con matrices de hasta 4.500 filas. Esto supone utilizando una función «intuitiva» 4.500 celdas, pero la función combine permitió valorar 666.900 celdas (tamaño de celda 100x100 m).

- Funciones propias del método PRES: además de la función anterior el menú MÉTODO PRES incluye las siguientes funciones: Matriz Q, Matriz previa a T, Matriz T, Matriz suma filas y columnas y Matriz resultado. Las funciones Matriz previa a T y Matriz suma filas y columnas no figuran como matrices explícitas en el método PRES, pero se han implementado para facilitar la tarea de programación de las distintas operaciones matemáticas con el Avenue.

Menú METODO PONDERACION ADITIVA

Este menú esta formado por una sólo función: Calcular mapa, que realizará los cálculos propios del método. De igual modo que para el método PRES, el mapa de valoración resultante se podrá consultar en la vista «Mapa resultado».

Con esta última función se han descrito todas las funciones que forman parte de la extensión LIGRE. Cada una de ellas tiene asociado un script programado con el lenguaje Avenue.

USO DE LIGRE.

El procedimiento que ha de seguir el usuario para generar un mapa de orientación es muy sencillo. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Determinación de la zona de trabajo.
2. Determinación de la instalación que se desea ubicar.
3. Determinación de los factores que van a influir en la ubicación.
4. Creación de las cartas digitales para cada uno de los factores (zonificación y valoración).
5. Determinación de los pesos de cada factor.
6. Elección del método multicriterio.
7. Obtención del resultado (aplicación de LIGRE).

El punto más costoso, tanto en tiempo como en dinero, y del que depende que se pueda aplicar el método es la búsqueda de información geográfica digitalizada. Cada vez hay más información digitalizada, sin embargo la falta de una estandarización común para todas las administraciones hace que en la mayoría de los casos se tengan que «retocar» los planos, suponiendo esto una inversión de tiempo importante. Asimismo hay que considerar el carácter específico de la información requerida, hecho que dificulta su localización en formato digital y en ocasiones hasta en formato papel.

APLICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DE VERTEDEROS EN LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

Para validar la herramienta se ha llevado a cabo el estudio de emplazamiento de vertederos de RSU en la provincia de Castellón. Como curiosidad se ha comprobado la adecuación de la localización de cuatro vertederos.

En la tabla 2 se presentan los factores estudiados, así como su índice de ponderación. Se observa que el número de factores es diferente al que se ha definido por defecto en la herramienta. Este hecho es debido a que se ha contado con cartografía digital que contiene información conjunta de varios factores. Los índices de ponderación se han obtenido aplicando el método AHP [Saaty, 1989].

FACTOR	ÍNDICE PONDERACIÓN NORMALIZADO (%)
NÚCLEOS HABITADOS	3,19
AGUAS SUPERFICIALES	12,57
MASAS DE AGUA	7,72
LÍNEA DE COSTA	4,00
ÁREAS INUNDABLES	24,23
AGUAS SUBTERRÁNEAS	19,57
PRECIPITACIONES	0,88
PENDIENTES	1,27
RIESGO DESLIZAMIENTO	12,82
IMPACTO VISUAL	1,86
CARRETERAS	3,00
FERROCARRIL	1,82
USOS DEL SUELO	7,09

Tabla 2. Factores considerado en la ubicación de vertederos de RSU

El tamaño de celda empleado es de una hectárea (100x100 m), se ha estimado que es la extensión mínima necesaria de un vertedero de RSU para servir a las poblaciones de Castellón. Tras la aplicación de LIGRE se obtiene el resultado de la figura 3: mapa de orientación al vertido de la provincia de Castellón

La conclusión más destacable que se extrae del mapa es el porcentaje tan elevado de zonas aceptables (independientemente del método multicriterio empleado y del grado de aceptabilidad obtenido), que supone prácticamente la cuarta parte del territorio (25,5%), 1.701 km² de los 6.669 km² que forman la provincia.

En cuanto al emplazamiento de los vertederos de RSU estudiados, en la tabla 3 se expone la valoración exacta (escala de 0 a 100) obtenida para cada uno de los dos métodos incluidos en LIGRE.

METODO DE DECISION MULTICRITERIO	VERTEDEROS			
	1	2	3	4
PONDERACION ADITIVA	zona muy buena (86,15)	zona muy buena (89,03)	zona muy buena (89,31)	zona muy buena (92,26)
PRES	zona pobre (0,59)	zona pobre (0,51)	zona pobre (0,71)	zona moderada (26,99)

Tabla 3. Características de los lugares donde se ubican los vertederos de Castellón.

Observando la tabla anterior se puede concluir que los resultados obtenidos con el método PRES aportan mayor información. Este hecho es debido a que se trata de un método de decisión multicriterio complejo, con una metodología de cálculo más elaborada que el método de Ponderación Aditiva. Resultado de este aspecto es una mayor discriminación entre las posibles alternativas a estudio. A pesar de ello el método de Ponderación Aditiva resulta asimismo interesante, ya que sus resultados son mucho más intuitivos y es más sencillo y rápido de aplicar.

Finalmente, en las figuras 3 y 4 se presentan los mapas de orientación al vertido de la provincia de Castellón para los dos métodos considerados, con la ubicación de los cuatro vertederos estudiados.

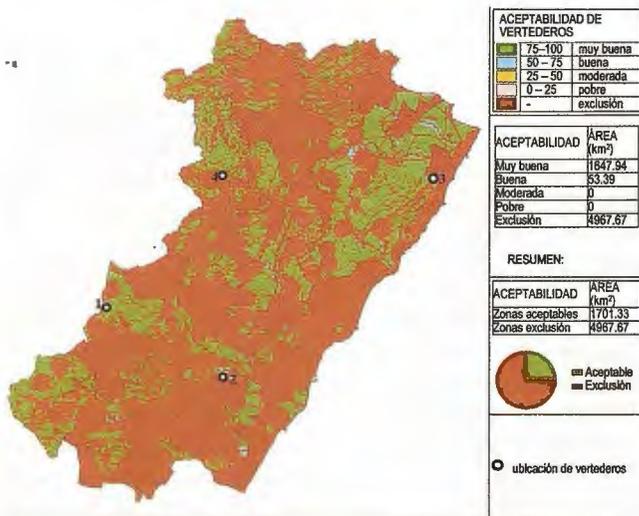


Figura 3. Mapa de orientación al vertido de la provincia de Castellón obtenido con el método de Ponderación Aditiva

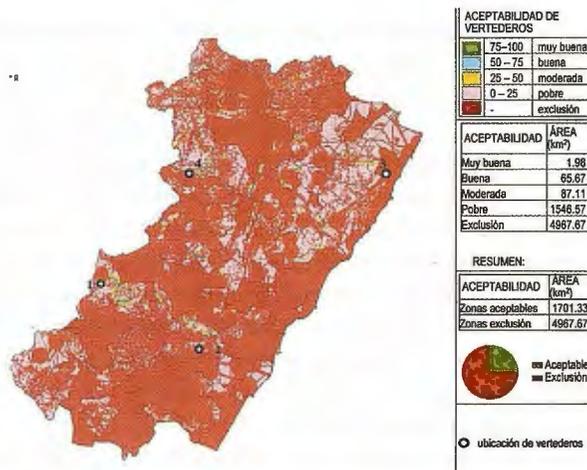


Figura 4. Mapa de orientación al vertido de la provincia de Castellón obtenido con el método PRES

AGRADECIMIENTOS.

Al Ministerio de Educación y Ciencia, Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación y Consellería de Territorio y Vivienda, ambas de la Generalitat Valenciana.

BIBLIOGRAFÍA.

- Bosque, J.; Chicharro, E.; Díaz, C.; Díaz, M.A.; Galve, A.; Gómez, M.; Rodríguez, A.E.; Rodríguez, V.; Salado, M.J.; Vela, A. y Manrique, M.T. La problemática territorial de la gestión de residuos en la Comunidad de Madrid. Ed. U. de Alcalá, Alcalá de Henares. 1999.
- Del Pozo Manrique, Marcos. Selección de emplazamientos para vertederos controlados. Informes de Construcción Vol. 42 n.º412. 1990.
- Della Bella, G.; Patata, L. y Rossolini, A.M. Geographical Information Systems (GIS): a tool for siting waste disposal areas. Proceedings Sardinia 95, Fifth International Landfill Symposium. Italy. Ed. CISA, Environmental Sanitary Engineering Centre. 1995.
- Dörhöfer, G. y Siebert, H. Geological requirements for the landfill siting process. Proceedings Sardinia 95, Fifth International Landfill Symposium. Italy. Ed. CISA, Environmental Sanitary Engineering Centre. 1995.
- Gallardo, A. Metodología para el diseño de redes de recogida selectiva de RSU utilizando sistemas de información geográfica. Creación de una base de datos aplicable a España. Ed. SPUPV, Valencia. 2000.
- Gómez-Senent, Eliseo. Introducción al proyecto. Ed. Servicio Publicaciones Universidad Politécnica de Valencia. 1989.
- Gómez-Senent, Eliseo. Las fases del proyecto y su metodología. Ed. Servicio Publicaciones Universidad Politécnica de Valencia. 1992.
- Hussey, V.; Dennison, G.J. et al. Locating a fill site for Dublin using geographic information systems. Municipal Engineer. Vol. 115, pp 125-133. 1996.
- Jensen J.R. y Christensen E.J. Solid and hazardous waste disposal site selection using digital geographic information system techniques. The Science of the Total Environment. V 56. pp 265-276. 1986.
- Leao, S.; Bishop, I. y Evans D. Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modelling in a GIS environment. Resources, Conservation and Recycling. N.º33, pp 289-313. 2001.
- Leao, S.; Bishop, I. y Evans, D. Spatial-temporal model for demand and allocation of waste landfills in growing urban regions. Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 28 (4), pp. 353-385. 2004.
- Lewin, K.; Gronow, J.; Coleman, T. y Cima, J. Development and use of a national landfill GIS. Proceedings Sardinia 97, Sixth International Landfill Symposium. Ed. CISA, Environmental Sanitary Engineering Centre. 1997.
- Masia, G.B.; Bagliani, P.; Montessori, G. y Rosa, A. Planning and localisation of sanitary landfill sites. Proceedings Sardinia 95, Fifth International Landfill Symposium. Ed. CISA, Environmental Sanitary Engineering Centre. 1995.
- Saaty, T.L.; Alexander, J.M. Conflict resolutions: the analytic hierarchy approach. Ed. Praeger Publishers. 1989.



¿Quiere ver el mundo con otra perspectiva?

La información espacial, constituye la llave hacia la ordenación, la gestión y la planificación, de un territorio en constante cambio.

Stereocarto desde una nueva perspectiva pone a su alcance dicha información: Con la más innovadora tecnología y los medios técnicos más avanzados. Bajo la experiencia de un equipo humano multidisciplinar.

Con una amplia experiencia en proyectos fotogramétricos, cartográficos, GIS y catastro. Con un programa de I+D+i propio anual. Con una amplia cartera de clientes, tanto nacional como internacional.

Por nuestra solución completa de productos dentro de la ingeniería cartográfica.

Avalados por la calidad de nuestros trabajos, certificados con los sellos de calidad y medio ambiente.



STEREOCARTO

Paseo de la Habana, 200 • 28036 Madrid Spain • Tel: + 34 91 343 19 40 • Fax: + 34 91 343 19 41



www.hifsa.com hifsa@hifsa.com

www.stereocarto.com
info@stereocarto.com

stereodata

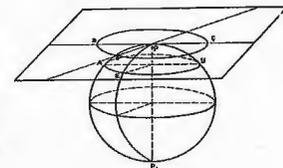
www.stereodata.com info@stereodata.com



IMÁGENES DIGITALES: SATÉLITE, CÁMARAS DIGITALES Y ANALÓGICAS, SENSORES TÉRMICOS. **TOPOGRAFÍA:** GPS, REDES, NIVELACIÓN, APOYO DE CAMPO. **FOTOGRAMETRÍA:** ESCANER, AEROTRIANGULACIÓN, RESTITUCIÓN, MDT, ORTOFOTOGRAFÍA, DISTRIBUCIÓN. **SISTEMA LIDAR:** MDT Y MDS. **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, SERVIDORES DE MAPAS. CATASTRO, CRONOMETRÍA, DESARROLLO RURAL MEDIO AMBIENTE. FORMACIÓN, CONSULTORÍA Y DESARROLLO DE APLICACIONES.**

España • Argentina • Perú • Italia • Estados Unidos • Brasil • Panamá

LAS CLAVES GEODESICAS DE LA GRAN PIRAMIDE, REVELADAS POR CHARLES PIAZZI SMYTH (1819-1900)



Mario Ruiz Morales - Ingeniero Geografo- Subdelegación del Gobierno en Granada
Profesol de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos - Universidad de Granada

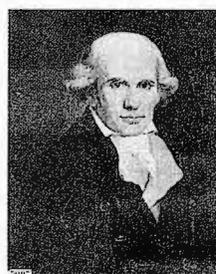
Preámbulo.

Al recopilar la información relacionada con la preparación del libro «Forma y Dimensiones de la Tierra» (Ediciones del Serbal. Barcelona. 2000) tuve acceso al volumen «The Great Pyramid, its secrets and mysteries revealed» (Nueva York. 1994), una de las varias reediciones de la obra «Our inheritance in the Great Pyramid», escrita por el astrónomo escocés Charles Piazzi Smyth en el año 1880. Fue entonces cuando decidí traducir parte de su contenido geodésico para darle así una mayor proyección y pensando también en que de esa forma se podría animar algún lector a consultar tan interesante y voluminoso trabajo, más de seiscientos cincuenta páginas convenientemente ilustradas. En los cinco capítulos de que consta se abordan además otras cuestiones igualmente importantes, como las propiedades geométricas, muy relacionadas con el número π , y metrológicas de la pirámide, que no pueden ser tratadas aquí por motivos de espacio y tiempo. Mención aparte son las sorprendentes conexiones, que establece el autor, entre tan grandioso monumento y las religiones judaica y cristiana.

Aunque no sea nada novedoso, no viene mal recordar que las pirámides de Egipto han despertado siempre la curiosidad y el asombro de todos los que las han contemplado de una u otra forma. Matemáticos griegos tan señalados como Tales y Pitágoras debieron sentir esas sensaciones cuando las visitaran, llegando el primero a medir la altura de la mayor de todas ellas. El método seguido por el sabio de Mileto tuvo su componente astronómica, pues comparó el triángulo formado por un jalón vertical y su sombra con el homólogo de la pirámide. Los grandes conquistadores tampoco fueron ajenos a los encantos de la gran pirámide de Keops¹, de hecho el gran Alejandro construyó en Egipto la ciudad que lleva su nombre en el primer tercio del siglo IV antes de Cristo.

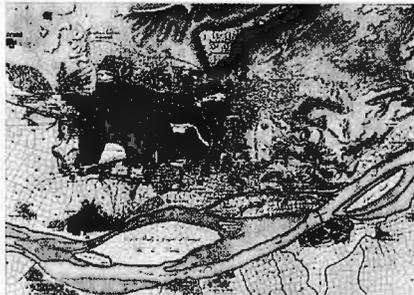
Napoleón Bonaparte es otro de los que merece ser citado, a título anecdótico señalaré que su innegable arrojo hizo que pasara la noche del 12 de agosto del año 1799 en el interior de la misma. Sin embargo, su decisión más sobresaliente la tomó un año antes, cuando el 20 de agosto de 1798, una vez concluida su exitosa campaña militar, decidió fundar el Instituto del Cairo (luego Instituto de Egipto). El Instituto se dividió en las cuatro clases siguientes: I) Matemáticas, II) Física, III) Economía Política y IV) Artes y Literatura. La presidencia la ocupó, desde el primer momento, el matemático Gaspar Monge (1746-1818), uno de los máximos responsables de la expedición científica asociada a la conquista. El propio Bonaparte se reservó la

vicepresidencia, asignándose la Secretaría al también matemático Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), miembro destacado de la expedición científica², asociada a la militar.



G. Monge (I) y J.B.F. Fourier, dos matemáticos insignes que participaron en la expedición napoleónica. El primero sentó las bases de la geometría Descriptiva, por lo que se le considera fundador de la misma. El segundo es de sobra conocido por las muchas aplicaciones que tienen las series y la transformada que lleva su nombre.

Uno de los principales logros de la Comisión, organizadora de la expedición, fue el hallazgo de la Piedra Rosetta, cerca de la ciudad con el mismo nombre (Rashîd), a unos 56 km al NE de Alejandría. El descubrimiento lo realizó el teniente de Ingenieros P.F. Bouchard, integrado en la Comisión como experto en Geometría. Como es notorio, en ella se apoyó J.F. Champollion para descifrar los jeroglíficos egipcios. Tras la rendición francesa del año 1801, la piedra pasó a manos inglesas, de ahí que se conserve en el Museo Británico. Otro que es obligado subrayar es la monumental obra titulada «Description de l'Égypte ou Recueil des observations et des recherches qui ont été faites en Egypte pendant l'expédition de l'armée française», cuyo editor científico fue Edme-François Jomard (1777-1862); uno de los Ingenieros Geógrafos que participó en la expedición y que fue miembro del Instituto de Egipto desde 1799 a 1801; la preparación de la obra la empezó cuando regresó a Paris en el año 1803. Para hacerse idea del trabajo realizado por Jomard, baste decir que los nueve volúmenes de textos y los trece de planchas no se acabaron de publicar hasta el año 1828. Todos ellos se conservan en la Biblioteca Nacional Francesa, cuya cartoteca creó el propio E-F. Jomard.



Edme-François Jomard y uno de los planos en cuyo levantamiento participó, bajo la dirección de P. J acotin: «Plan Gneral de Boulog, du vieux Kaire et de Gyzeh».

Este Ingeniero Geógrafo se interesó también por la gran pirámide, bajo los aspectos metrológicos y geodésicos. El fue el primero en determinar la equivalencia métrica del estadio griego de 600 pies, que cifró en 185m. Habiendo deducido que tal distancia era la décima parte del desarrollo de un minuto de meridiano y sabiendo que los antiguos autores defendían que la apotema de la pirámide intentaba representar dicha magnitud, procedió a medirla hallando 184.722m. Como comprobación calculó el desarrollo de un grado de meridiano a la latitud media de Egipto, hallando 110827.66 m; que una vez divididos por 600 se transforman en 184.713 m, un valor muy parecido al que había obtenido. También midió el lado de la base, resultando 230.9 m, para comprobar la creencia de que el perímetro de la base era la mitad del desarrollo del minuto de meridiano. Se comprende así que años después Piazzi Smyth reconociera estos trabajos y se apoyara en la publicación anterior a la hora de redactar la suya.

Otros personajes, tan cruciales en la historia de la ciencia y de la humanidad, como Isaac Newton también se interesaron por la egiptología y en concreto por la gran pirámide, tal como se encarga de comentarlo documentadamente nuestro protagonista; en uno de sus pasajes detalla como Newton se refería al codo egipcio como codo profano, en comparación con el sagrado empleado por los judíos. Piazzi Smyth cita asimismo, en varias ocasiones, a un astrónomo tan prestigioso como John Herschel; quien pensaba que esa pirámide fue construida por reyes pastores palestinos, antes de que empezara la historia. Sin embargo si tuvo rigor científico cuando, fundándose en la precesión equinoccial, dedujo que la estrella más cercana al Polo Norte Celeste en la época de los faraones fue la α de la constelación del Dragón, asignándole una distancia polar de $3^{\circ} 42'$. Tan gran astrónomo declaró además que existía una aparente relación directa entre el tamaño del globo terrestre y el de la Pirámide de Khufu, tras haber estudiado el libro de J. Taylor «The Great Pyramid: why was it built, and who built it?» (Londres. 1859).



Reseña biográfica.

Charles Piazzi Smyth nació en Nápoles, ciudad en la que estaban residiendo sus padres por aquellas fechas. El interés de su padre, almirante de la armada británica, por la astronomía hizo que entablara pronto relación con el Director del Observatorio de Palermo, el astrónomo Giuseppe Piazzi⁴. La relación de este con el matrimonio Smyth derivó pronto en una franca amistad, hasta el punto de que decidieron ponerle a su primogénito, como segundo nombre, el apellido del italiano. El interés de Charles P. Smyth por la astronomía lo despertó su padre, que le compró un poderoso telescopio cuando tan solo tenía once años. Su actividad profesional comenzó cinco años después, cuando se trasladó a la Ciudad del Cabo para trabajar como asistente del astrónomo Th. Maclear, que había viajado hasta

Sudáfrica para observar el cometa Halley. Los dibujos realizados por Piazzi Smyth tuvieron tal calidad que fueron reproducidos en sus Memorias por la «Royal Astronomical Society».



Dos cuadros del cometa Halley pintados por Piazzi Smyth, en el de la derecha se encuentra por encima de la Luna. Ambos se conservan en el Museo marítimo de Greenwich.

Su estancia en aquellas latitudes la aprovechó además para realizar sus primeros trabajos geodésicos, participando en la triangulación que enlazó el Observatorio de la Cailles con el telescopio que había instalado J. Herschel. Al parecer le fueron asignados los vértices de mayor altitud: Kamies-Sector Berg (1567 m), Winter Berg (2078 m) y Sneeuw Kop (1588 m), que observó durante el periodo comprendido entre Julio de 1844 y Julio de 1845; del segundo decía su tutor Maclear que era especialmente difícil. Asimismo tomó parte en la medición de la base de Zwartland, una operación complicada que duró cinco meses y fue realizada bajo unas condiciones atmosféricas tan adversas que tuvieron que sustituirse con frecuencia, por enfermedad, a varios de los integrantes del equipo.

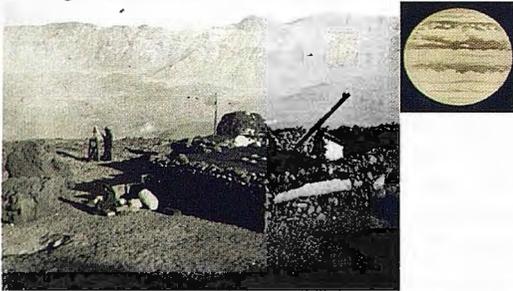


Autorretrato De Piazzi Smyth y dos de los dibujos panorámicos que realizó desde los vértices sudafricanos.

Cuando, finalizada su campaña geodésica, se incorporó al Observatorio le llegó el nombramiento de Astrónomo Real para Escocia y el de Profesor de Astronomía práctica en la Universidad de Edimburgo. Sin embargo pospuso su partida hasta octubre de 1845, para así poder finalizar la extensión de la triangulación hasta el cabo de «L'Agulhas», el punto más meridional del continente africano. Con él se llevó un informe muy favorable de Maclear, que elogiaba sus habilidades como operador y como dibujante, además de su envidiable fortaleza física. Al llegar a Edimburgo fi-

nalizó los trabajos pendientes de su predecesor, siendo publicados en «Edinburg Observations . Vol. XIV, XV»; también consiguió corregir el telescopio principal del Observatorio.

En el año 1856 se casa con Jessie Duncan, que fue su colaboradora durante sus cuarenta años de matrimonio. Ella lo acompañó siempre en todas sus campañas de observación, por ejemplo en la que emprendió ese mismo año en la Isla de Tenerife. Allí acudió a instancias del Almirantazgo, que lo subvencionó con quinientas libras; usando para sus trabajos un antejo ecuatorial, cuyo objetivo tenía un diámetro de alrededor de 20 cm y que había sido fabricado por la firma T. Cooke & Sons. La primera estación astronómica fue la cumbre de Guajara, con una altitud de unos 2713 m, a unos veinte kilómetros del Teide, permaneciendo allí junto a su mujer desde el 14 de julio hasta el 20 de agosto. Con su gran perseverancia logró comprobar que la energía radiante de la Luna llena no es en absoluto despreciable, detectando también radiación infrarroja procedente de la misma. Asimismo reconoció, al estudiar el espectro solar, que las líneas de Fraunhofer tenían también un origen terrestre.



Estación astronómica instalada por Piazzi Smyth en la Isla de Tenerife y uno de los dibujos que realizó de Júpiter. Obsérvese el telescopio, con su montaje ecuatorial, en la parte derecha de la fotografía.

Aún reconociendo las buenas condiciones atmosféricas de que habían disfrutado, echó en falta la mayor claridad que probablemente encontraría a una altitud mas elevada. Consecuentemente se trasladó el día 21 de agosto a Alta Vista, una montaña de alrededor de 3261 m, aunque no se pudiera instalar el telescopio hasta el día tres de septiembre. Desde esa nueva estación observó la estrella Antares (constelación de Escorpión) y otras dos de Casiopea, además de Júpiter. Sus expectativas se vieron bien cumplidas, permitiéndole realizar unos magníficos dibujos del planeta; reproducidos tanto en «Edinburgh Observations. V. XII» como en las «Philosophical Transactions» de 1858. Aparte de sus investigaciones astronómicas, realizó otras de tipo geológico en el entorno del Teide, describiendo diversas coladas de lava y analizando experiencias anteriores efectuadas por Humboldt en el mismo lugar.

Su afición a la fotografía permitió la ilustración de su expedición científica con panorámicas de indudable interés histórico, publicándose los resultados de la misma dentro del informe «Tenerife Astronomical Experiment of 1856», que dirigió al Almirantazgo dos años después. También apareció su trabajo, con algunas omisiones, en las «Philosophical Transactions» del mismo año 1858. Algunas de las fotografías tomadas por Piazzi Smyth, en esta ocasión, se conservan en el volumen, ya citado, de las Observaciones de Edimburgo; aunque se encuentren en mayor número en su «Specialties of a residence above the

clouds», una de sus publicaciones publicada en Londres, también en 1858.

Al año siguiente emprendió su viaje a Rusia, del que dio cuenta tres años después con «Three Cities in Rusia», aunque centrara principalmente su atención en la descripción del gran Observatorio de Pulkovo. Lamentablemente no pudo ser atendido por su director, W. von Struve, aunque si por su hijo Otto y por todos los astrónomos responsables de los diferentes programas en curso.

En el mes de septiembre del año 1864, después de regresar a Inglaterra, apareció su obra «Our Inheritance in the Great Pyramid», fiel reflejo de su interés por todo lo relacionado con el antiguo Egipto. De manera que no resulta sorprendente que el matrimonio se desplazara a Giza en noviembre de ese mismo año. Allí midió, como veremos en su momento, la Gran Pirámide, determinó su orientación, así como el tamaño y la pendiente de sus mayores pasadizos, además de analizar las dimensiones de sus cámaras interiores. Todas sus investigaciones sobre la pirámide de Khufu, acompañadas de numerosas ilustraciones, se pueden consultar en «Edinburgh Observations. V. XIII»; un volumen que siempre será considerado referencia obligada para adentrarse en las peculiaridades geométricas y metrológicas de tan espléndido monumento.



Dos vistas del faraón Khufu. Estatua de marfil conservada en el Museo del Cairo.

Después de esa expedición pasan unos cuantos años sin que efectúe ningún viaje fuera de Inglaterra. En la primavera de 1872 hacen una fugaz visita a su ciudad natal, en donde realiza observaciones espectroscópicas de la luz zodiacal. Cansado de estudiar el espectro solar en las malas condiciones atmosféricas del Observatorio de Edimburgo, decidió trasladarse a Portugal, en el año 1877, buscando un tiempo mucho más soleado. Sus progresos no se hicieron esperar, después de publicar los resultados en la Real Sociedad de Edimburgo (Volumen nº 29 de las «Transactions»), recibió en 1880 el premio Macdougall-Brisbane como reconocimiento a sus investigaciones. En el año 1881 se repite su viaje a Portugal, en esta ocasión a la Isla Madeira, con la intención de observar nuevamente su Sol tan brillante. Los resultados de esta otra campaña astronómica los incluyó en el volumen titulado «Madeira Spectroscopic», publicado en 1882. Las observaciones solares continuaron en años sucesivos, destacando el estudio del espectro que llevó a cabo en Winchester durante el verano de 1884. Su objetivo era comprobar si las grandes erupciones volcánicas de 1883 habían afectado de alguna manera al poder de absorción de la atmósfera terrestre. El resultado de tan interesante lo tituló «The Visual Grating and Glass-lens Solar Spectrum», incluyéndolo en las «Edinburgh Transactions. Vol XXXII. Part II» del año 1884.

La actividad incansable de Piazzi Smyth no terminaba con sus observaciones astronómicas, pues los ratos libres los dedicaba a la inventiva mecánica. Entre sus logros es

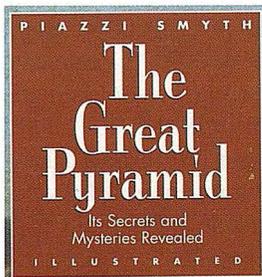
destacable, en este contexto, la construcción de un distanciómetro portátil; es curioso que comprobara, durante su estancia en Rusia, que un astrónomo de aquel país había ideado otro instrumento basado en el mismo principio constructivo. Sus variadas aportaciones fueron permanentes hasta que decidió jubilarse en el año 1888, dejando tanto el puesto de Director del Observatorio como el de Profesor en la Universidad, que había estado desempeñando a lo largo de los últimos cuarenta y tres años. Sin embargo, en su retiro de Ripon continuó realizando numerosas fotografías de formaciones nubosas singulares, cedidas tras su fallecimiento al Observatorio Real de Edimburgo. Piazzi Smyth fue miembro correspondiente de las Academias de Ciencias de Munich y Palermo, así como de las Reales Sociedades de Londres y de Edimburgo.



El Observatorio Real de Edimburgo en el año 1919.

Análisis geodésico de la gran pirámide.

Cuando Piazzi Smyth regresó de Egipto recopiló toda la información: cuadernos de observación, dibujos, fotografías e informes, para incluirla en el Volumen nº 13 de las Observaciones de Edimburgo, ya citado. La importancia histórica y geodésica de todas sus medidas y el rigor con el que se efectuaron fueron reconocidos inmediatamente por la «Royal Society of Edinbourg» que lo recompensó con el premio Kize en el año 1867. Ante el interés despertado decidió divulgar su trabajo en forma de novela, dándole así un carácter menos academicista y más accesible al gran público; ese fue por tanto el origen de su obra, en tres volúmenes, «Life and Work at the Great Pyramid», editada en Edimburgo en el año 1867. Acto seguido (1868) publicó el libro titulado «On the Antiquity of Intellectual Man, from a Practical and Astronomical point of View».



Portada del libro de Charles Piazzi Smyth y su presentadora: Fatma Turkkan-Wille.

Con tales antecedentes se entiende mejor que esta quinta reedición de las investigaciones egipcias de Piazzi haya aparecido con el nombre ya sabido «The Great Pyramid, its secrets and mysteries revealed». Sin embargo, el libro tiene en realidad el mismo índice y contenido que la cuarta edición (1880) del primer trabajo de Piazzi, es decir del «Our Inheritance in the Great Pyramid»; excepción hecha

de la presentación firmada por Fatma Turkkan. Esta renombrada especialista en historia del arte le reconoce a Piazzi Smyth el mérito de haber llevado a cabo el primer análisis de la estructura con equipamiento científico moderno. También asegura Turkkan que él fue el primero en cavar lo suficiente para encontrar el afloramiento rocoso sobre el que descansa la pirámide, la única forma de evaluar con exactitud suficiente el perímetro de su base; en esto se confundió pues antes lo habían hecho los Ingenieros Geógrafos franceses, tal como recoge el propio autor en la página nº 24. Sin embargo no todo fueron alabanzas, ya que antes le había reprochado a Piazzi Smyth su excesivo misticismo al suponer que la pirámide encerraba una cónica cristiana, inspirada por Dios, de la historia del hombre, referida tanto al pasado como al futuro.

Se repite pues aquí el prólogo de la cuarta edición, indicando en el mismo P. Smyth que zarparon desde Inglaterra para Egipto en el mes de noviembre de 1864 y que tuvo instalado su campamento en la colina de la pirámide durante cuatro meses. El libro consta de cinco partes y tres apéndices, convenientemente ilustrados con dibujos del autor y numerosas tablas. No obstante tiene otra novedad con relación a las ediciones anteriores, se trata de la inclusión de fotografías tomadas en el año 1908 y en el 1975, que fueron cedidas por diferentes museos. Los comentarios siguientes se van a referir, sobre todo, a la parte primera, titulada GEOGRAFIA Y EL EXTERIOR DE LA GRAN PIRÁMIDE; uno de cuyos capítulos trata precisamente del tamaño de la Tierra y de su distancia al Sol, mientras que otro se refiere a la localización espacial de la pirámide y a su orientación.



La pirámide del faraón Khufu, fotografiada por Charles Piazzi Smyth a comienzos del año 1865.

En cualquier caso parece necesario insistir en que una de sus revelaciones más sugerentes es la continua aparición del número δ , cuando se establecen proporciones astronómicas y matemáticas en el monumento egipcio. Sirvan de ejemplo las tres siguientes: I) el número δ es el cociente entre el semiperímetro de la base y la altura de la pirámide, II) también se obtendría el mismo número dividiendo el área de la base por la de la sección recta de la Pirámide, III) este último ejemplo es más subliminal, ya que según Piazzi Smyth el área de la base de la pirámide coincide con la de un círculo cuyo diámetro es veinticinco veces el perímetro de la cámara real. El astrónomo estaba convencido, en definitiva, que la forma de la pirámide pretendía evidenciar el valor de tan señalada magnitud geométrica o matemática, en sentido más amplio.

Piazzi Smyth era un beligerante detractor del Sistema Métrico Decimal¹⁰, de manera que en sus mediciones lineales optó por emplear como patrón las consabidas unidades anglosajonas; es decir el pie y la pulgada, equivalentes a 0.3048 m y a 0.0254 m respectivamente (recuérdese que la pulgada es la doceava parte del pie, el largo de tres granos de cebada según los clásicos metrólogos ingleses). Sin embargo introdujo una ligera modificación en las pulgadas inglesas para transformarlas en otras, que denominó piramidales; de acuerdo con la equivalencia siguiente: una pulgada piramidal era igual a 1.001 pulgada inglesa, o lo que es lo mismo, una pulgada piramidal era aproximadamente igual a 0.025425 m.

Los resultados recopilados por nuestro protagonista, en el año 1877, se expresaban efectivamente en esa unidad cuando se referían a magnitudes lineales, tal como se recoge en las tablas que se reproducen a continuación; a las que me he permitido añadir la equivalencia métrica. Tal conjunto de datos no es más que el soporte analítico en que se basó P. Smyth para plantear la mayoría de las disquisiciones geométricas, geodésicas, astronómicas y metrológicas, referidas a todo lo largo del texto; aunque lo presente como colofón del capítulo quinto, el último de la primera parte. Cuatro son las tablas que se presentarán, para cuantificar el alto y el ancho de la pirámide, así como su forma y posicionamiento.

MEDIDA DEL ALTO	Pulgadas piramidales	Metros	MEDIDA DEL ANCHO	Pulgadas piramidales	Metros
Altura del vértice erosionado	5450	138.566	Longitud del lado de la base erosionado	8950	227.554
Antigua altura del vértice original	5813.01	147.796	Longitud del lado de la base (entre zapatas)	9131.05	232.157
Apotema primitiva	7391.55	187.930	Diagonal de la base (entre zapatas)	12913.26	328.320
Lados originales	8687.87	220.889	Suma de las dos diagonales	25827	656.651
Distancia vertical del vértice a la cámara subterránea más baja	7015	178.356	Lado de la plataforma de la parte superior de la pirámide	400	10.170
			Lado de la plataforma de la parte superior de la pirámide con el antiguo revestimiento	580	14.746

Dibujo de la pulgada piramidal realizado por Piazzi Smyth. Se ha incorporado un fragmento de regla centimétrica para que se aprecie la escala.

FORMA Y MATERIAL	
Elevación de las caras	51° 51' 14.3"
Angulo entre lados y diagonales	41° 59' 18.7"
Angulo entre lados antiguos	76° 17' 31.4"
Angulo entre lados asociados a una diagonal	96° 1' 22.6"
El revestimiento estaba formado por calizas blancas procedentes de las canteras de la montaña Mokattam, en la orilla Este del Niño; con una densidad de 0.367, tomando como unidad la de la Tierra.	
La mayoría del material empleado en la mampostería era caliza nummulítica de la propia colina de la pirámide, con una densidad de 0.412.	

Los comentarios geodésicos de Piazzi Smyth se sistematizan en el capítulo denominado «The Earth size and Sun-distance, monumentalized in the Great Pyramid», que ya ha sido citado. En el inicio del mismo aborda la cuantificación geométrica del elipsoide de revolución terrestre, mostrando luego una parcialidad evidente al mencionar solamente los modelos de Clarke¹¹; lo cual no deja de ser sorprendente cuando se piensa en sus opiniones sobre el Sistema Métrico Decimal y sus patrocinadores franceses. Su primera afirmación es que la pirámide refleja en su construcción el aplastamiento terrestre, en cuanto que distingue entre el eje de rotación y cualquier otro diámetro que se considere. Poco más adelante añade que dicho eje, expresado en pulgadas piramidales, equivale a 499878000 o 500060000, según «different observers of the best modern

schools of the present time»; justificando que con el estado del conocimiento de su época no era posible evitar la anterior incertidumbre.

El misticismo del autor se refleja, con toda claridad, cuando dice a ese propósito que «el defecto no es achacable a los individuos, ya que su ciencia es humana y no divina; de modo que por su propia esencia solo pueden lograr aproximaciones por mucho empeño que se ponga. Y aunque la cuestión sea natural y absolutamente simple a los ojos del Creador, la ciencia humana la hace tan complicada y difícil que ni los mayores avances inductivos ni las aplicaciones matemáticas más complejas pueden impedir que se resuelva con sencillez». Como justificación añadida cita el reciente trabajo (1866) del coronel Clarke, principal responsable matemático del Ordnance Survey, en donde se evalúa el eje polar de la Tierra, acotándolo entre los valores 499982000 y 500022000 (expresado en pulgadas piramidales) para que el lector elija cualquier extremo o valor intermedio.

P. Smyth eligió la última opción, adoptando el valor redondeado de 500000000 pulgadas piramidales y señalando que los otros valores diametrales dependerían del achatamiento del modelo elipsoidal elegido, dando las tres posibilidades siguientes: 1/290, 1/300 y 1/310. Acto seguido incluyó una tabla aclaratoria, aunque no dijera nada del aplastamiento elipsoidal elegido, para comparar las magnitudes citadas por Clarke con las que él recogió en la primera edición de su libro «Our Inheritance», como «más próximas a la verdad». Con tales datos presentes quiso comprobar hasta que punto era cierta la aseveración de Tylor-Hersechel, según la cual una banda circunscrita a la Tierra y con el ancho de la Gran Pirámide, tendría una superficie de 10¹¹ pies cuadrados.

TABLA DE VARIOS DIÁMETROS DE LA TIERRA, en pulgadas piramidales			
DIÁMETROS A DIVERSA LATITUD	Usando el menor diámetro ecuatorial de Clarke (1866).	Valores citados en "Our Inheritance", Edición de 1864.	Usando el mayor diámetro ecuatorial de Clarke (1866).
90°	500000000	500000000	500000000
60°	500396000	500420000	500435000
45°	500792000	500840000	500869000
30°	501186000	501257000	501301000
0°	501577000	501672000	501730000

Para ello multiplicó los diámetros tabulados por el número δ (cifrándolo en 3.14159), una vez transformados en pies, y por el ancho de la pirámide (para el que tomó el valor de 9131.05 pulgadas piramidales ya reflejado en la segunda de las tablas anteriores), también expresado en pies. Los resultados obtenidos siempre fueron menores de lo previsto, indicando P. Smyth que con el diámetro ecuatorial más pequeño se obtenía un valor de 99919000000, mientras que con el mayor se llegaba a 99949000000. Realmente los resultados debieron ser un poco mayores, puesto que cometió un error por defecto próximo al 0.02 %; los valores resultantes son por tanto 99938356416, en el primer caso, y 999688414042, en el segundo. Naturalmente que los valores anteriores dependerían asimismo de la magnitud asignada al lado de la base de la Gran Pirámide.

Piazzi Smyth cita varias medidas al respecto. En primer lugar la de los Ingenieros franceses, extrayendo de la obra de Jomard el párrafo siguiente: «C'est entre les deux points les plus extérieurs de ces enforcements et avec beaucoup de soins et de précautions qu'ils mesurèrent la base. Ils la trouvèrent de 233.747 mètres», una cantidad que transforma en 763.62 pies ingleses. Cuando los franceses abando-

Damos valor a las soluciones GIS



Sobre el terreno es donde mejor nos desenvolvemos

Los Servicios y Tecnologías que ofrece el Grupo AZERTIA abarcan todas las actividades inherentes al desarrollo de soluciones para la Gestión del Territorio, desde su concepción hasta la implantación, puesta en marcha, mantenimiento y desarrollo evolutivo.

La amplia gama de Soluciones y Productos Propios junto con el conocimiento en los productos GIS más difundidos del mercado por parte de nuestros técnicos, proporciona amplias posibilidades de actividad en el campo del desarrollo e implantación de Aplicaciones o Sistemas GIS.

Grupo AZERTIA ofrece toda la gama completa de Servicios en un Proyecto GIS, desde la Auditoría y Consultoría, Integración y Administración de Sistemas, hasta la Captura de Datos/Outsourcing.

- Gestión Integral de todo tipo de Información Geográfica.
- Gestión Catastral en Entornos Municipales.
- Gestión Cartográfica.
- Gestión y Localización de Flotas.
- Aplicación de Cálculo y Determinación de Coberturas Radioeléctricas.
- Aplicación de Cálculo de la Expansión y Combate de Incendios Forestales, Prevención y Optimización de Recursos de Combate.
- Aplicación de Gestión de Planes de Vigilancia Preventiva y Optimización de los Recursos Forestales y Medioambientales mediante comunicación vía satélite.

SEINTEX

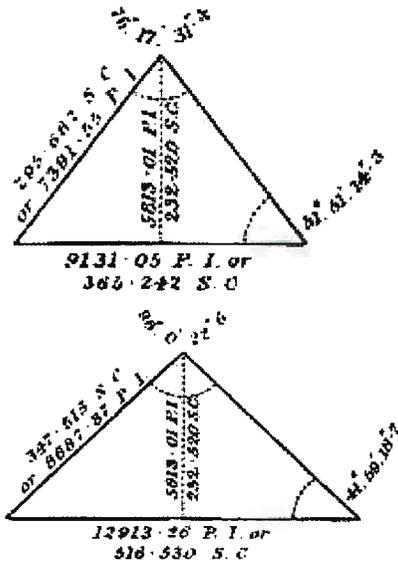
www.seintex.com



GRUPO

AZERTIA

www.azertia.com



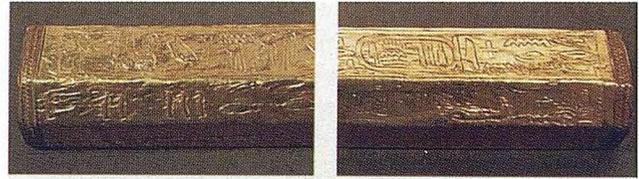
Dos secciones verticales de la Gran Pirámide dibujadas y acotadas por Piazzi Smyth, la de la izquierda es recta y la de la segunda diagonal. Las iniciales P. I. se refieren a las pulgadas piramidales, las S.C. se corresponden con las del codo sagrado. Ambos dibujos figuran en la ilustración nº XX, del libro «The Great Pyramid, its secrets and mysteries revealed».

En Egipto se realizó una nueva medida de la base, a cargo del «Ordnance Survey»; obteniendo su coronel Howard Vyse un valor de 764 pies, es decir 9168 pulgadas. Por último menciona que, encontrándose él sobre el terreno en el año 1865, los ingenieros del mismo organismo Aiton e Inglis encontraron las cuatro cubos de las esquinas y hallaron el valor de 9110 pulgadas como media de los cuatro lados de la base. Finalmente en la página 38 recoge otra medición inglesa efectuada cuatro años después, que rectifica el valor anterior para transformarlo en 9130 pulgadas. Una magnitud que, según Smyth, estaría mucho más cerca de las 9140 teóricas; asociadas a una de las singularidades características geodésicas y astronómicas de la pirámide.

Antes de concretar esa propiedad, no viene mal recordar dos de las preguntas que se hacía P. Smyth a ese respecto. En primer lugar dudaba de si el arquitecto de la Gran Pirámide habría estado al tanto del tamaño, forma y movimientos verdaderos de la Tierra y de si habría elegido intencionalmente el diámetro, contenido en su eje de rotación, como una referencia físicamente significativa que sirviera de patrón para todas las medidas empleadas en la construcción. La siguiente pregunta entraba ya en los detalles de tan peculiar propiedad, guardando una paradójica relación con la definición del metro propuesto en París. Efectivamente, habiendo supuesto que el eje polar media 500500000 pulgadas inglesas (de acuerdo con las mejores estimaciones de su tiempo) se preguntaba si la diezmillonésima parte del semieje, esto es 25.025 pulgadas, multiplicada por el número de días del año, es decir 365.2422, sería igual al verdadero valor del lado de la base de la pirámide; y en caso contrario ¿cuál sería la diferencia?

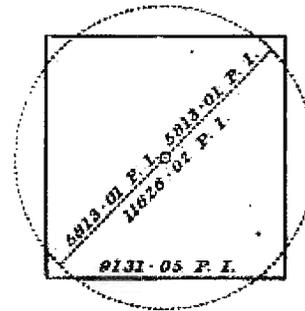
Al ser evidente que el producto es aproximadamente 9140 pulgadas, Piazzi Smyth trató de justificar tanto los errores por defecto de las primeras medidas (francesas e inglesas) como el cometido por exceso, durante la última medición del año 1869. La explicación que da es razonable, señalando la dificultad inherente a la propia medida sobre un terreno cubierto por los restos fragmentados del primitivo recubrimiento de la pirámide; de ahí que supusiera que los errores cometidos solo deberían ser considerados como

desviaciones del valor verdadero y teórico de 9140 pulgadas. La interpretación que hizo del resultado era obligada, teniendo en cuenta el exagerado misticismo de Piazzi Smyth: el cociente entre el lado de la base y el número de días era igual a 25.025, la longitud del denominado codo sagrado, en clara contraposición con la del codo profano usado por los egipcios, equivalente a 20.7 pulgadas inglesas. Con el primero, según él, se podían explicar mucho mejor las coincidencias más importantes entre las leyes del Cielo y las ordinarias de la Tierra en que habitamos.



Los dos extremos de un codo real y profano

Después de referirse a la geometría del elipsoide terrestre, nos introduce Smyth en otra analogía, más astronómica que geodésica, entre la Gran Pirámide y el Sol, para evaluar la distancia a que se encuentra de la Tierra. En esta ocasión recurre al trabajo efectuado por el egiptólogo W. F. Petrie, tras haber leído en 1867 el libro de Smyth «Life and Work». Según aquel, si la circunferencia tipificada por la base de la Gran Pirámide podía simbolizar el año y si el radio de la misma coincidía con la primitiva altura del monumento, dicha línea debería representar también la órbita media de la Tierra alrededor del Sol, añadiendo «and in the prortion of 109, or 1 to 1000000000; because, amongst other reasons, 10 : 9 is practically, in one mode of Beijing it, the shape of the Great Pyramid».



La base cuadrada de la pirámide y la circunferencia con radio igual a la altura de la misma. El dibujo acotado fue realizado por Piazzi Smyth.

Esa proporción 10 : 9 para la forma de la pirámide fue descubierta poco tiempo después por H. James y O'Farrel, dos oficiales del «Ordnance Service Office». El cálculo de Petrie partió de que la altura de la pirámide era de 5819 pulgadas inglesas, para multiplicarla después por 109 y obtener así el resultado de 91840000, una vez expresado en millas. Como por aquel entonces se suponía que la distancia Tierra Sol era del orden de 95234000 millas, Petri dio por zanjado el asunto y supuso que sus hipótesis de partida eran falsas. Sin embargo pocos años después se verían confirmadas estas, a juicio de Piazzi Smyth, ya que los valores asignados a tal distancia por diferentes grupos de astrónomos oscilaba entre los 91 y los 93 millones de millas¹². Otra de las cuestiones geodésicas que aborda Piazzi Smyth en su libro fue la de la orientación astronómica de la pirámide, señalando al iniciar el capítulo quinto «Geographical Indications; from the position of Great Piramyd» que el

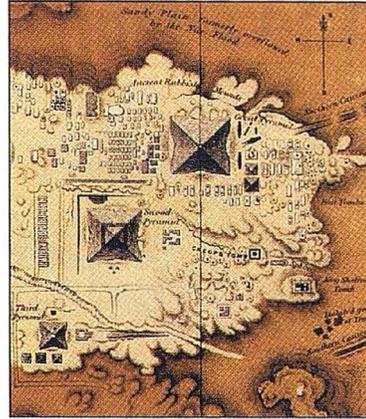
lector debería recordar que tan grandioso monumento se encuentra verdaderamente orientado, con sus caras enfrentadas a los cuatro puntos cardinales: Norte, Sur, Este y Oeste; desmontando de raíz la creencia de que toda la fenomenología asociada a la pirámide obedece tan solo a la geometría pura. Aunque la orientación de algunas construcciones antiguas era un hecho suficientemente conocido, no dejó de sorprender a los expedicionarios franceses lo bien que la habían realizado cuando tuvieron ocasión de comprobarlo en el año 1799. El responsable de efectuar la reorientación fue el astrónomo N. A. Nouet, miembro del Instituto de Egipto como integrante de su Clase de Matemáticas, quien además instaló un observatorio con los mejores instrumentos de la época. La operación la realizó en el mes Nevo¹³ del año republicano número 7, constatando que tan solo existía una desviación próxima a los 19'58"; si bien Jomard añadiría después que el error cometido por los egipcios debió ser indudablemente menor al haberse determinado el acimut de los lados actuales (tan evidentemente erosionados) y no el de los primitivos.

Inmediatamente después dio cuenta Piazzi Smyth del discurso que había pronunciado R. Hooke sobre los terremotos, en torno al año 1677, en el que trató además de la posible incidencia de los movimientos del eje de rotación terrestre sobre la variabilidad del acimut; haciendo una significativa transcripción de parte del mismo y reconociendo, por otra parte, la influencia que ejerció sobre él. Hasta el punto de resultar determinante para que finalmente se decidiera a determinar el acimut de los cuatro lados de la base, empleando la metodología astronómica más fiable, una vez reconocidas a ciencia cierta las zapatas de las cuatro esquinas que la definían; en esa determinación incluyó también los pasadizos del interior de la pirámide. Tras rechazar, por poco rigurosos, los procedimientos magnéticos propugnados por algunos, optó por calcular el acimut de aquellas direcciones en función del que presentaría la estrella «Alpha Ursae Minoris», la estrella polar, en el instante de su máxima digresión occidental. El instrumental empleado pertenecía al Real Observatorio de Edimburgo. Los detalles sobre las observaciones y cálculos realizados fueron recogidos en el segundo volumen de su obra «Life and work at the Great Pyramid, 1867»; debiendo destacar sobre todo lo demás que la primera discrepancia de 19'58" se redujo a 4'30". La preocupación por la orientación del monumento alcanzó también a sus galerías, tal como detalla mucho después, en el capítulo XVII. Sirva de ejemplo la de la galería de acceso a la cámara subterránea de la pirámide, cuyo eje contiene al Polo Norte Celeste de la época en que fue construida; un punto idéntico por aquel entonces a la estrella «á Draconis», ya citada en su momento.

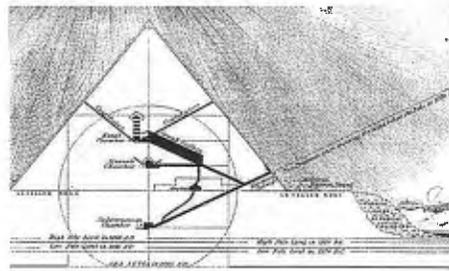
Al tratar del posicionamiento de la Gran Pirámide, recuerda otra vez Smyth las disquisiciones teóricas de Hooke, añadiendo las homólogas realizadas por los académicos franceses; indicando que se apoyó en ellas para decidirse a estudiar esa cuestión. Por consiguiente debería comprobar también el valor de la latitud para ver si coincidía con el teórico de 30°, supuestamente previsto por el arquitecto de la pirámide. Piazzi Smyth dedujo tras varias noches de observación que la latitud del lugar era igual a 29° 58' 51", es decir muy próximo al valor anterior; hasta el punto que

no lo consideró erróneo, máxime cuando el valor teórico se transformaría en el calculado al ser corregido por los efectos de la refracción atmosférica.

El difícil problema de la longitud lo resolvió Piazzi Smyth con tanta rapidez como imaginación, al igual que hicieron los Ingenieros Geógrafos franceses, en el año 1799, que eligieron el meridiano de la pirámide como origen, al efectuar el levantamiento topográfico de aquellos territorios.



Mapa de las Pirámides de Giza realizado por Charles Piazzi Smyth. La escala del original era próxima a 1/6000.

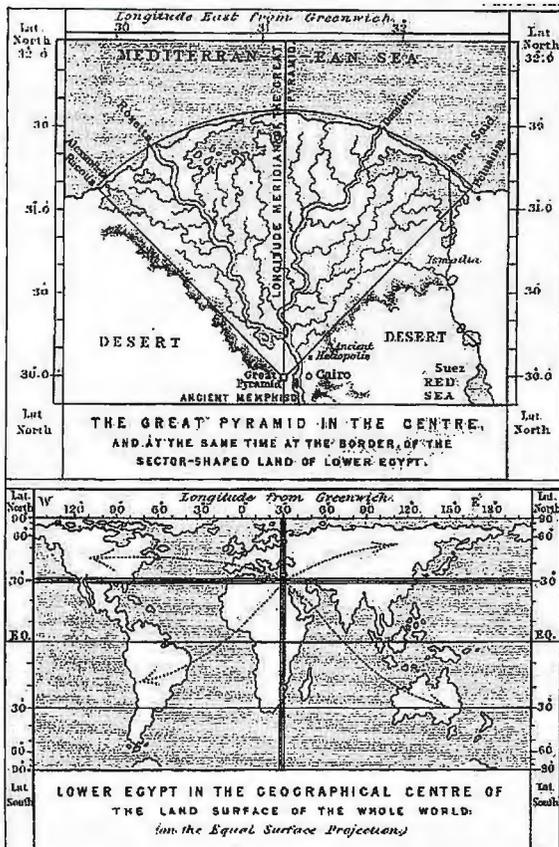


Sección vertical de la Gran Pirámide, realizada por Piazzi Smyth, obsérvese en la parte inferior de la derecha el pasadizo y su prolongación hacia la estrella a de la constelación del Dragón.

Su elección no debió ser casual pues tuvieron que ser conscientes de que la pirámide ocupaba el vértice más al Sur del delta del Nilo y de que el plano vertical que la contenía cortaba a la costa egipcia en el lugar más septentrional de la misma. Otra consideración interesante que cita Smyth es debida a H. Mitchel, «Chief Hidrographer to the United States Coast Survey», quien suponía que las diagonales de la pirámide jugaban asimismo su papel en relación con el delta; llegando a afirmar que ambas dividían los terrenos fértiles del mismo de una manera muy equilibrada. Al pensar además que la Gran Pirámide era sensiblemente el centro del arco con el que se podía asimilar el litoral del delta, aseguró que ningún monumento construido por el hombre tenía una situación física más privilegiada.

El meridiano de la pirámide gozaba también de otra propiedad de carácter más global, en opinión de W. Petrie. El pensó, con gran sagacidad, que de todos los meridianos posibles, el de la pirámide era el más terrestre de todos ellos, es decir el que atravesaba menos superficie marina; llegando a definirlo como el más natural y al que deberían referirse todas las longitudes¹⁴. Por su parte P. Smyth se permitió añadir que se pueden hacer las mismas consideraciones sobre el paralelo de 30°, una línea que corta más tierra que cualquier otra de latitud diferente. Esas dos propiedades tan notables de la Gran Pirámide eran finalmente comentadas por el autor en los siguientes términos: «so

that the two grand, solid, man-inhabited earth-lines, the one, of most land in any Meridian, and the other of most land in any Latitude, cross on the Great-Pyramid. And finally, on carefully summing up the areas of all the wide world over, the centre of the whole falls within the Great Pyramid's special territory of Lower Egypt». Piazzi Smyth se apoyó, para hacer esas afirmaciones, en un estudio cartográfico, tan poco conocido como interesante, que tituló «Equal Surface Projection» y que fue publicado en Edimburgo (1870).



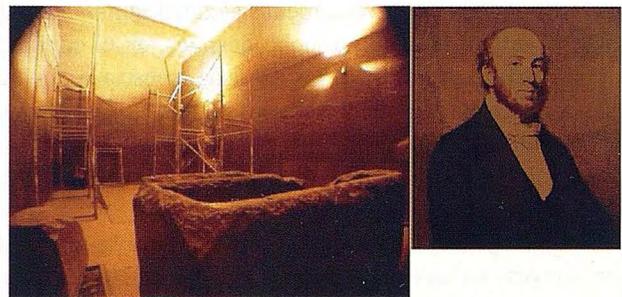
La pirámide de Khufu como vértice del delta del Nilo y como centro del mundo. El mapamundi de la parte inferior es una proyección equivalente diseñada por Piazzi Smyth.

La controversia como epílogo

La aparición de los diversos trabajos de Piazzi Smyth en la Inglaterra victoriana desataron de inmediato la polémica, principalmente por su fuerte contenido místico. La controversia consecuente alcanzó unos extremos tan desagradables que nuestro autor se vio en la obligación de abandonar, muy a su pesar, una institución tan prestigiosa como la «Royal Society» de Londres, en el año 1874. Aunque es muy arriesgado terciar en una polémica como esa sin contar con todos los elementos de juicio suficientes, es obligatorio subrayar que nunca se reconoció como debía el levantamiento topográfico pormenorizado y riguroso que realizó Smyth de la Gran Pirámide; uno de los más exactos, sino el que más, jamás realizado. También es muy cierto que su misticismo alcanzó cotas inimaginables que, sin remedio, llegaron a desvirtuar la mayoría de sus análisis científicos cargados de buen sentido. Un ejemplo que puede considerarse significativo está relacionado con la fecha en que se produjo el diluvio universal. En la página 534 del capítulo XXII, centrado en este asunto esencial-

mente místico y por tanto acientífico, hace la media de doce fechas, previamente asignadas como posibles, llegando a la conclusión de que «el más importante suceso en la historia de la Biblia» ocurrió en el año 2741 a. C.; añadiendo para terminar que en el año 1878, la cronología de la Gran Pirámide, también interpretada por el sacerdote A. Cachemaille, daba 2743 a. C.

El rechazo de sus trabajos traspasó fronteras y permaneció a lo largo de los años siguientes, sin conseguir separar su evidente fundamentalismo religioso de su buen hacer como geodesta experimentado y astrónomo encomiable. De nuevo vuelvo a recurrir al libro que refería al principio de este trabajo, «Forma y Dimensiones de la Tierra (pág.19)», pues de él he extraído una de las muchas críticas que recibió el marcado interés de P. Smyth por encontrar una explicación coherente a tan peculiares características astronómicas, geodésicas, geométricas y metrológicas. Me estoy refiriendo a un comentario realizado en el año 1966 por R. Taton, un historiador de la ciencia de reconocido prestigio (fue Director científico del «Centre National de la Recherche Scientifique»), y que reza así: «todas las especulaciones hechas en torno a las cifras de la gran pirámide son puro infantilismo y habrían seguido siéndolo en el caso, en modo alguno verdadero, de que sus autores hubieran utilizado medidas y números exactos. Además ¿por qué la gran pirámide y solo ella nos habría transmitido en forma, por otra parte, tan oscura y, por decirlo todo, impenetrable, una ciencia tan adelantada que superaría a la griega para emparejarse con la moderna? Hay en el valle del Nilo, desde el delta hasta el Sudán, más de 150 pirámides; ¿solo la de Keops iba a darnos el verdadero valor del número π , la dimensión del radio de la Tierra, la medida exacta del meridiano terrestre? Está claro que tales hipótesis son absurdas y, recordémoslo se fundan además en medidas inexactas». El párrafo hace una clara referencia, en mi opinión, a las opiniones de su compatriota Jomard y sobre todo a las numerosas especulaciones de Piazzi Smyth, mostrando una manifiesta parcialidad, también a mi juicio, que podría ser producto de la conocida animadversión de P. Smyth hacia el Sistema que él denominaba francés (aunque no evitara elogios al buen trabajo llevado a cabo por los miembros de tan importante operación científica en el año 1799).

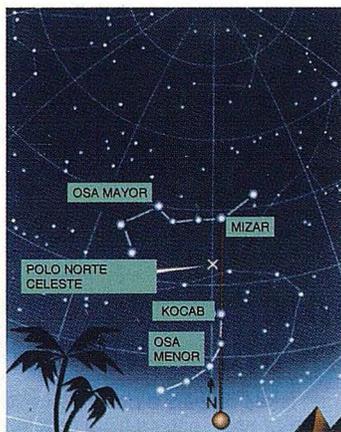


Oleo de Charles Piazzi Smyth y fotografía del de Cámara 15 del rey, con un sarcófago en primer término.

Pretender ignorar hoy día la existencia de innegables propiedades, ciertamente sorprendentes, de la Gran Pirámide relacionadas con las Ciencias de la Tierra carece de sentido. Peor aún es, en el supuesto de aceptar su existencia, achacarlas a la pura casualidad. Todo ello no evita que carezca de explicación aparente el hecho de lograr seme-

jantes resultados con unas técnicas que suponemos rudimentarias, al compararlas con las actuales, y con unos fundamentos teóricos que no alcanzarían un nivel medio de conocimientos, de acuerdo con nuestros actuales patrones de medida. El propio protagonista compartía, en cierto modo, esa opinión, cuando en la página 91 venía a decir que los que dirigieron la construcción de la Gran Pirámide podían haber procedido de otro país, con latitud y longitud diferente. Añadiendo que inmediatamente después de construirla, de modo tan perfecto, podrían haber vuelto a su lugar de origen. Otra de las posibilidades apuntada por Smyth fue fruto de su irracional afán de querer solucionar demasiadas cosas con la Biblia, así habría que entender el que creyera que también podía haber sido diseñada por el mismo Dios, para situarla en tierra egipcia como un altar que denotase su presencia.

Digamos, a modo de conclusión, que el interés por el estudio geodésico y astronómico de la Gran Pirámide ha estado y sigue estando presente en la comunidad científica. Quizás una de las pruebas más concluyentes, que certifica esa afirmación, sea la que apareció publicada, el día dieciséis de noviembre del año 2000, en una revista tan prestigiosa como es «Nature (Internacional weekly journal of science)». El título del artículo fue «Ancient Egyptian chronology and the astronomical orientation of pyramids», siendo su autor Kate Spence, profesor en la Facultad de Estudios Orientales de la Universidad de Cambridge. K. Spence trata de demostrar que para orientar la pirámide se usó la alineación celestial de dos estrellas brillantes de las constelaciones de la Osa (mayor y menor), explicándose así que pudiesen cometer un error inferior a los tres minutos de arco. En efecto, estudios basados en la precesión equinoccial permiten probar que en torno al año 2500 a.C. las dos estrellas circumpolares Mizar, en la Osa mayor, y Kocab, en la Osa menor, estaban alineadas con el Polo Norte Celeste y localizadas a uno y otro lado del mismo; es decir que la culminación superior de una se producía en el mismo instante que la culminación inferior de la otra. Concretamente Kate vino a demostrar que en el año 2467 a. C. la línea invisible que unía las dos estrellas era vertical y contenía al citado Polo. De manera que el plano vertical formado por el observador y la línea estelar coincidiría con el plano meridiano del mismo, pudiendo ser inmediato el determinar su intersección con el plano del horizonte, esto es la dirección Norte-Sur.



Carta Celeste que ilustra la presentación del artículo de K. Spence en la revista Nature. La presentación la escribió O. Gingerich, catedrático de Astronomía y de Historia de la Ciencia en la Universidad de Harvard.

Referencias Bibliográficas

- GILLINGS R. J. Mathematics in the time of the pharaohs. Nueva York. 1982.
 LEVALLOIS J. J. Mesurer la Terre, 300 ans de geodesie française, de la toise du Châtelet au satellite. París. 1988.
 MAINDRON E. L'Académie des Sciences, histoire de l'Académie, fondation de l'Institut National. Bonaparte membre de l'Institut National. París. 1888.
 ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY. Report of the Council of the eighty-first general meeting of the Royal Astronomical Society. 1901.
 RUIZ MORALES M., RUIZ BUSTOS M. Forma y Dimensiones de la Tierra. síntesis y evolución histórica. Barcelona. 2000.
 SPENCE K. Ancient Egyptian chronology and the astronomical orientation of pyramids. Nature vol. 408 (www.nature.com).
 SMYTH P. The Great Pyramid , its secrets and mysteries revealed. Nueva York.1994.
 1 Herodoto aseguró que el responsable de la construcción de la pirámide fue Keops, primer faraón de la cuarta dinastía (2615-2500 a. d. C.); el nombre del faraón no es más que la versión griega de Khufu. Platon en su Timeo decía en cambio que la pirámide tenía alrededor de 10000 años. Eratóstenes, por su parte, daba el nombre de Saophis. Esta pirámide también fue conocida como Xut (la espléndida).
 2 La expedición militar, auspiciada por el Directorio, fue acompañada por otra eminentemente científica, organizada y dirigida por Monge y el químico Claude Louis Berthollet. Bajo la denominación de Comisión de Ciencias y Artes, se integraron las siguientes especialidades y profesiones. Geometría (11), Astronomía (4), Mecánica (12), Química (7), Geólogos (4), Botánicos (3), Biólogos (4), Médicos (8), Farmacéuticos (3), Relojeros (1), Economistas (4), Anticuarios (3), Arquitectos (5), Pintores (3), Delinquentes (5), Ingenieros de Caminos (19), Ingenieros Geógrafos (16), Ingenieros Hidrográficos (5), Ingenieros Instrumentistas (2), Escultores (1), Grabadores (1) Literatos (4), Músicos (2), Alumnos de la Escuela Politécnica (7), Intérpretes (8) e Impresores (5). El equipo de los Ingenieros Geógrafos de Napoleón estuvo dirigido por dos Jefes: Dominique Testevuide y su sobrino Pierre Jacotin. Aunque el trabajo efectuado por estos ingenieros estuviese a la altura de las circunstancias (eran continuamente hostigados por tropas árabes hostiles), es obligado comentar que se equivocaron al suponer que el nivel medio del mar Rojo estaba entre ocho y nueve metros por encima del nivel medio del Mediterráneo. La corrección del error se debió a su compatriota P.A. Bourdaloué, el cual niveló la zona del istmo de Suez, comprobando que el desnivel era solo del orden de los ochenta centímetros.
 3 J. Herschel (1792-1871) fue digno hijo de su padre W. Herschel (1738-1822), el astrónomo más importante de su época. Aunque W. Herschel nació en Hannover se trasladó pronto a Inglaterra por iniciativa de sus padres.
 4 Las aportaciones astronómicas de G. Piazzi están relacionadas con los asteroides. A él se debió el descubrimiento del primero, en el año 1801, al que bautizó con el nombre de Ceres, en honor a la Diosa de la agricultura. Recuérdese que Gauss calculó inmediatamente después la órbita del mismo, aplicando para ello su novedoso método de los mínimos cuadrados. Así se pudo saber su distancia media al Sol (2.77 UA) y su periodo de traslación (1680 días).
 5 El nombre del Observatorio honró la memoria del astrónomo y abad francés, que en el año 1752 se desplazó al Cabo de Buena Esperanza para realizar observaciones estelares y para determinar la distancia de la Tierra a la Luna, en colaboración con otro astrónomo francés, J. J. Lalande, que se trasladó a Berlín a tal efecto. La Caille determinó asimismo el aplastamiento polar del elipsoide para tratar de comprobar que ese fenómeno presentaba una cierta simetría.
 6 W. von Struve, igualmente conocido como Vasiili Yakovlevich Struve, fue uno de los más grandes geodestas del siglo XIX y el primero de cuatro generaciones de astrónomos distinguidos. Su hijo Otto fue también director del Observatorio e introductor en Rusia del Sistema Métrico Decimal, los hijos de este Ludvig y Hermann, destacaron de igual modo que sus predecesores. El último miembro de la dinastía fue Otto Struve (1897-1963), Director del Observatorio como su bisabuelo, aunque finalmente decidiera emigrar para afincarse definitivamente en EE.UU., especializándose en los estudios de espectroscopia estelar.
 7 En agosto de 1883 se produjo la famosa erupción del Krakatau, unos de los episodios geológicos más violentos de la historia. Se destruyó gran parte de la isla y murieron más de 36000 personas a causa del tsunami a que dio lugar. La nube de cenizas giró durante varios meses alrededor de la Tierra, produciendo espectaculares puestas de Sol al año siguiente.
 8 La segunda edición se publicó en el año 1874 y la tercera tres años después.
 9 Esta altura fue calculada también por los Ingenieros Geógrafos de Francia mediante una triangulación, uno de cuyos vértices coincidió con el de la pirámide.
 10 A él se refería como sistema métrico francés, llegando a tildarlo de demoníaco. Sirva sino de muestra la pregunta y la respuesta que incluye en la página 243. ¿Pero como es que vio la luz del día? Gracias a la revolución de toda una nación, la revolución atea y más salvaje jamás vista por el mundo. En la actualidad se intenta ocultar, haciéndola parecer moderada, con la introducción entre nosotros del sistema francés; que pasará a la historia pues, simultáneamente a su evolución o desarrollo en París, abolió el cristianismo, quemó la Biblia y declaró que no existía Dios, al que consideraban una mera invención de los curas. También dejaron de computar el tiempo tomando como referencia la era cristiana, despreciaron el Sabbat y su semana de siete días. Comenzó entonces una nueva forma de medirlo, tomando como origen el inicio de la República francesa y suprimiendo la semana para introducir la década, ajustándolo a un sistema métrico de su propia invención; pero con la antigua división decimal, mas que con la revelación.
 11 Aunque el geodesta inglés A. R. Clarke fuese uno de los más prestigiosos geodestas del pasado siglo XIX y propusiera varios modelos elipsoidales, tanto de revolución como triaxiales, con unos parámetros que fueron los primeros en aproximarse a los valores actuales, se echa en falta la mención de otros igualmente interesantes: los de Bessel y Struve son dos ausencias significativas aunque ampliamente empleadas.
 12 En la Grecia clásica la Unidad Astronómica, es decir la distancia de la Tierra al Sol, se expresaba en función del diámetro de la primera (dT). Hiparco de Nicea, el más grande astrónomo de la antigüedad, decía que valía 1245 dT; en cambio Posidonio supuso que era mucho mayor, del orden de 5000dT. Un valor que permanecería prácticamente inmutable hasta que Kepler lo cifró en poco más de 66.5 millones de kilómetros. Gracias a los trabajos de G. Cassini se incrementó notablemente la cifra anterior, al deducir que la parataje del Sol era de unos 8" en lugar de los tres minutos que pensaba Copérnico, Tycho-Brahe y el propio Kepler. Ya en tiempos de Luis XIV se estimó en más de 144 millones de kilómetros, merced a las observaciones de La Caille en Ciudad del Cabo. Entre los años 1961 y 1963 se hacen unas determinaciones más exactas, tanto en la desaparecida URSS como en EEUU, con un resultado de 149598500 km, con error de ± 500 km. Actualmente se piensa que el valor medio de la Unidad Astronómica es de 149597870 km.
 13 Esa denominación corresponde al cuarto mes del calendario republicano, referido al periodo comprendido entre el 20 de diciembre y el 18 de enero. Esc calendario se estableció por la Comisión Nacional el día 5 de octubre de 1793, comenzando el año en el equinoccio de otoño y constando de doce meses de 30 días cada uno, más cinco días complementarios que debían consagrarse a la celebración de las fiestas republicanas. De acuerdo con ello la comprobación efectuada por Nouet tuvo lugar en el año 1800 de nuestra era.
 14 Ya Tolomeo eligió el extremo más oriental de las Islas Canarias, llamadas por él afortunadas, como el meridiano origen de longitudes. Muchos siglos después hicieron lo propio los académicos franceses, que ponderaban como ventaja principal el hecho de que toda Europa tenía una longitud del mismo signo. El actual meridiano de Greenwich fue establecido por G. Airy en el año 1851, poco más de 5.7 metros al este del que se venía empleando desde el año 1750. En el año 1884 se celebró en Washington la Conferencia Internacional del Meridiano, decidiéndose entonces que el meridiano de Greenwich sería el primer meridiano del mundo. Los franceses no lo reconocieron como tal hasta el año 1911, a pesar de tener la propiedad de que el antimeridiano (o línea de cambio de fecha) es esencialmente marino.
 15 De esta Cámara real, y del sarcófago, hace Smyth interesantes elucidaciones metrológicas, geodésicas y astronómicas. De todas ellas he optado por citar la siguiente, que según él se cumple si se considera previamente que las pulgas piramidales de la cámara significan codos sagrados del exterior de la pirámide. Suponiendo que el largo de la Cámara, 412.132, fuera el diámetro de una circunferencia, el área del círculo limitado por ella sería idéntica a la de un cuadrado de lado igual a 365.242 codos sagrados. Una cantidad que representa no solo la media de todas las medidas del lado de la base piramidal, sino que también indica el número de días solares medios del año trópico. Piazzi Smyth lo comprueba, aplicando logaritmos, en la página 199 del capítulo X («Confirmations, of the Exterior, by the Interior, measures of Great Pyramid»); el lector interesado puede hacer lo propio con una sencilla calculadora. El sarcófago también centró la atención de Smyth, entre las muchas propiedades que le achacaba (metrológicas fundamentalmente) cabe destacar el hecho de que sus dimensiones (medidas tanto por él como por los Ingenieros Geógrafos franceses) guardaban relación con la densidad media de la Tierra. Según Piazzi Smyth, su volumen en pulgadas cúbicas (71250) dividido por la décima parte de cincuenta pulgadas cúbicas daba como cociente la densidad media de la Tierra, es decir 71250/12500 = 5.7; una cantidad que «la ciencia podría confirmar en el futuro» y que mientras tanto era muy parecida al valor medio de los obtenidos hasta ahora (se estaba refiriendo a la reciente determinación de H. Cavendish en 1798, así como a los posteriores de F. Baily y de G. B. Airy). El número 50, como el 25, era considerado por el astrónomo escocés clave para el análisis geométrico que realizó, máxime cuando 50 pulgadas piramidales equivalían a la diezmillonésima parte del eje menor del elipsoide terrestre.

SISTEMAS AVANZADOS DE TOPOGR



trimble tools



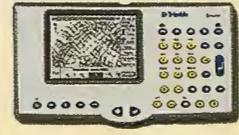
5800 RTK ROVER



ESTACIÓN TOTAL GPS 5700



ESTACIÓN DE REFERENCIA NETRS



CONTROLADOR ACU



TERMINAL RECON



GEDEXPLORER XM/XT



Santiago & Cintra Ibérica, S. A.
 Calle José Echegaray, nº 4
 P.A.E. Casablanca B5
 28100 Alcobendas Madrid (España)
 Tel. +34 902 12 08 70 - Fax. +34 902 12 08 71
www.santiagoecintra.es

Delegaciones:
 Catalunya: 669 59 65 48
 Comunidad Valenciana: 669 56 05 20
 Andalucía: 699 45 82 23

FÍA Y CARTOGRAFÍA

 Trimble



**NIVEL DIGITAL
DINI**



**ESTACIÓN TOTAL
SERVO 5503**



**ESTACIÓN TOTAL
ROBOTIZADA 5600 DR**



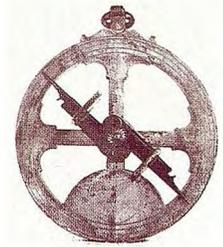
**LASER ESCANER
MENSI 3D**



**ESCANER LASER 3D
CALLIDUS**

 **Trimble**

Valoración de un espacio cafetalero, el caso de la Sierra Norte de Puebla, México



1Adriana Alejandra Bermeo López y 2Teresa Reyna Trujillo

1Estudios Regionales, Instituto de Investigaciones Dr. José Ma. Mora, México, D.F.

2Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México

El desarrollo de la investigación tuvo como objetivo hacer una valoración de las distintas formas de utilización del territorio para la producción de café (asociaciones) mediante dos vías: desde el punto de vista histórico referido al proceso productivo y desde el espacial en donde destaca la perspectiva agroecológica y la verificación de los usos de suelo. En el presente trabajo se hará amplia referencia a la segunda vía, que resulta fundamental para la elaboración de propuestas basadas en la comprensión de las formas y las funciones al interior de la zona agrícola que puedan en concreto servir al mejoramiento del espacio y del sector. Posteriormente, se señalan como ejemplo algunas de las caracterizaciones referentes a las asociaciones identificadas. Es entonces, una premisa fundamental la consideración de que la evidencia de la producción del espacio está en los usos de suelo, los cuales son por lo tanto, el resultado de la acción del hombre sobre el medio natural, es decir, de la apropiación, lo que permite observar un mosaico de situaciones.

La actividad cafetalera se desarrolla en las zonas montañosas de Puebla, donde, el medio natural es heterogéneo, sobre todo por el constante cambio altitudinal, conformándose diversos ecosistemas cada uno con diferentes niveles de respuesta frente a la actividad humana. La agricultura conlleva a la construcción de agroecosistemas, que son sistemas artificiales creados y regulados por el hombre con el fin de obtener bienes agrícolas, su estructura y su funcionamiento guarda estrecha relación con la lógica económica. En el caso de la cafeticultura existen diversos sistemas de cultivo o de producción, que si bien todos están dirigidos a la producción del café para el mercado, la integración con éste se hace de diferentes formas; de tal manera que es posible encontrar sistemas de cultivo campesinos herederos de la tradición indígena, orientados preferentemente al autoconsumo y por lo tanto, con una alta diversidad en el estrato arbóreo (frutales y/o plantas nativas), hasta sistemas de cultivo modernos caracterizados por un uso intensivo de insumos con sombra regulada o bajo sol. Es posible encontrar también sistemas intermedios, aunque la tendencia ha sido hacia la eliminación del primero y el predominio del segundo. Este cambio dirigido por las fuerzas del mercado ha sido rápido y con poca previsión sobre los impactos de los cambios de uso de suelo tanto en el ecosistema regional como en la organización económica. En efecto, los resultados han sido negativos, al destruir el sistema de recursos y al degradar el potencial productivo de los ecosistemas que constituyen la base de sustentabilidad de las fuerzas sociales de pro-

ducción; por otro lado, la conversión a monocultivos de ecosistemas diversos como son los subtropicales, ha degradado sus mecanismos de equilibrio y de resiliencia haciéndolos más vulnerables a las catástrofes naturales, afectando su flexibilidad para adaptarse a los climáticos y a las demandas del mercado sujetando así las capacidades de estas regiones (Left, 1994).

1. ZONA DE ESTUDIO

Ante la problemática descrita y dada la importancia de la cafeticultura en el país, se realiza la presente investigación en una zona que por su extensión y por sus características es muestra de la situación de dicha actividad, se ubica en la región denominada Sierra Norte de Puebla, que por las características de su poblamiento y de su relieve es posible encontrar en una zona relativamente pequeña, la presencia de diversas formas de apropiación del espacio para el desarrollo de la actividad cafetalera.

La superficie a considerar se localiza en su totalidad en la cuenca alta del río Cazonos formada por la subcuenca del río San Marcos que abarca parcialmente los municipios de Xicotepec de Juárez, Zihuateutla y Tlacuilotepec, al norte del estado de Puebla. Se ubica en la transición de la Sierra Madre Oriental y la Planicie Costera Nororiental del Golfo, con un amplio intervalo altitudinal de los 180 a los 1 700 msnm y que permite la diversidad de condiciones ambientales diferenciadas sobre todo en relación a tipos de vegetación y climas.

El relieve es accidentado e irregular formado por sierras más o menos individuales, paralelas y comprimidas las unas con las otras y que suelen formar pequeñas o grandes altiplanicies intermontanas, apareciendo frecuentemente escalonadas hacia las costas. Presenta grandes escarpes, amplias dolinas, y valles alargados que corresponden a sinclinales o áreas tectónicas bajas probablemente asociadas a bloques de hundimiento. Está constituida principalmente por rocas sedimentarias marinas plegadas las cuales emergieron por movimientos orogénicos en el Cretácico.

Posteriormente a raíz de la erupción del Pico de Orizaba y otros pequeños volcanes (conos parásitos) próximos a la región, toda el área se cubrió de cenizas volcánicas.

Con el paso del tiempo algunas capas fueron de nuevo liberadas de las capas de cenizas por lavado y erosión, mientras que otras las preservaron, por lo que actualmente existen ambos tipos de material parental (Velásquez citado por Kraemer y Solórzano, 1989).

Debido a la influencia altitudinal en el comportamiento de la temperaturas y la precipitación es posible distinguir cli-

mas semicálidos y cálidos, con regímenes de lluvias todo el año y de verano. La temperatura media mensual más elevada durante el año se presenta en el mes de mayo, correspondiendo al primer paso del sol por el cenit en su camino al Trópico de Cáncer; el segundo paso por el cenit no se registra por haberse iniciado la época de lluvias que abate las temperaturas; las temperaturas más frías se registran en enero y la máximas en mayo (Kraemer y Solorzano, op.cit.).

La vegetación original de acuerdo con el Inventario Forestal (SEMARNAP-UNAM, 2000) se limita a las partes más escarpadas de las montañas, identificándose dos tipos: selva alta y mediana perennifolia, y bosque mesófilo de montaña. La primera se sitúa preferentemente sobre las faldas de la montaña en donde existe una alta precipitación debido al fenómeno de convección de las nubes, y la segunda propiamente en la montaña donde ocurren frecuentes neblinas con la consiguiente alta humedad atmosférica.

En cuanto a los aspectos sociales se le ha denominado como «región refugio» (Aguirre-Beltran, 1968), debido a que su relativo aislamiento ha permitido que tradiciones culturales prehispánicas hayan sobrevivido de alguna manera frente a los embates de la «cultura occidental». La apertura de la Sierra a la economía nacional ha sido tardía, por las dificultades de acceso y el aparente desinterés ó el desconocimiento de sus recursos. Es en la primera mitad del siglo XX que se introduce la actividad cafetalera y ganadera en la región, generando una nueva organización del espacio y variedad de ecosistemas naturales, por la presencia de varios grupos indígenas, como el totonaco al haber sido parte de la antigua zona denominada «Totona-capán», aunque también hay un importante porcentaje de poblaciones nahua y otomí.

2. OBJETIVOS

- Elaborar una zonificación agroecológica utilizando Sistemas de Información Geográfica, fundamentalmente ILWIS (Integrated Land Water Information System)
- Caracterizar el medio natural en asociaciones ambientales.
- Valorar las asociaciones ambientales según su aptitud para el cultivo de café.
- Identificar en las asociaciones ambientales, los sistemas de cultivo y las formas de producción.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del presente trabajo se realizó en varias etapas que se mencionan a continuación, para posteriormente detallar algunos aspectos.

Primera Etapa, consistió en una revisión bibliográfica exhaustiva de los siguientes puntos:

- Definición de los requerimientos agroecológicos del cultivo que sirvieron para definir posteriormente los indicadores útiles para la zonificación agroecológica. Además se verificó en campo a diferentes altitudes, la periodización del ciclo anual del grano de acuerdo con las fechas de floración y de corte de la cereza.
- Reconocimiento de los diversos sistemas de cultivo para posteriormente identificarlos en campo.

Segunda Etapa, se manejó información espacial de diferentes temas manejando un Sistema de Información Geográfica (SIG), para poder integrar toda la información ambiental en formato digital.

La caracterización de las asociaciones se apoyó tanto en los datos climáticos puntuales, como en la identificación de las unidades morfoedáficas mediante el trabajo de fotointerpretación de dos fotos aéreas escala 1:75 000.

- Se generó la cartografía de referencia del área en estudio a partir de mapas de polígonos elaborados por la digitización de las cartas temáticas. Se utilizaron las cartas 1:250 000: Edafológica (SPP-INEGI), Inventario forestal (SEMARNAP) y Geológica (SPP-INEGI); y a 1:500.000 la carta Climática.

- La elaboración de Modelo Digital de Terreno (MDT) se hizo mediante la interpolación y rasterización de las curvas de nivel cada 20 metros digitizadas de la cartografía topográfica 1:50 000.

- La elaboración del mapa de pendientes, indispensable en la definición de unidades morfoedáficas, se elaboró a partir del MDT, con un tamaño de píxel de 25 metros.

- Para generar los indicadores térmicos e hídricos fue necesario primero el procesamiento en Excell de las bases de datos climatológicos de las 15 estaciones meteorológicas cercanas al área en estudio y con registros mayores de 10 años.

Después con ILWIS se generó su expresión cartográfica utilizando el MDT.

Tercera Etapa, consistió en la identificación y valoración de los usos de suelo presentes en las asociaciones ambientales de acuerdo con su sistema de cultivo y su forma de producción.

Se hizo considerando en primer lugar el reconocimiento hecho en el trabajo de campo, en segundo a las diferencias en la cubierta vegetal observadas en las fotografías aéreas, y en tercer lugar a los datos puntuales poblacionales. La valoración final estuvo dada por la aplicación de una encuesta en base a muestreo no representativo en unidades de producción (parcelas), considerando cada una de las asociaciones ambientales identificadas.

De acuerdo con Kraemer y Solórzano (1990) el término de asociación ambiental hace referencia a un medio natural relativamente homogéneo de acuerdo a ciertos criterios ambientales. La importancia de la identificación de dichas unidades se halla en el posible reconocimiento de las diversas opciones en relación a su potencial agrícola cafetalero frente a una sociedad que produce bajo diversos sistemas de producción de acuerdo a la forma de producción imperante. Para la identificación de las asociaciones ambientales es indispensable en primer lugar la distinción de zonas de acuerdo a su aptitud considerando parámetros agroecológicos.

Zonificación Agroecológica

La realización de la zonificación agroecológica toma como base los fundamentos agroecológicos propuestos por Carvajal (1972), y en cuanto a su instrumentación para la construcción de indicadores considera el trabajo de Rojas (1987) «Zonificación agroecológica para el cultivo del café (*Coffea arabica*) en Costa Rica» y el realizado por Pérez

(1989), «Zonificación Agroecológica del cultivo de café en la zona centro de Veracruz».

En el caso de este trabajo la valorización de la aptitud, la zonificación, está dirigida solo al cultivo del café de acuerdo con los objetivos del trabajo. Dicha zonificación incorpora únicamente algunos de los factores abióticos del ecosistema, como son los climáticos y los edáficos.

Valoración agroclimática

Los elementos climáticos que más influyen en el desarrollo, crecimiento y rendimiento de las plantas cultivadas son la temperatura y la precipitación, por tener efectos directos y por reflejar el comportamiento del resto de los elementos del clima. Además, la utilización de estos elementos es viable por la relativamente fácil consulta de sus registros meteorológicos, que posibilitan su cuantificación y análisis para su posteriormente establecer su distribución espacial.

De acuerdo a la revisión bibliográfica y a la información disponible, se seleccionaron cinco indicadores térmicos de importancia intrínseca para el buen desarrollo del café durante el ciclo anual, lo cual asegura una buena productividad. Con respecto a la precipitación se cuantificó y se analizó su distribución anual; también se consideraron los trabajos elaborados por otros autores (Ticante, 2000) para conocer el régimen hídrico de la zona, información que es indispensable para una buena valoración agroclimática.

Valoración Morfoedáfica

Del mismo modo resultó útil la distinción de las Unidades Morfoedáficas del área en estudio de acuerdo al trabajo realizado por Gutiérrez (1987), quien describe las unidades presentes en el Totonacapán. La distinción de dichas unidades se realizó mediante la fotointerpretación de fotografías 1:75 000 y con el apoyo de la información de las cartas temáticas 1:250 000 edafológica y geológica (SPP); además se consideró el valor de la pendiente, factor que resulta de suma importancia en la posterior valoración. Asimismo se emplearon los trabajos de otros autores, Kraemer y Solórzano, (1990) y Ticante, (2000) quienes consideraron puntos de muestreo para la clasificación y valoración del suelo al interior de la zona considerada. Este trabajo permitió obtener un mejor nivel de detalle en la distinción de unidades de suelo así como una buena caracterización de éstas.

4.RESULTADOS

La zonificación agroecológica integra dos apartados: la agroclimática y la morfoedáfica, por lo que se presentan sus resultados por separado.

Valoración Agroclimática

De acuerdo con la literatura, los indicadores térmicos se seleccionaron en base a su representatividad y con la información disponible para las 15 estaciones meteorológicas. Los indicadores pueden ser agrupados en dos conjuntos: los referidos al mes más cálido y los relativos al mes más frío, en ambos se utilizó la temperatura media mensual además de la temperatura máxima y la mínima extrema para el mes más frío, respectivamente.

La Temperatura Media Anual considerada más adecuada se situó entre 18 y 22 °C

La Temperatura Media del Mes Más Cálido Mayo, se situó en el rango de 23 a 27°C, se eligió este mes por ser el

mes más cálido en todas las estaciones, y por corresponder con el período de floración.

La Temperatura Máxima del Mes Más Cálido Mayo ó Junio considerada adecuada fue menor a 30°C .

La Temperatura Media del Mes Más Frío Enero fue mayor a 15°C, se eligió este mes por ser el mes más frío en todas las estaciones.

La Temperatura Mínima Extrema considerada adecuada fue mayor a 8° C.

Para la valoración pluviométrica se utilizan solamente los datos de las tres estaciones ubicadas al interior del área en estudio, considerándose la precipitación total anual y su distribución mensual de acuerdo con las demandas de grano durante las diferentes etapas de su crecimiento. Además se hace un acercamiento al posible balance de humedad de acuerdo con las unidades morfoedáficas.

Para la expresión cartográfica de las variables térmicas se utilizó la técnica de la ecuación altotérmica, que consiste en establecer por indicador la relación entre la temperatura y la altura sobre el nivel del mar para las 15 estaciones, es decir se genera el modelo de predicción por variable, y además se calculó el coeficiente de correlación para validar su utilización. A partir de las ecuaciones obtenidas se obtienen los mapas por indicador, considerando el Modelo Digital de Terreno, estos mapas son corregidos al sumárseles la diferencia interpolada, existente entre los valores originales, y los obtenidos por estación.

Por último se realizó la suma de mapas asignando tres calificaciones de acuerdo a su nivel de aptitud siendo óptima, la mejor al encontrarse en el intervalo adecuado para el desarrollo del fruto y mala la peor por tener características que ponen en riesgo la viabilidad del cultivo. A partir, de esto es posible obtener mapas de acuerdo a los dos grupos de indicadores (mes más cálido y mes más frío) que reflejan las zonas más aptas para el cultivo de café tomando como referencia el mapa de temperaturas medias anuales, y así llegar a la valoración térmica final del área de estudio.

Mediante la sobreposición de los mapas por indicador se obtienen básicamente cuatro zonas de acuerdo a su potencial productivo.

1. Zona Óptima: Todos los indicadores señalan condiciones apropiadas.

2. Zona Buena: En general presenta características adecuadas, se divide en dos zonas según se distribuyan los riesgos bajos de daños por temperaturas cálidas durante los meses secos y por temperaturas frías en el invierno.

3. Zona Regular: Presenta un considerable riesgo de temperaturas altas, aunque está libre de daños por frío. Se localiza bajo la cota de 600 msnm.

4. Zona Mala: Esta se considera no viable por los muy altos riesgos que tiene el cultivo durante las estaciones seca y fría.

De acuerdo con la altitud se presentan en el área en estudio diferentes condiciones climáticas las cuales determinan el crecimiento vegetativo del café, así como el manejo de éste, por lo que muchas de las labores de cultivo son similares pero difieren en tiempo y espacio. Con fines de análisis se consideraran tres zonas: alta, baja y media, cada una correspondiente a una de las estaciones meteorológicas antes mencionadas, lo que posibilita visualizar

en paralelo el comportamiento mensual de la temperatura y de la precipitación con el ciclo del grano que inicia con la floración.

Valoración Morfoedáfica

Para la Zonificación Morfoedáfica se hizo en primer lugar una distinción general de las unidades edáficas presentes en la zona, las cuales son valoradas de acuerdo con los parámetros propuestos por Rojas (1987) para la clasificación de los suelos aptos para el cultivo de café. Dichos parámetros se presentan a continuación, pero cabe mencionar, que se limitan a las características de los suelos presentes en el área de estudio, y dan un énfasis especial a la pendiente.

Las características de los suelos se relacionan directamente con el tipo de agroecosistema, debido al manejo, y con la intensidad de la pendiente. Los más adecuados corresponden en primer lugar a los de origen volcánico, en segundo aquellos de origen sedimentario, ambos en pendientes menores a 45% lo que favorece un buen drenaje, además de una profundidad adecuada.

En segundo lugar se identificaron las unidades morfoedáficas tomando como base el trabajo de Gutiérrez (1987) que incluye todo el Totonacapán, siendo necesario en algunos casos generar subunidades a partir de la pendiente por la necesidad de un mayor nivel de detalle por la escala menor utilizada en el trabajo; la identificación de dichas unidades en la zona de interés se hizo por fotointerpretación. Las Unidades son de tres tipos según su origen: sedimentario marino, sedimentario continental e ígneo.

La utilización de las asociaciones ambientales

De acuerdo con la valoración agroclimática y la morfoedáfica se distinguen catorce asociaciones sin mencionar aquellas en la que la superficie de cultivo es mínima que además pertenecen a la Zona Mala. La utilización de cada asociación se definió a partir del trabajo de campo, en el que se definió tanto el sistema de cultivo, como la forma de producción.

Para abordar el estudio de las asociaciones ambientales de acuerdo a su utilización, se han agrupado éstas en dos conjuntos que difieren en general en sus sistemas de cultivo y en sus formas de producción, así como en sus características medio ambientales, éstas son los Sistemas Agrícolas Moderno y Tradicional.

- Sistema agrícola moderno (Incluye a las asociaciones: I, II, III y IV)
- Sistema Agrícola Tradicional (Incluye las Asociaciones: V, VI, VII, VIII, XIX, X, XI)

4. CONCLUSIONES

Los parámetros utilizados para la zonificación agroecológica resultaron adecuados, al permitir explicar la distribución de la cafecultura. La utilización en conjunto de los indicadores térmicos y los morfoedáficos permiten obtener una buena aproximación al territorio al reconocer las opciones de uso que ofrecen. De acuerdo con los resultados obtenidos para el área estudiada, ésta presenta características adecuadas para el cultivo, y pueden distinguirse dos zonas de acuerdo con la calidad del grano las cuales coinciden con los dos sistemas agrícolas identificados.

El sistema agrícola moderno se integra por sistemas de cultivo modernos -aunque solo en algunas fincas pueden

considerarse como intensivos-, es decir, son propiedades que por su tamaño sobrepasan la capacidad de trabajo familiar (mayores de 5 ha que utilizan sombra monoespecífica y tienen altas densidades, por lo que son altos sus requerimientos en mano de obra y agroquímicos), el manejo técnico es en muchos casos inadecuado por estar sujetos a los precios de venta. La calidad de esta zona en general es baja, al estar por debajo de los 600 msnm (a excepción de la zona de Xicotepec), sin embargo; esta característica ha sido sobrellevada por la alta productividad por hectárea.

En cuanto al sistema agrícola tradicional este domina sobre todo en los lugares de poblamiento antiguo, tiene varias expresiones aunque su característica es tener menos de 5 ha, paralelo al cultivo de café se cultiva la milpa y se cuenta con una huerta de traspatio lo que les permite complementar su dieta y en algunos casos sus ingresos, en general el productor y su familia realizan todas las actividades de manejo y para el corte suelen contratar algunas personas. Los ingresos de estas unidades no dependen exclusivamente del café sino de los salarios obtenidos en áreas urbanas por algún miembro de la familia y en menor medida del peonaje local. Las plantaciones de café corresponden a varios sistemas de cultivo, aunque todos con sombra, desde la monoespecífica hasta la tradicional, siendo esta última forma la que guarda una especial importancia tanto ecológica como cultural, al mantenerse diversas especies no solo útiles (los frutales y los maderables), sino nativas (la chaca y el pipiancillo), las cuales son una importante reserva de biodiversidad ante la vertiginosa disminución de la vegetación original, y al mantener vigentes diversos manejos agroforestales. Otra de sus características que vale la pena destacar es que por el tamaño tan pequeño de sus plantaciones, la sustitución de cafetos por variedades más productivas sólo se realizó parcialmente, por lo que aún se encuentra la variedad *Typica*, que es la más adecuada a estas condiciones al tener muy buena calidad y no requerir necesariamente fertilizaciones para producir, lo cual es una cualidad particularmente importante en estos momentos. En el caso de plantaciones con sombra monoespecífica y con un predominio de variedades productivas la situación es alarmante, por que se tiende a eliminar el cafetal por cultivos más útiles, que en este caso corresponde al maíz, siendo totalmente inadecuado en estas asociaciones cuando las probabilidades de un barbecho adecuado son bajas. En cuanto a la viabilidad de conversión a pastizal esta es baja porque la superficie poseída por productor no es suficiente para realizar dicha actividad.

Los precios del grano son determinantes para el funcionamiento de las unidades de producción, no solo por las ganancias posibles sino para el pago de los costos fijos necesarios para mantener la plantación en buen estado, estos últimos cada vez se han descuidado más, ocurriendo deterioro que se denota en el envejecimiento de las plantaciones, en la alta incidencia de plagas y enfermedades (sobre todo broca, presentándose algunos brotes de roya) y en el peor de los casos en el abandono total o parcial de la plantación.

Tal situación tiene dos significativas consecuencias para el siguiente eslabón de la producción, el beneficiado, al

decrecer el volumen de cereza acopiada, lo que se debe en gran medida a la falta de fertilización; y la calidad de las cerezas a causa de la imposibilidad de realización de varios cortes conforme madura la cereza y el daño hecho por la broca del grano (que reduce significativamente los rendimientos). Ambos factores reducen significativamente el margen de ganancias de los beneficiadores con respecto a años anteriores, el cual les permitió mantenerse desde los inicios de la crisis de los 90', por la necesidad de fuertes capitales en su actividad (que les fue cedida por Inmecafé), y además, en muchos casos al ser también productores pudieron solventar los costos de sus propias plantaciones (muchas de ellas de carácter extensivo). Por lo anteriormente mencionado se puede afirmar la existencia de una fuerte heterogeneidad en la base productiva, que por las necesidades propias del proceso de transformación del grano ha permitido la acumulación del capital en la fase de comercialización al ser incapaces los productores de generar mayor valor agregado a su producto por ellos mismos y ante la falta de organizaciones campesinas que pudieran incidir también en la comercialización, sin embargo la presión sobre ésta ha sobrepasado el límite permisible al punto de que la descapitalización no permite siquiera la generación de la producción lo que amenaza el mantenimiento de toda la estructura cafetalera.

Si bien el medio natural se muestra adecuado para la producción cafetalera, las premisas de productividad, no consideraron el establecimiento de sistemas de cultivo adaptados a ciertos tipos de productores y prevenidos para los posibles vaivenes del precio del aromático. La generalización de sistemas de cultivo intensivo debió ser siempre cobijada por la protección gubernamental, ya que se dejó a los cafetaleros sin actividades alternativas, quienes han optado ante las recurrentes crisis del sector por la migración a zonas urbanas y el cambio de usos de suelo por actividades aparentemente más rentables como la ganadería, y un regreso a la milpa por los productores más tradicionales, lo que acelera la pérdida del capital productivo. La valoración de la sustentabilidad de los sistemas de cultivo de acuerdo a los parámetros propuestos se muestra en general negativa, en cuanto a que las formas de producción no se muestran acordes al mantenimiento del sistema de recursos y ante restricciones económicas se muestran sumamente vulnerables, lo cual significa la subutilización de los conocimientos tradicionales y la disminución de la capacidad productiva de los agroecosistemas cafetaleros. Esto guarda estrecha relación con las formas de distribución de los beneficios en un sistema global desestructurador en el que no se ha valorado el papel que juegan las actividades rurales con relación a la apropiación de la naturaleza ni en cuanto a su facultad de retención de población rural, ni en lo referente al mantenimiento de economías regionales.

En cuanto a las tendencias en el uso de los recursos en esta zona éstas se dirigen hacia la producción de café bajo la luz directa del sol o con sombra mono-específica y la cría extensiva de ganado. El aspecto positivo de estos usos es el reconocimiento de dos limitantes ecológicas inherentes a la producción en esta zona ecológica: en primer lugar lo inadecuado del ambiente para la producción de cultivos anuales de rápido crecimiento; en segundo término, el alto

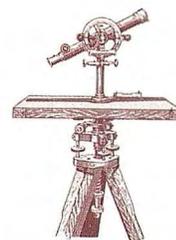
riesgo de erosión del suelo como resultado de la eliminación de la cubierta vegetal de sus laderas tan pronunciadas y expuestas a lluvias y vientos de gran intensidad. Así pues, aunque la erosión del suelo ocasionada por el cultivo de café al sol es más elevada que la del café bajo sombra, los cafetos al igual que los árboles frutales, son un cultivo perenne que no requiere labranza y que ofrece cierto grado de protección contra la erosión pluvial en comparación con los cultivos anuales que se siembran en suelos labrados (no obstante, cuando los cafetales se ubican en laderas sin terrazas la erosión es significativa). Los pastizales permanentes protegen de manera significativa el suelo. De alguna manera las técnicas utilizadas son menos destructivas, en lo que se refiere a los suelos; sin embargo, por lo que toca a la conservación ecológica y a la preservación de la biodiversidad son sumamente destructivas, pues demandan la eliminación de la vegetación natural y de casi todas las especies de fauna asociadas a ella; en vista del delicado equilibrio ecológico entre la vegetación, el microclima y la regeneración se pone en riesgo la sobrevivencia de los pocos parches de bosque mesófilo. Cabe mencionar que actualmente una de las máximas presiones que tienen que soportar los ecosistemas naturales, es la que ejercen los agricultores de las comunidades tradicionales, quienes se han visto obligados a expandir la agricultura de roza, tumba y quema en respuesta al crecimiento demográfico y a los conflictos del uso de la tierra. Considerando los resultados de la presente investigación y ante el difícil panorama cafetalero, la estrategia gubernamental a seguir debe ser dirigida de acuerdo a los manejos existentes y a los recursos naturales con los que cuentan, es decir, en los lugares donde predominan los sistemas de cultivo tradicionales y presencia de vegetación original debe apoyarse para mantener sus manejos diversificados y evitar el avance de la milpa y los pastizales, manteniendo estos lugares como zonas de amortiguamiento. En cuanto a productores con manejos modernos se debe hacer una diferenciación de acuerdo al tamaño de las huertas, ya que son muy importantes dentro de la economía regional por los empleos que generan, por lo que debe buscarse aumentar su productividad cuidando del recurso suelo. Se requiere tener un buen control en el uso de suelo, evitando los sistemas de producción extensivos, así como de cultivos de subsistencia en zonas no aptas o de vegetación primaria.

A manera de conclusión se puede afirmar que para sobrepasar la crisis del sector cafetalero resulta indispensable un proyecto de desarrollo rural integral que considere tanto la valoración de los recursos naturales y humanos, como las necesidades técnicas propias del proceso de producción, sin dejar de lado las características propias de la dinámica poblacional.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE-BELTRÁN (1968). "El proceso de aculturación". Casa Chata, México.
- BERMEO, A. (2003). La actividad cafetalera en los municipios de Xicotepetec, Zimatucilla y Tlacuotepac en la Sierra Norte de Puebla, su organización y sus potencialidades de producción. Tesis de Licenciatura, UNAM, México, 130 p.
- JIMÉNEZ, A. (1982). «Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero». INIREB, Xalapa, Veracruz, México.
- KRAEMER, G. y T., SOLÓRZANO, (1989). «Los productores de café en Zimatucilla, Puebla, orígenes, entorno y perspectivas». UACH, México.
- LEFT, E. (1994). «Ecología y capital». Siglo XXI-UNAM, México.
- LÓPEZ-BLANCO, J. (1994). «Evaluaciones Geomorfológicas y de recursos naturales aplicando un sistema de información geográfica (ILWIS)». Tesis Doctoral, UNAM, México, 222 p.
- MOGUEL, P. Y TOLEDADO, V. (1996). «El café en México, ecología cultura indígena y sustentabilidad». Ciencias, México, No. 43.
- PEREZ, E. (1989). «Zonificación agroecológica del cultivo de café en la zona centro de Veracruz». Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, México, 103 p.
- ROJAS, O. (1967). «Zonificación agroecológica para el cultivo de café en Costa Rica». IICA, San José de Costa Rica, 80 p.
- RUIZ, J. (Coord.) (2001). «Resultados de investigación: Zonificación agroecológica e inventario de los recursos naturales de la Sierra Norte de Puebla». SIZA-CONACYT, México, 30 p.
- TICHAUTE, J. (2000). «Investigaciones etnológicas sobre el estado de degradación de agroecosistemas cafetaleros y otros agroecosistemas en la Sierra Norte de Puebla». Tesis Doctoral, UNAM, México, 191 p.
- TOLEDADO, V. Y BASSOLS, N. (1984). «Ecología y desarrollo rural en Patzcuaro - Un modelo para el análisis multidisciplinario de comunidades campesinas». Instituto de Biología-UNAM, México.

RECONOCIMIENTO ESPACIAL DE ZONAS DE COMBINACIÓN DE FACTORES NATURALES EN EL CONTEXTO DE UN SIG ANÁLITICO.



Eduardo Garea Llano - Centro de Aplicaciones de Tecnologías de Avanzada (CENATAV). Ciudad de La Habana. Cuba

Resumen

La aplicación de las tecnologías de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta en el proceso de toma de decisiones para el manejo de los fenómenos y factores de degradación en diferentes contextos, así como el manejo de recursos naturales, que requiere del análisis de múltiples criterios espaciales que se superponen en un mismo sistema de referencia se ha desarrollado a nivel mundial con ejemplo en múltiples aplicaciones. En este contexto las investigaciones han estado dirigidas a la evaluación por separado de cada uno de estos factores o a su integración parcial, pero no se ha logrado establecer procedimientos y métodos que posibiliten su evaluación integral, o sea la obtención de una distribución espacial de las combinaciones de estos factores o fenómenos, que posibilite el conocimiento con la mayor exactitud posible de que factores o fenómenos están presentes en una determinada posición espacial de la región de estudio que permita establecer el conjunto de medidas para mitigarlos o contrarrestarlos.

En el trabajo se propone un método para el reconocimiento espacial automático de zonas de combinación de factores en el contexto de un Sistema de Información Geográfica Analítico. Esta propuesta contiene todos los pasos contenidos en los métodos de análisis de un Sistema de Información Geográfica, especialmente los relacionados con los métodos de reclasificación y superposición píxel a píxel, ellos son combinados con un método de codificación creado por el autor sobre la base del sistema binario.

El resultado de la aplicación del método será un nuevo mapa, producto de la superposición de todos los mapas de factores (reclasificados por un identificador único). Este mapa resultante representará espacialmente zonas de combinación de factores a través del valor de los píxeles de salida, que como resultado de la operación efectuada, tendrán el valor de la suma de los identificadores en cada mapa de proceso.

Teniendo en cuenta que la esencia del método propuesto radica en la combinación de identificadores de factores y su posterior descomposición, el mismo se nombra como: "Suma combinación y descomposición de identificadores".

Se presenta además un algoritmo y su correspondiente programa que descompone el valor de suma obtenido en cada zona de combinación y permite la elaboración de dos bases de datos: una de factores por zonas y otra de posibles soluciones tecnológicas por zonas.

Dos de los experimentos de comprobación del método propuesto se presentan en el trabajo, los que permiten ilustrar la utilidad práctica del mismo, uno dirigido al reconocimiento de zonas de combinación de procesos degradativos en suelos de la llanura sur de Pinar del Río y otro dirigido al reconocimiento de zonas de combinación de riesgos naturales, en una futura área de desarrollo turístico en la costa norte de Holguín.

Introducción

Una de las funciones de un SIG y la que lo diferencia de otros sistemas como los programas de cartografía asistida por ordenador o de uno de Gestión de Bases de Datos es su capacidad de análisis, de generar nueva información a partir de la ya existente mediante su manipulación y reelaboración.

Varios autores (Van Westen, C.J. 1993, 1996, 1997a, 1997b; Díez A., 2002; Romero J.A., 1989; Alafont L.S., 2002; Castellanos E., 2002; García J., 2002) han demostrado que la combinación de los métodos de reclasificación en combinación con los de superposición de mapas han sido efectivos como herramientas de análisis en los SIG para la solución de diferentes problemas relacionados con la conservación del medio ambiente; para la creación a partir de criterios de expertos de mapas de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo ante diversos fenómenos naturales; la determinación de la ubicación de instalaciones como basureros, aeropuertos, embalses, etc. los que requieren del análisis de diferentes factores espaciales para su localización.

Van Westen, C.J. (1993) presenta la combinación de estos métodos para la obtención de un mapa de peligros geológicos en una región de Europa, en el mismo desarrolla para el análisis un modelo lógico, basado en la combinación de una serie de mapas previamente reclasificados empleando métodos de asignación de pesos a las variables que describen la intensidad de los fenómenos estudiados y los superpone mediante la suma entre ellos, como resultado obtiene un nuevo mapa, donde cada píxel de salida tiene el valor de la suma de los píxeles de los mapas fuentes en esa posición. Finalmente reclasifica el mapa resultante en categorías de peligrosidad.

Este método posibilita la agrupación inicial de los procesos superpuestos en un mapa resultante, pero no llega a determinar como se distribuyen las combinaciones ni las representa espacialmente, aunque para el objetivo de nuestra investigación la forma de reclasificar los mapas fuentes puede resultar útil.

Este mismo método es utilizado por el referido autor para la obtención de otros objetivos como la modelación cartográfica de la erosión en los suelos constituidos por depósitos piroclásticos del volcán Pinatubo en las Islas Filipinas (Van Westen, C.J., 1996), en este caso nuevamente propone un modelo lógico donde combina la reclasificación y superposición de mapas, pero el resultado final es un mapa donde se muestran las zonas afectadas sin llegar a delimitar dentro de ellas los diferentes grados de afectación, ni agrupar espacialmente las combinaciones de factores que pudieron diferenciarlas.

En otros trabajos (Van Westen, C.J., 1997a, 1997b), la combinación de estos métodos es utilizada para la determinación de zonas óptimas empelando para ello la reclasificación booleana, o sea asignando valores de 0 y 1 a cada uno de los mapas fuentes, y luego efectuando la superposición a través de operadores lógicos, como resultado obtiene un nuevo mapa booleano. Con este método en cierta medida se llega a conocer la combinación de procesos que intervienen en la conformación de una determinada zona, la dificultad está en que sólo se obtienen regiones en las que se combinan todos los factores, las restantes combinaciones no son consideradas.

Otros autores han estado utilizando estos métodos de manera muy parecida. En España han sido publicados los trabajos de Díez, A. (2003) en donde se muestran sus experiencias en los análisis de riesgos de inundaciones fluviales, como resultado ha obtenido mapas de riesgos y vulnerabilidad, delimitando zonas con diferente grado de complejidad por estar estas constituidas por una serie de factores superpuestos.

En este mismo ámbito es importante analizar los trabajos de Alafont. LS (2003), desarrollados para la elaboración de un mapa de riesgo combinado para las aguas subterráneas mediante un SIG, el mismo utiliza la superposición de mapas por un camino un poco largo, pero que finalmente llega a un resultado provechoso. Para ello desarrolla un modelo lógico basado en la utilización de la recuperación vectorial, la reclasificación y la superposición de mapas raster

Este esquema aunque un poco tortuoso llega finalmente a encontrar zonas de combinación de los diferentes factores que influyen en el fenómeno estudiado, su dificultad principal radica en que para reclasificar los mapas fuentes necesita asignar un identificador único a cada categoría de fenómeno, luego superponerlas mediante una suma por lo que se obtiene un mapa por cada serie de factores que luego es necesario unificar mediante una nueva superposición, finalmente realiza la asignación de un identificador a cada zona de combinación y elabora una leyenda con la lista de factores que se combinan en cada zona.

En principio esta experiencia pudiera ser válida para nuestro caso, pero dada la cantidad y complejidad de procesos a analizar, se haría muy engorroso su implementación y en lo referente al manejo de la información resultante a través de una leyenda, esta conspiraría contra la eficiencia que se pretende lograr.

En Cuba se han empleado estos métodos con fines de estudios de peligro, riesgos y vulnerabilidad, entre ellos se encuentran los trabajos de Castellanos, E (2002) realizados para el manejo de desastres naturales fundamental-

mente de carácter geológico, donde combina los métodos de reclasificación y superposición de mapas para obtener cinco mapas diferentes (susceptibilidad, peligro natural, riesgo específico y riesgo total) a partir del análisis de una serie de factores naturales los que combina utilizando el método de asignación de pesos de Saaty y su posterior superposición mediante operadores lógicos. En este caso no llega nunca a agrupar los factores por sus combinaciones, sino que clasifica el territorio, mediante escalas graduales.

La misma tónica se puede observar en el trabajo de García, J (2002) desarrollado con el objetivo de facilitar el manejo y evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba mediante la reclasificación y superposición de mapas geológicos del área en categorías según su comportamiento dinámico ante las sacudidas sísmicas, obteniendo los mapas de susceptibilidad litológica. La combinación espacial de estos mapas con el de profundidad del nivel freático posibilitó la obtención del mapa de efectos sísmicos por analogías ingeniero geológicas

Del análisis de los trabajos de los mencionados autores y de otros consultados (Tkach R.J y Simonic S.P, 2000; Yialouris C, 2000) es posible apreciar también que existen dos direcciones fundamentales en la utilización de los métodos de reclasificación en combinación con la superposición de mapas para estos tipos de análisis:

Una primera, basada en la ejecución de operaciones de análisis mediante la implementación de modelos lógicos booleanos, o modelos basados en lógica Fuzzy mediante la utilización de mapas fuentes binarios y la utilización de operadores lógicos para la superposición dando como resultado un nuevo mapa binario.

Por lo general estos métodos son utilizados para determinar zonas óptimas donde se cumplan una serie de condiciones a la vez o donde no se cumplan.

La segunda variante, basada en la asignación de pesos a los mapas fuentes, en dependencia de la importancia que tenga el factor representado respecto a su incidencia sobre el fenómeno estudiado. El mapa resultante es obtenido mediante alguna operación algebraica.

Como resultado se obtiene un nuevo mapa de pesos que al ser reclasificado puede ofrecer una clasificación gradual en zonas de toda la superficie representada en el mismo.

De lo analizado se puede concluir que:

- En las consultas y análisis de la literatura revisada no se ha podido comprobar la existencia de un método eficiente en cuanto al gasto de tiempo y facilidades de manejo de la información resultante para la determinación espacial de zonas combinaciones de procesos o fenómenos naturales, mucho menos en el caso concreto de los suelos, en el que esto se ha desarrollado solamente mediante métodos analógicos.
- El método empleado por Alafont. LS (2003), puede servir de punto de partida para desarrollar un procedimiento más eficiente combinando los métodos de reclasificación y superposición de mapas.
- Por sus características los métodos de reclasificación basados en los valores de los atributos temáticos, pueden ser aplicados en los análisis de la información espacial y temática de suelos, como herramienta para la

reclasificación de mapas en el proceso de determinación de la distribución espacial de combinaciones de sus principales procesos degradativos. Para este caso, se necesita reclasificar mapas en los que se han reflejado la distribución espacial de los fenómenos degradativos y variar los valores del atributo representado por otro que permita diferenciar los procesos presentes en la región de estudio.

- La combinación de métodos de reclasificación con superposición de mapas píxel a píxel, sobre todo en su segunda variante puede ser utilizada para la determinación de las zonas de combinaciones de procesos degradativos en los suelos, aunque se hace necesario encontrar un procedimiento, para realizar una vez conformado el mapa resultante la tarea inversa, conocer a través del mismo la combinación de procesos presentes en cada zona.

Materiales y Métodos

El método se ha diseñado sobre la base de asignar un valor numérico a cada proceso, que en este caso no será un valor peso, pues no se trata de describir el comportamiento espacial del fenómeno, sino de encontrar zonas de agrupación de fenómenos e identificarlos. De esta manera el valor asignado no dependerá del grado de incidencia del fenómeno, sino que será simplemente un identificador que permitirá diferenciarlo de los restantes.

El resultado de la aplicación del método será un nuevo mapa, producto de la superposición de todos los mapas de procesos (reclasificados por un identificador único). Este mapa resultante representará espacialmente zonas de combinación de procesos a través del valor de los píxeles de salida, que como resultado de la operación efectuada, tendrán el valor de la suma de los identificadores en cada mapa de proceso.

En la figura 1 se muestra el esquema metodológico en que se basa el método diseñado. Teniendo en cuenta que la esencia del método propuesto radica en la combinación de identificadores de procesos degradativos y su posterior descomposición para determinar el conjunto de soluciones tecnológicas, el mismo puede ser nombrado como: "Suma combinación y descomposición de identificadores". Como una parte de los procesos que forman parte del esquema (Fig. 1) ya han sido descritos y referidos en otros trabajos, solo nos detendremos en aquellos que a nuestro entender aportan el sentido novedoso a este método, los mismos son:

- Determinación de la sucesión numérica de identificadores.
- Descomposición de identificadores.

Determinación de la sucesión numérica de identificadores

El primer problema a resolver consistía en asignar a cada uno de los procesos degradativos un identificador, los que sumados entre si, en cualquier combinación posible, ofrezcan como resultado nuevos identificadores, desde los cuales sea posible determinar los procesos que intervinieron en su composición.

De la matemática clásica se conoce que el conjunto de los números naturales si bien resulta el menos amplio de los dominios numéricos, posee una propiedad muy sencilla, pero a la vez importante, que lo distingue de los dominios restantes y es que cada subconjunto no vacío de \mathbb{N} (con-

junto de los números naturales), posee exactamente un elemento que es el menor de todos (Günter L., 1979).

Conociendo esta propiedad, el conjunto de identificadores a asignar a los procesos degradativos, puede pertenecer al conjunto de los números naturales, pues en este caso siempre va a existir al menos la presencia de un factor, o sea un mínimo, de esta forma se puede expresar que: $K_0 \subset \mathbb{N}$, donde K_0 es el conjunto de identificadores de los procesos degradativos.

Si enumeramos las categorías de procesos degradativos en orden consecutivo de la forma expresada en la tabla II.3, podemos establecer que la primera categoría puede ser identificada con valor 1, o sea el mínimo del conjunto K_0 . Como no es posible que una misma categoría este presente dos veces en un mismo lugar (o sea la combinación 1+1 no es posible), entonces la segunda puede ser identificada con valor 2.

De esta manera conociendo la propiedad de la suma que establece que, para los números naturales a y b existe siempre un número natural x y solo uno, que es la suma de los números a y b; $a+b = x$. Es perfectamente demostrable que las combinaciones posibles de suma entre 1 y 2 siempre tendrán como resultado el valor 3.

Entonces la tercera categoría debe ser identificada con un número diferente al producto de la combinación de las sumas de 1 y 2 con valor igual 3, o sea, puede ser 4, o lo que es lo mismo; el producto de la suma de los identificadores anteriores en orden, más 1, lo que puede ser expresado de la siguiente forma:

$$K_3 = K_1 + K_2 + 1 \quad (1)$$

Donde;

K_1, K_2 y K_3 , identificadores de las categorías de orden 1, 2 y 3 respectivamente.

De la misma forma para definir el identificador de la cuarta categoría es necesario, obtener un número diferente al producto de la combinación de sumas de los valores 1, 2 y 4, cuyo valor máximo es 7 ($1+2+4=7$). Si se aplica el procedimiento anterior ($7+1$) obtendremos 8 como valor de identificador para la cuarta.

De lo antes expuesto, se deduce que el cálculo de los identificadores puede ser expresado de la siguiente forma:

$$\begin{array}{ll} K_1 & 1 = 1 \quad (=2^0) \\ K_2 & 1+1=2 \quad (=2^1) \\ K_3 & 1+2+1=4 \quad (=2^2) \\ K_4 & 1+2+4+1=8 \quad (=2^3) \end{array} \quad (2)$$

$$K_n = 2^{n-1}$$

Para comprobar que la expresión $K_n = 2^{n-1}$ es válida para todo $n > 0$ donde $n \in \mathbb{N}$ podemos expresar la proposición de la siguiente manera:

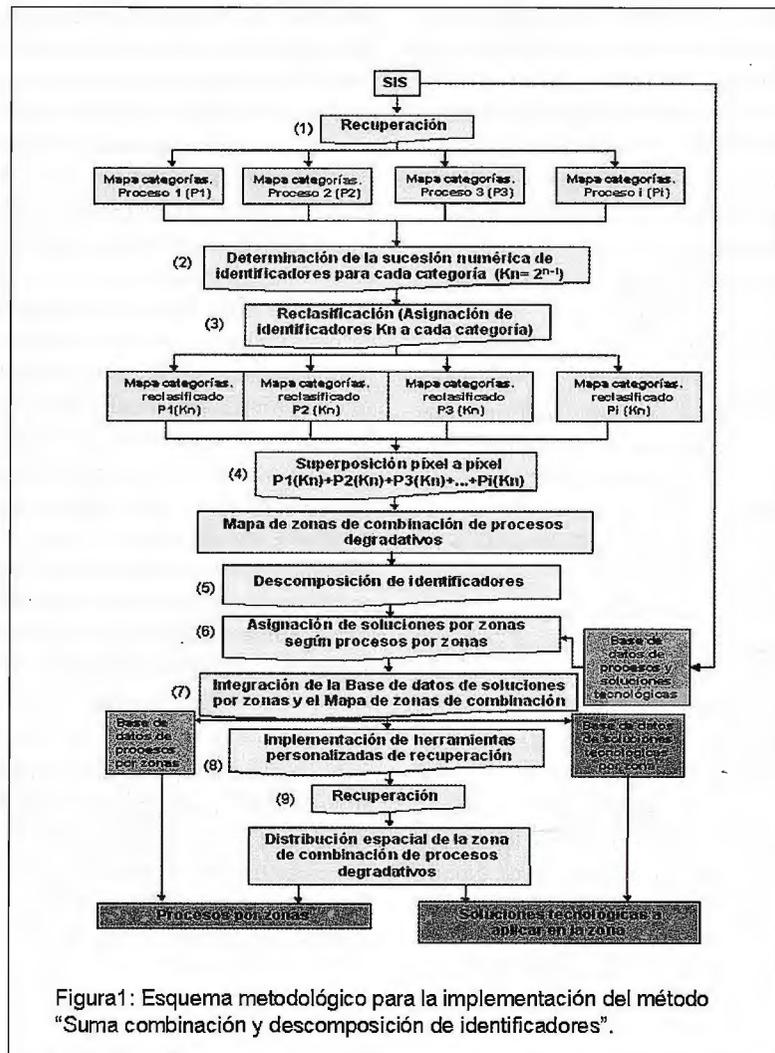
$$1+2+4+8+16+\dots+2^{n-1} = 2^n - 1 \quad (3)$$

Demostremos que la suma de los números naturales desde 1 hasta K_n , donde $K_n = 2^{n-1}$ es siempre $2^n - 1$ utilizando el método de Inducción Completa (Günter, L., 1979).

1- Inicio de inducción:

La fórmula en cuestión es válida para $n=1$ pues, $1 = 2^{1-1} = 2^0$

2- Paso de Inducción



Para todo número natural $k > 0$, se muestra que la veracidad de la formula para $n=k$ se deduce su veracidad para $n = k+1$.

- Hipótesis de inducción: La formula es valida para $n=k$, o sea

$$1+2+4+8+16+\dots+2^{k-1}=2^k-1 \quad (4)$$

- Tesis de inducción: La formula también es valida para $n=k+1$, o sea

$$1+2+4+8+16+\dots+2^{(k+1)-1}=2^{k+1}-1 \quad (5)$$

$$1+2+4+8+16+\dots+2^k = 2^{k+1}-1 \quad (6)$$

- Demostración de la tesis de inducción a partir de la hipótesis

Según la hipótesis de inducción se cumple:

$$1+2+4+8+16+\dots+2^{k-1}+2^k = 2^{k-1} + 2^k = 2^k+2^{k-1} \quad (7)$$

Según las propiedades de la suma de potencias la expresión puede ser escrita de la siguiente manera:

$$1+2+4+8+16+\dots+2^{k-1}+2^k = 2^{k+1}-1 \quad (8)$$

El miembro derecho de la ecuación es exactamente lo expresado en la tesis de inducción.

Con esto queda demostrada la tesis de inducción y por consiguiente, la formula supuesta, por lo que es posible determinar mediante ella los identificadores que serán asignados a cada uno de las categorías de procesos degrada-

tivos.

Ahora demostraremos que la suma de los identificadores en cualquier combinación posible es única, y que no existe otra combinación de sumandos que ofrezca el mismo resultado, tomando en cuenta que cada categoría de fenómeno puede estar presente solo una vez en la misma posición y que cada una está identificada con el valor de la potencia de 2 en la posición anterior a su lugar en el listado de procesos, o sea $K_n = 2^{n-1}$

Luego del análisis realizado en diferentes textos, conocemos que en el sistema binario los números son cadenas de ceros y unos y el valor de cada uno viene dado por la suma de los productos de cada número por la potencia de 2 correspondiente a su número de orden de izquierda a derecha, por ejemplo:

El número binario 101101110 representa:

$$0 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^7 + 1 \times 2^8 = 366 \quad (9)$$

o lo que es lo mismo:

$$0 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 4 + 0 \times 8 + 1 \times 16 + 1 \times 32 + 0 \times 64 + 1 \times 128 = 366 \quad (10)$$

En este caso también el valor del identificador está en función de la posición, pues la ausencia de un fenómeno en un determinado lugar provoca la ausencia del sumando, lo que expresado en sistema binario sería el valor 1 en cada posición donde este presente el fenómeno degradativo y cero donde el fenómeno correspondiente en la lista no este presente. Entonces:

con **Proyección** mundial

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

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

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

Bocangel, 28 1º. 28028 Madrid

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

e-mail: azimut@ctv.es



$$1x2^0 + 1x2^1 + 1x2^2 + \dots + 1x2^{n-1} = 2^n - 1 \quad (11)$$

Como se puede apreciar la expresión obtenida ($K_n = 2^{n-1}$) es equivalente a la utilizada para la decodificación de números en sistema binario, sistema que es ampliamente utilizado por todos los ordenadores actuales. La principal virtud del mismo y lo que ha permitido su amplia aplicación, es precisamente la propiedad demostrada de que para cada número representado existe solo una combinación, expresada a través de la suma de los productos de cada número por la potencia de 2 que corresponde a su posición.

Ahora el problema se presenta a la hora de determinar, a través del identificador obtenido en cada uno de los píxeles del mapa resultante (superposición píxel a píxel), cuales fueron los procesos que intervinieron en su formación y el conjunto de soluciones tecnológicas para cada uno.

Descomposición de identificadores

Para la descomposición de los identificadores se ha desarrollado un procedimiento basado en la comparación de los identificadores obtenidos para cada zona de combinación producto de la suma, con los identificadores asignados a cada uno de los procesos. La ejecución de este procedimiento tiene carácter cíclico, pues la comparación se realiza a partir del identificador con valor máximo asignado para la zona de estudio. Para una mejor comprensión, este procedimiento puede ser expresado gráficamente a través de un diagrama de flujo (Figura 2).

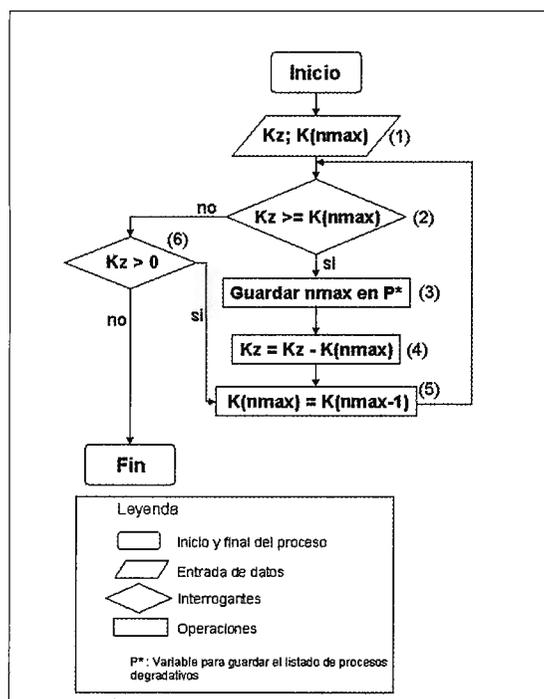


Figura 2. Diagrama de flujo para el procedimiento de descomposición de identificadores

Resultados y Discusión

Para la validación del método propuesto se realizaron dos experimentos en áreas de suelos afectados por diferentes fenómenos degradativos en la llanura sur de Pinar del Río y en una zona de desarrollo turístico en la costa norte de Holguín

- Objetivo del experimento: Comprobar la validez del Método «Suma combinación y descomposición de identificadores» para la determinación de zonas de combinación de factores y procesos.

Datos de partida: Para el caso del estudio de suelos se tomaron como datos de partida los resultados del proyecto: ejecutado por el Instituto de Suelos en el área de estudio (Rivero, L., 2001) y para el caso de las región turística datos de estudios de riesgos realizados por GEOCUBA.

Procedimientos y procesos realizados: Los procedimientos realizados para la implementación se corresponden con los procesos planteados en el Esquema metodológico para la implementación del método «Suma combinación y descomposición de identificadores» (figura 1) y se desarrollaron además los siguientes:

- Se programaron e implementaron herramientas personalizadas de recuperación en el SIG ArcView 3.2.
- Basado en el esquema definido, se determinó (en el caso del experimento con los suelos) para cada operación su equivalente en el método analógico y se realizó un estimado de, en qué tiempo y a qué costo se podría llegar a los resultados esperados.
- Se midieron los tiempos de cada operación y sus costos, se compararon con los estimados para el método analógico.
- Se compararon los resultados, en cuanto a cantidad de zonas y procesos que las integran obtenidos como resultado del proyecto y las obtenidas por el método propuesto.

Resultados y discusión de los experimentos: Los resultados de los experimentos realizados son los siguientes:

- Se delimitaron las zonas de combinación de procesos degradativos que afectan a los suelos del territorio de estudio en Pinar del Río y zonas de combinación de riesgos naturales en Holguín
- Se identificaron las combinaciones de procesos degradativos presentes en cada zona y el conjunto de soluciones tecnológicas a aplicar en cada caso según criterios de expertos para el caso del estudio de suelo, en el estudio de riesgos se determinaron las zonas de combinaciones de riesgos para el área de estudio.
- Se programó y probó el algoritmo de descomposición de identificadores
- Se implementaron herramientas personalizadas de recuperación que permiten conocer rápidamente los procesos y soluciones tecnológicas por cada zona en el mapa.

Los resultados de las comparaciones entre tiempos y costos de la realización de las operaciones utilizando la tecnología propuesta y los estimados para el método analógico se muestran en la tabla I.

Tecnología propuesta				
Cant de operaciones	Tiempo total (min)	Costo Material (pesos)	Costo Salario (pesos)	Costo Total (pesos)
13	17,00	0,084	0,99	1,17
Método analógico				
Cant de operaciones	Tiempo total (min)	Costo Material (pesos)	Costo Salario (pesos)	Costo Total (pesos)
20	4650,00	5,23	238,81	244,04

Tabla I: Resultados de las comparaciones entre tiempos y costos de la realización de las operaciones utilizando la tecnología propuesta y los estimados para el método analógico.

En la figura 3 se muestra los resultados de la comparación entre los mapas obtenidos como resultado del proyecto (Rivero, L., 2001) y los obtenidos por el método propuesto.

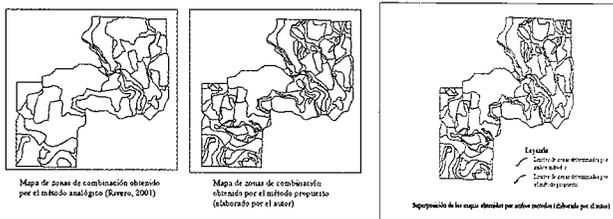


Figura 3. Resultados de la comparación entre los mapas obtenidos del proyecto (Rivero, L., 2001) y los obtenidos por el método propuesto.

Del análisis comparativo de los resultados se puede concluir que:

- Los tiempos y costos para la determinación espacial de las zonas de combinaciones de procesos, son muy bajos comparados con los estimados para el método analógico.
- Se determinaron mayor cantidad de zonas de combinación con mayor grado de detalle, en cuanto a cantidad de procesos que las integran en comparación con las obtenidas como resultado del proyecto por el método analógico.
- La distribución espacial de las zonas obtenidas coinciden en gran medida con las obtenidas por el método analógico, lo que corrobora su efectividad.
- Los resultados demuestran la validez del método propuesto y su eficiencia en la ayuda a la toma de decisiones.

Conclusiones

Se obtuvo el método "Suma combinación y descomposición de identificadores que permite el reconocimiento espacial de zonas de combinación de factores en el ambiente de un SIG analítico, sobre la base de la combinación de métodos de reclasificación, superposición píxel a píxel y la codificación binaria de los factores.

Se comprobó la validez del método propuesto y su eficiencia como herramienta para facilitar el proceso de toma de decisiones.

Se debe profundizar y dirigir las consecuentes investigaciones al estudio y disminución del error en la clasificación de los píxeles periféricos de las zonas de combinación.

Referencias bibliográficas

- Alafont, L.S. (2003): «Los Sistemas de Información Geográfica en la gestión de los riesgos geológicos y el medio ambiente» Elaboración de una mapa de riesgo medioambiental combinado para las aguas subterráneas mediante SIG, Madrid 2003, 288pp.
- Castellanos, E. (2002). GIS for Natural Disaster Management, Publicación Electrónica, GEOMATICA' 2002. Ciudad de La Habana, 2002.
- Diez, A.(2003): Aplicaciones de los SIG al análisis del riesgo de inundaciones fluviales, en «Los Sistemas de Información Geográfica en la gestión de los riesgos geológicos y el medio ambiente». Madrid 2003, 288pp.
- Günter, L.(1979): Matemática 10, Capítulo Dd; Inducción completa, Sucesiones elementales, pág 223-345. Editorial Pueblo y Educación, 1979.
- Rivero, L., (2001): Sistema de Información y monitoreo y tecnologías integrales para preservar el suelo de la salinidad y posible impacto de los cambios climáticos en agroecosistemas con problemas actuales y potenciales de salinización. Informe final del proyecto 01305005, CITMA.
- Romero, J.A., Florez, A. y Sanchez,H.A.(1989): Inventario inicial de riesgos Naturales en Colombia.
- Análisis Geográficos No.16. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Colombia.
- Tkach R.J y Simonic S.P (2000): A new approach to multicriteria decision making water resources, GIDA
- Journal of geographic information and decision analysis, Volumen1. No.1, 2000, pp 95-103, URL: <http://www.geodec.org/>.
- Van Westen, C.J. (1993): Remote sensing and geographic information systems for geologic hazard mitigation. ITC Journal 1993-4.
- Van Westen, C.J. (1996): Cartographic modelling of erosion in pyroclastic flow deposits of Mount Pinatubo, Philippines. ITC Journal 1996-2: 110-124
- Van Westen, C.J. (1997a): Hazard, vulnerability and risk analysis. ILWIS for Windows, Applications Guide, ILWIS Department, ITC,Holanda,1997.
- Van Westen, C.J. (1997b):Tools for map analysis applied to the selection of a waste disposal site. ILWIS for Windows, Applications Guide, ILWIS Department, ITC,Holanda,1997.
- Yialouris C.(2000): An integrated geographic information system for soil suitability and soil evaluation, GIDA Journal of geographic information and decision analysis, Volumen1. No.2, 2000, pp 89

optica
medica
topografía

ESCOBAR

C/ Las Fuentes 20
28816 - CAMARMA DE ESTERUELAS (MADRID)

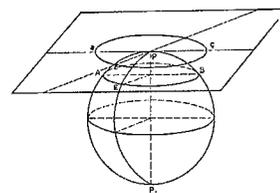
Tlfno: 91- 8866704

Fax: 91- 8857616

Teléfono de Atención al Cliente: 902-198451

www.escobarinstrumentos.com

Cuenca hidrográfica del río Mayabeque. Dimensión económico-ambiental en la articulación del espacio territorial.Cuba.



MSc.Marlene García y MSc.Grisel Barranco - Geotech , Cuba

Resumen

La creciente complejidad de las economías en nuestros días, obliga a una reflexión y evaluación consecuente con miras al futuro. La industria, la agricultura, el comercio, los servicios, entre otros, son sectores que enfrentan retos por su dinamismo, y presiones de las empresas transnacionales, con la exclusión de las pequeñas economías. Matices singulares se observan desde una perspectiva ambiental, así como en la repercusión en el nivel local, donde factores económicos, sociales y ambientales integrados, expresan más adecuadamente el grado de desarrollo, con clara identificación de las relaciones causa- efecto. Es por ello que en la organización, producción, gestión y evaluación ambiental, unida a un manejo racional, comportan vías a la solución de los problemas, con incentivo de la capacidad creativa y respuesta activa de cada ente ó actor social para lograr una mejor eficiencia económica y funcional.

El objetivo del presente trabajo es mostrar el nivel alcanzado en las referidas relaciones en el caso de la cuenca hidrográfica Mayabeque, y la implicación que ello representa en el desarrollo sin una sobreexplotación de los recursos en el enfrentamiento a los diversos conflictos que se puedan presentar, con la seriedad requerida. En la base del trabajo realizado el enfoque multidisciplinario se impuso, utilizando varias aristas focales que suscitan el análisis de algunos geofactores locales y no locales en su interrelación dialéctica, con vistas a valorar más acertadamente los problemas asociados con el uso actual, así como proponer opciones de manejo más adecuadas de todos los recursos propiciando la conformación más eficiente del sistema económico territorial.

Introducción

Por estos días, la dinámica económica mundial representa la exclusión de muchos territorios, en particular, aquellos que en consecuencia de su situación ambiental se ven peor dotados de recursos para enfrentar con aciertos los retos del desarrollo. A nivel local el tema se expresa con singularidad y complejidad marcada, que merece una reflexión y evaluación consecuente con miras al futuro. Esos problemas no excluyen a ningún país, por ello en Cuba se han emprendido investigaciones que revelen con acierto las relaciones causa- efecto en torno al desarrollo, y con la visión sistémica implícita en la dimensión ambiental, que parte de considerar los elementos del patrimonio natural, imbricados a las diferentes aristas de la dimensión social.

En el orden administrativo- funcional las cuencas hidrográficas se han revelado en Cuba con rasgos muy singulares, y se han constituido en eje de muchas investigaciones. Por ello, al tratar de interpretar las condiciones que se vienen dando en el orden económico - ambiental fueron seleccionadas, en tanto que marco sustantivo e ilustrativo de la complejidad de las relaciones y posibles interpretaciones de la inserción de las economías locales.

En tal sentido la cuenca del río Mayabeque mostró elementos de interés, primero por su cercanía a la capital del país (Fig.1), y su aportación concreta a la creciente necesidad de desarrollo agropecuario e industrial, por su propia dotación actual, así como también por los proyectos que van desde obras hidráulicas, mejoramiento de las tierras (en especial adyacentes a la costa), construcción de diques, y un viaducto para detener la salinización en los terrenos más bajos, entre otros elementos de interés económico- ambiental.



Fig.1. Localización territorial de la cuenca hidrográfica Mayabeque.

Confluyen en la misma, las zonas de mayor producción agrícola, alta densidad de población y cuencas de agua subterráneas de mayor importancia provincial, de las cuales se abastecen casi 3 millones de personas, así como industrias y zonas agrícolas. Adicionalmente, en el territorio se presentan recursos forestales y existen potencialidades ecológicas fundamentalmente determinadas por su valor faunístico y florístico.

Con esos elementos de partida, el presente trabajo se propuso: Valorar la expresión de la dimensión económico-ambiental en la articulación del espacio territorial en la cuenca hidrográfica Mayabeque, y la implicación que ello representa en el desarrollo local actual y prospectivo.

Consideraciones metódicas relativas a la determinación de la dimensión económico- ambiental en la cuenca del río Mayabeque.

El sistema territorial de las actividades productivas no deja de enmarcarse dentro del proceso histórico, económico y social, por el que ha transitado el país a lo largo de diferentes etapas evolutivas. Así la economía en la cuenca del Mayabeque, se manifiesta mediante la presencia de diversos sectores productivos, con representaciones de varias de sus ramas.

La estructura ramal fue atendida en un proceso investigativo minucioso, cuya valoración sintética resultó de interés marcado, en tanto que representa en gran medida, el proceso dinamizador del medio ambiente local. En tal sentido, en el análisis de sus factores geográficos, se ha evidenciado que la industria del territorio posee un relativo alto peso en la economía nacional, y también, problemas ambientales muy característicos.

La aplicación de una matriz de impactos de la economía, ajustada a la unidad político administrativa de base los Consejos Populares, permitió determinar territorialmente la tipología económica determinante y el peso relativo de los procesos degradantes asociados. El examen tomó como indicadores los comprendidos en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Indicadores de impacto de la agricultura y su valoración puntual.

Actividad económica base	indicadores					
	Tipo de uso predominante		Aplicación de medidas de intensificación		Destino de la producción	
	Subtipo	Evaluación	Subtipo	Evaluación	Subtipo	Evaluación
Agrícola	Caña, plátanos, arroz, cultivos menores	5	Alta	5	Nacional	5
	Frutales y pastos (naturales y artificiales)	3	Media	3	Regional	3
	Forestales y formaciones naturales	1	Baja	1	Local	1

Fuentes: Elaboradas por las autoras.

Tablas 2. Indicadores de impacto de la industria y su valoración puntual.

Actividad económica base	indicadores					
	Tipo de instalación Según ramas		No. de instalaciones por Consejo		Destino de la producción	
	Subtipo	Evaluación	Subtipo	Evaluación	Subtipo	Evaluación
Industria	Química, metalúrgica, mat. construcción	5	Más de una	5	Nacional	5
	Azucarera, lácteos	3	Una	3	Regional	3
	Alimentaria y local	1	No existe	1	Local	1

Fuentes: Elaboradas por las autoras.

Buscando una homología en la base del análisis, los diferentes subtipos de indicadores se expresaron según una valoración puntual, donde se otorgó desde uno (menor grado de impacto) hasta cinco puntos (mayor impacto). Cada consejo fue valorado según las sumatorias alcanzadas de acuerdo a los dos sistemas valorativos de base.

Como el hecho económico guarda una relación estrecha con la accesibilidad, la característica de la red vial fue

valorada para complementar el análisis precedente. Se consideró en lo fundamental la transportación por carretera según el clasificador referido en la Tabla 3.

Tabla 3. Impacto de la accesibilidad y su valoración puntual.

Tipo de vía	Puntuación
• Autopistas y carreteras de primer orden	2
• Carreteras de 2° orden y caminos (asfaltadas)	1
• Terraplenes y otras vías	0,5

Fuentes: Elaboradas por las autoras.

Por lo localizado de su trazado, el ferrocarril se valoró independientemente, otorgando 0,5 puntos a los consejos que incluyeran secciones de línea, cualquiera que fuera la función (carga o pasajeros).

Sobre las bases definidas se estimó la significación de la actividad económica, atendiendo incluso a su papel en la satisfacción de necesidades en el plano nacional, lo cual sirvió de criterio además, a la valoración de las cargas ambientales.

La Economía y su articulación en el sistema ambiental local.

El tema económico a la luz de lo ambiental resulta objeto de análisis complejos y contradictorios. Es que en la evolución de la sociedad se fueron variando sus relaciones con el medio, cambiaron las necesidades y demandas, de modo que la creación humana agudizó las formas de actuación, maximizando cuantitativa y cualitativamente el alcance de las intervenciones. Pero «con la explosión de la industria en el siglo dieciocho ... las ideas de progreso fueron usadas para vender los productos» (Restrepo, 2000), haciendo más agudas las relaciones del hombre con su entorno. Esa realidad se hace visible en cualquier marco geográfico. En el caso de Cuba, que por entonces transitaba por la etapa colonial, aún con los atrasos generales que en la esfera productiva se observaban, y en particular por los dados en materia tecnológica, se percibieron también las transformaciones en las relaciones con el medio, pues el auge del consumo incidió en la industria, extendiéndose incluso a la agricultura que le servía en muchos casos de sustento.

La cuenca del Mayabeque experimentó un comportamiento concordante. El sistema territorial de las actividades productivas se enmarcó dentro del proceso histórico económico y social transitado por el país a lo largo de diferentes etapas evolutivas. El auge económico referido, se concretó con incremento y diversificación de las producciones, que hizo resurgir incluso un ambicioso proyecto de geotransformación, orientado a la construcción de un canal hacia la bahía de La Habana, que permitiera agilizar la transportación comercial. Estaba implícita la ausencia de un sentido precautorio en lo ambiental, predominando el economicista en gran escala. Tales posicionamientos continuados en el tiempo tienen reflejo consecuente en el medio, generalmente dados con carácter degradador, lo cual encuentra expresión en el espacio estudiado.

El panorama económico-ambiental en una visión sintetizada.

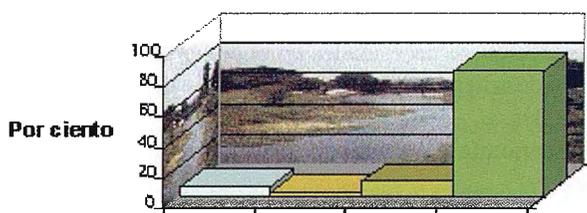
La economía entendida con un enfoque multidisciplinario utiliza varias aristas focales, que suscitan el análisis de

algunos geofactores locales y no locales en su interrelación dialéctica, con vistas a realizar un uso y manejo más adecuado de todos los recursos, facilitando la toma de decisiones de forma más eficiente. Ello es concordante con la interpretación ambiental de las transformaciones experimentadas, y las previsibles según los escenarios que en la misma se creen.

La actividad agropecuaria ha sido interpretada con justeza como eje central de incidencia en el medio, de modo coherente se manifiesta su papel en las causas de deterioro. La Fig. 2 ilustra con elocuencia uno de los pilares que sustenta tal afirmación, pues casi el 90 % del espacio posee tal destino.

Fig..2

Balace de tierra (cierre dic. 1999)



Fuente: Elaborada por los autores según datos DPPF, 2002

La ocupación física del territorio por la agricultura representa un determinado grado de incidencia ambiental, pero también, hay que considerar el papel de las modalidades culturales establecidas. La caña de azúcar, el tabaco, la papa, el plátano, el arroz son cultivos de marcado interés económico, cuyas producciones se han mantenido con un considerable nivel de prioridad y demandando medidas que garanticen los compromisos productivos. Ello motivó la utilización de aquellas formas de intensificación que permitieran lograr los niveles requeridos en materia de producción. La fertilización, así como la aplicación de otros agroquímicos, la irrigación y la roturación con total inversión del prisma de suelo se transformaron en prácticas comunes.

En asociación, no pocas veces se han presentado procesos que menguan la productividad natural, erosión, salinización, mal drenaje. A ese panorama deben añadirse los conflictos inducidos desde el proceso mismo de ampliación de la frontera agrícola, con la deforestación creada y la pérdida de la diversidad biológica concomitante. A pesar de los disturbios referidos, el sector agrícola de la Cuenca se destaca por los resultados, donde Guines y San José de las Lajas, con sus tipicidades productivas, constituyen municipios sobresalientes.

En cuanto a la estructura productiva en el último se reconocen 9 UBPC, 2 de cultivos varios, 6 ganaderas y 1 apícola, así como 21 CCS. La actividad representó en el año 2000 el 16,4% de la producción mercantil (T. Valido, com. personal).

Lo más notable allí es lo referente a la ganadería, pues es una importante productora, en lo fundamental de lácteos. El territorio es el primero en la provincia, pero además cuenta con resultados que destacan a nivel nacional.

Por otra parte, la producción agrícola ha experimentado avances notables, dentro de lo cual la de semillas de papa

es de significado extraterritorial, también los resultados en cuanto a boniato y maíz tienen similar destino. Los granos constituyen el renglón no agotado con el autoabastecimiento, especialmente en cuanto a arroz (T. Valido, com. personal).

En el caso de Güines existe un total de 7 CPA, de ellas: 4 cañeras, y 3 de cultivos varios; 19 CCS de ellas: 6 cañeras, 9 de viandas, hortalizas y granos y 5 ganaderas; así también 7 UBPC dedicadas al cultivo de viandas, hortalizas y granos. Aquí los cultivos varios junto a la producción azucarera tienen condición relevante, aunque la última, al igual que en el resto del país se encuentra en la experimentando un redimensionamiento.

En una visión integral de la economía agrícola, se revelan como prioritarios los problemas de estabilidad de la fuerza de trabajo. El déficit de la misma limita la mejor aplicación de las atenciones culturales, que redundan en muchos casos en la conformación de problemas ambientales, dados por el deterioro de los espacios, pero también, por incumplimiento de los resultados en valores y en especial por el peso que ello entraña en la satisfacción de la canasta básica.

A pesar de esas realidades, en este renglón la cuenca reviste una importancia que rebasa su marco espacial. Sus producciones constituyen aportes a la economía provincial, pero incluso es tributaria a nivel nacional.

En cuanto al sector industria las mayores dotaciones datan de antes del Triunfo de la Revolución, ejemplo de ello son algunos de los enclaves de San José de Las Lajas y Güines, que concentran la actividad presente en el área de la Cuenca.

Como tendencia general, las mismas tienen un crecimiento significativo en sus producciones, sin dejar de estar exentas de posibles fluctuaciones determinadas por el flujo de la materia prima, o sea, su arribo en tiempo, según surtidos programados. Algunas de ellas son de procedencia nacional, pero una parte es importada.

Los trabajadores cuentan con considerable grado de especialización y contribuyen al mejoramiento del proceso interno de cada planta. En su mayoría proceden de municipios cercanos al lugar de ubicación de la instalación, de lugares aledaños, e incluso, en el menor de los casos, de provincia Ciudad de La Habana.

La Tabla 4 alude a las actividades productivas industriales más importantes, enmarcando además su significación en el plano territorial. Es válido reconocer en ella la diversificación ramal presente, lo que habla asimismo de su connotación ambiental.

Además de lo referido se pueden añadir otras producciones industriales de menor peso, como la de tabaco torcido, maderas y pescado (dulceacuicola), así como la presencia de una subestación eléctrica y correspondientes conductoras.

Se reconocen también otras actividades de la esfera económica, ó de incidencia directa en ella, algunas de connotación extraterritorial. La Tabla 5 se refiere a ello. Muy notable es lo relativo al manejo del agua, tanto por la complejidad del sistema establecido como por el alcance territorial, que involucra a la capital del país.

Tabla 4. La actividad industrial y su significación.

Industria	Rama	Significación		
		Provinci al	Regional	Nacional
Emp. de conductores eléctricos "Conrado Benitez".	Transformadora de metal			X
Fca. de Pinturas	Química			X
Emp. de productos lácteos "Habana".	Alimentaria		X	
Emp. de la Goma "Nelson Fernández".	Química			X
Empresa "CUBALUM".	Transformadora de metal			X
Empresa del Vidrio San José.	Cerámica			X
Empresa de Fundiciones de San José.	Transformadora de metal		X	
Emp. Inver. Refractarios.	Mat. de la Construcción		X	
Emp Textil Mayabeque	Textil		X	
CAI. Amist Pueblos	Azucarera			X
CAI Osv. Sánchez	Azucarera			X
Empresa de Conservas La Guinera	Alimentaria	X		
Vita Nouva	Alimentaria			X
Empresa de Conservas Mayabeque	Alimentaria		X	
Prefabricados Sandino	Mat. de la Construcción		X	

Fuente: Elaboradas por las autoras.

Tabla 5. Actividades de la esfera productiva y su significación.

Actividad	Significación.
Emp genética Nazareno	Centro de Investigación Nacional
Complejo hidráulico Pedroso-Mampostón	Abasto de agua a la Ciudad de La Habana.
Empresa ganadera San José	2da Productora de leche y derivados del país.

Fuentes: Elaboradas por las autoras.

Un elemento sustantivo al efecto del sostenimiento de la actividad productiva y la comercialización, e incluso en el de las relaciones funcionales en materia de servicios, es la disposición de una red vial, en la que se reconocen autopistas, carreteras, y otras de menor jerarquía, además de las condiciones de accesibilidad por ferrocarril.

Vistos de forma articulada los diversos aspectos de la actividad económica puede establecerse una diferenciación territorial interesante, a la que alude la Tabla 6 y el Mapa 1.

Tabla 6. Zonificación de la actividad económica predominante y su repercusión ambiental.

Zonificación económica predominante	Repercusión Ambiental
1. Industrial - agropecuario	Alta
2. Agrario - industrial	Alta
3. Agrícola	Media
4. Agroforestal	Media a Baja
5. Forestal	Baja

Fuentes: Elaboradas por las autoras.

Se puede reconocer un eje sublatitudinal en el que recae el peso económico de la cuenca, tanto en el valor mercantil como en la tipología de la producción. El mismo está representado por San José de la Lajas y la porción norte de Guines. Aunque se les puede atribuir igual connotación, hay especificidades internas relativas a la predominancia de la industria o la agricultura. Dicho territorio es generador en consecuencia de las mayores cargas ambientales,

con la responsabilidad agregada que por su ubicación incide en los colindantes, en particular la porción sur de la Cuenca.

Para el resto del territorio son menores las aportaciones, tanto en lo económico como en lo ambiental, pero en la modalidad forestal es remarcable la función protectora, en virtud de preservar parte del patrimonio forestal, lo cual es asociable también a una mejor situación en términos de diversidad biológica, aún con los embates experimentados en consecuencia del uso económico del espacio.

La precedente clasificación del contexto del río Mayabeque tiene una asociación directa con el hombre, por cuanto la misma es aplicable también a la prestación de servicios, pues aunque en su estructura la cuenca presenta un comportamiento bastante homogéneo, denotan diferenciaciones bien marcadas entre algunas de las cabeceras como Güines y San José de Las Lajas, cuyas relaciones apuntan hacia un área de mayor influencia. La Tabla 7 se refiere a las vinculaciones reconocidas según la regionalización económica establecida (Mapa 1).

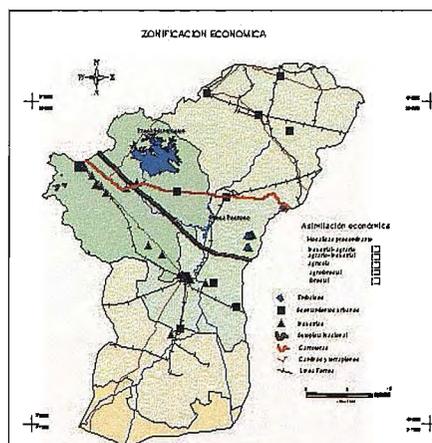
Tabla 7. Número de prestaciones de servicios según zonas de origen.

Zonas de origen	Número de prestaciones de servicios
Agrario - industrial	> 60
Industrial - agropecuario	40-59
Agrícola	30-39
Agroforestal	20-29
Forestal	<20

Fuente: Elaboradas por las autoras, según datos de la DPPF.

El sector urbano de Guines se identifica como el de mayores prestaciones, lo cual significa que su influencia está en realidad más allá de lo físicamente definido, otro tanto puede referirse de San José de las Lajas. El resto del territorio es mucho menos activo en la materia, pero incluso en ellos se realizan funciones extraterritoriales, aunque en realidad, son en gran medida dependientes de las áreas centrales definidas.

Una visión general de la economía de la cuenca hidrográfica Mayabeque, habla de la complejidad y relativa diversidad que presenta, y en realidad la distingue, en tanto como se ha evidenciado, sus resultantes sirven en gran parte de satisfactores más allá del ámbito de referencia, con carácter regional y nacional. Aunque las actividades ejecutadas han dejado una impronta ambiental, la dotación de recursos del espacio permite su continuación productiva en el tiempo, aún cuando medidas correctoras pueden aplicarse en función de la sostenibilidad.



Mapa 1. Zonificación económica.

**VISITA NUESTRA
WEB**



**El Club de
los topógrafos**

**Hazte
Socio**

PODRAS DISPONER DE:

- Asesoramiento.
- Material Topográfico.
- Restitución.
- Batimetría.
- Etc.

**Mas Información en:
<http://www.taecclub.com/>**

!! MUY INTERESANTE !!

Conclusiones

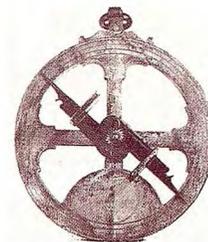
1. La economía de la cuenca hidrográfica Mayabeque muestra una marcada diferenciación ramal, con representación notable de la agricultura y la industria, cuya significación rebasa el nivel local
2. El examen de la dimensión económico- ambiental es expresivo de un considerable grado de deterioro, que tiene en la agricultura una de las claves, pues en función de su establecimiento se deforestó con la consecuente pérdida de diversidad, se canalizó de forma inconsecuente para la irrigación y se ha dado un uso sistemático al suelo con modalidades de uso intensivo que han incidido en la aparición de diferentes procesos dañinos. En tales condiciones la estabilidad se ha visto menguada, constituyendo hoy una amenaza al sostenimiento a largo plazo de los niveles productivos.
3. En la valoración territorial, se destaca un eje central donde se conjugan industria y agricultura, cuyas producciones superan la frontera local; pero además, por su grado de accesibilidad representa un eslabón clave en la comercialización. En el contexto se puede reconocer también una marcada incidencia ambiental, en tanto que se generan diferentes problemas ambientales, que en alguna medida irradian al menos el tercio inferior de la cuenca. El resto del ámbito, con menor participación en la economía no deja de tener significación.
4. Al margen de los problemas ambientales referidos, salvables con una adecuada gestión, es detectable una participación notable de la economía, propia para la inserción de la localidad en los derroteros actuales y futuros del desarrollo.

Bibliografía

- Barranco, G. (1997): La planificación ambiental ante el objeto del desarrollo sostenible. Algunos apuntes sobre la situación cubana. Análisis de coyuntura, AUNA, La Habana, pp.11-16.
- CARRERAS, F. (2000): PROYECTO DE REUBICACIÓN DE LA COMUNIDAD PLAYA ROSARIO. DIRECCIÓN PROVINCIAL DE PLANIFICACIÓN FÍSICA, LA HABANA, PP 7-8.
- CEPDE (2001): Indicadores demográficos por provincias y municipios 2000. Centro de Estudios de Población y Desarrollo. Oficina Nacional de Estadísticas, La Habana s.p.
- CEPAL, (1998): Manejo Integrado del recurso agua con la perspectiva de los principio de Dublín. En: CEPAL 64, 165 pp.
- CHARANDÓN, F. (1982): LA INDUSTRIA AZUCARERA. EDIT. CIENCIAS SOCIALES, LA HABANA, 343 PP.
- COSCULLUELA, J. A. (1914): EL REGADÍO EN EL VALLE DE GÜINES. HABANA. IMPRENTA Y PAPELERA LA UNIVERSAL, LA HABANA. 206 PP.
- Dourojeanni, A. (1994) : La gestión del agua y las cuencas en América Latina. Revista de la CEPAL, No. 53, pp 111-157.
- FAO (1996): Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 160 pp.
- Faustino, J. (1999): Sistemas de gestión de comité de agua en el manejo de las cuencas hidrográficas. V Reunión Regional de lucha contra la Desertificación, Lima, 28 pp.
- González Otero, L. (1994): Cuestiones teórico-metodológicas de la planificación ecológica del uso del territorio. En: Geografía del medio ambiente. Una alternativa del ordenamiento ecológico. UAEM, México D.F., 234- 239

Criterios de la Geografía para el Ordenamiento Ambiental.

Ejemplos en el norte de Ciudad de La Habana y Matanzas, Cuba.



MsC. Marisela Quintana Orovio, MsC. Carmen Luisa González Garcíandía y MsC. María del Carmen Martínez Hernández.
Instituto de Geografía Tropical, Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente. Ciudad de La Habana, Cuba.

Introducción

La geografía como ciencia tiene entre sus ocupaciones las diversas relaciones que se establecen entre la naturaleza y la sociedad tanto en el espacio como en el tiempo, asume entre sus tareas el estudio integrado del paisaje, en su concepción más amplia, y en unidad con los procesos socioeconómicos y naturales que en él se desarrollan; todo ello con la finalidad de la protección, uso racional y funcional del medio ambiente con vistas a la sostenibilidad del desarrollo.

Según Demek 1972, la geografía brinda un enfoque correcto en las valoraciones sobre la protección de la naturaleza de un país, y del óptimo análisis de la interacción hombre-naturaleza. Toda la acción recíproca entre la sociedad y el medio natural tiene un marcado carácter interdisciplinario y cualquier intento de abordar el problema desde el punto de vista de una sola ciencia sería prácticamente irreal, pero la geografía como ciencia, en la actualidad, actúa en la relación del sistema del medio natural y del sistema de la sociedad humana en el espacio y en el tiempo

La Geografía, al tener como objeto fundamental de estudio a la envoltura geográfica, «el geosistema o complejo natural de rango más superior que existe en el globo terráqueo» o «la formación geográfica más grande y complicada del planeta Tierra» (Mateo, 1984) facilita una gran cantidad de información científicamente clasificada y elaborada, de sumo valor para conocer las interrelaciones e interacciones de cualquier tipo, que se dan entre los diferentes elementos, componentes y complejos físico - geográficos y socioeconómicos.

En la actualidad la geografía en Cuba esta llamada a integrar y desarrollar investigaciones multidisciplinarias en función del desarrollo económico y social sostenible, apoyándose en los instrumentos de la Gestión Ambiental, que constituyen el modo concreto de materializar la Política Ambiental en cualquier tipo de organización económica, política y/o social a cualquier nivel.

En Cuba, en materia de legislación, en el año 1997 la Ley 81, «Ley marco de Medio Ambiente», en su título tercero define los instrumentos de Gestión Ambiental, de los cuales ya algunos se habían incluido anteriormente en La Estrategia Ambiental Nacional, y otros aparecen nuevos, quedando en dicha ley

los que a continuación se relacionan:

1. La Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social.

2. La presente Ley, su legislación y demás regulaciones legales destinadas a proteger el medio ambiente, incluidas las normas técnicas en materia de protección ambiental.
3. El Ordenamiento Ambiental
4. La Licencia Ambiental
5. La Evaluación de Impacto Ambiental
6. El Sistema de Información Ambiental
7. El Sistema de Inspección Ambiental
8. La Educación Ambiental
9. La Investigación Científica y la Innovación Tecnológica.
10. La regulación económica
11. El Fondo Nacional de Medio Ambiente
12. Los regímenes de responsabilidad administrativa y penal.

Objetivo

Es objetivo del trabajo presentar experiencias, enmarcadas en territorios de grandes valores físicos-geográficos y donde se desarrollaron metodologías ambientalmente sostenible y compatible con sus atractivos naturales; ambas provenientes fundamentalmente de los proyectos; «Desarrollo Sostenible en el sector Punta Hicacos. Varadero. Cuba,» y «Base metodológica para el ordenamiento ambiental, en áreas de interés turístico en Ciudad de La Habana.

Cuba,», entre otros, liderados por en el Intitulo de Geografía Tropical.

Materiales y Métodos

Principales materiales consultados:

- Proyecto relacionados con el tema de Ordenamiento Ambiental, liderados por el Instituto de Geografía Tropical de Cuba, entre los que están;
 - Cuenca hidrográfica del río Cauto. Medio Ambiente y Ordenación ante el paradigma del desarrollo sostenible.
 - Cuenca hidrográfica del Río Cauto. Diagnóstico ambiental integral para un manejo sostenible.
 - Desarrollo Sostenible del Sector Punta Hicacos. Varadero. Cuba.
 - Base metodológica para el ordenamiento ambiental, en áreas de interés turístico en Ciudad de La Habana. Cuba.
- (tomando los dos últimos como ejemplos de casos de estudio).

- Regulaciones relacionadas con el ordenamiento ambiental
- Mapas topográficos a diferentes escalas, de los casos que se toman como ejemplo

Métodos utilizados:

- **Histórico-Lógico:** estudio y análisis de la dinámica evolutiva del medio ambiente. empleando el enfoque geohistórico
 - **Comparativo:** permitió establecer las correlaciones espaciales y temporales de los cambios ambientales en las áreas estudiadas.
 - **Estadístico-descriptivo:** se aplica para la selección, organización y clasificación de datos; que facilitan determinadas relaciones de los fenómenos que permiten categorizar y vislumbrar tendencias de los mismos.
 - **Inductivo-deductivo:** análisis, categorización y síntesis de información. Se precisaron un conjunto de indicadores naturales y socioeconómicos para la evaluación de variables que nos acercan a la realidad del territorio, para luego ser categorizados los procesos y fenómenos que tienen lugar.
 - **Análisis y la síntesis:** que presupone la separación de los elementos que intervienen en los procesos y fenómenos para conocer los aspectos esenciales que lo conforman y luego, su integración para fijar cualidades o rasgos principales inherentes a ellos.
 - **Documental y bibliográfico;** Consulta de un importante caudal de artículos y estudios relacionados con la temática.
 - **Físico - geográfico complejo;** El desarrollo de una visión geográfica integradora, al desentrañar implicaciones de cada uno de los elementos naturales.
 - **Observación directa;** A través de expediciones de campo se identificaron los indicadores, se comprobaron resultados, se consolidaron criterios ya manejados y se elaboraron nuevas ideas para el ordenamiento ambiental, partiendo de la propia experiencia de los especialistas.
- Herramientas:
- **Sistemas de Información Geográficas (SIGs);** La utilización de los Sistemas de Información Geográfica hizo factible incursionar en la interacción de cada elemento de la base natural y socioeconómica de manera rápida y concisa, se concibieron mapas que reflejan la interacción de dichos elementos, así como para la elaboración de mapas y gráficos, que reflejan los resultados obtenidos.
 - **Cartográfico;** Se trabajó con mapas que ofrecen el comportamiento espaciotemporal de los elementos físico-geográficos, y socioeconómicos, que se producen entre cada uno de ellos con el objetivo de reconocer espacialmente la situación actual del territorio y que pueden generar propuestas para el ordenamiento ambiental.

El Ordenamiento, surgimiento y conceptos;

Según diferentes autores, el término ordenamiento tiene su surgimiento en lo referente a la actividad forestal, pero en las últimas décadas ha tenido una connotación diferente en lo que se refiere a los aspectos del medio ambiente, donde es analizado dentro de los instrumentos de la gestión ambiental, planteándose en general que el ordenamiento debe garantizar:

- Elevar al máximo el uso de los potenciales y recursos del territorio (oferta).
- Determinar las oportunidades ambientales existentes, que permitan su mayor aprovechamiento.
- Minimizar la degradación e impactos de las actividades socioeconómicas a desarrollar (demanda).
- Mantener el equilibrio entre la configuración espacial (estructura), funcionamiento, dinámica y evolución, de los diferentes sistemas ambientales existentes en el territorio.

Relación de la Geografía con el Ordenamiento Ambiental

La relación de la Geografía con el Ordenamiento Ambiental, va más allá de la sumatoria de los componentes que brinda la primera desde su visión multidisciplinaria, demostrando que como base de análisis y propuestas para el Ordenamiento Ambiental es requisito tener en cuenta y conocer elementos tanto físico-geográficos como socioeconómicos, enmarcados dentro de los primeros algunos como son; la estructura y funcionamiento entre los diferentes componentes naturales (características del substrato geológico; rasgos morfológicos, morfométricos, genéticos, morfoestructurales y dinámicos del relieve -emergido y submarino-; régimen climático anual y estacional, y susceptibilidad a procesos y fenómenos hidrometeorológicos peligrosos, su vulnerabilidad y riesgos; regularidades del escurrimiento superficial y subterráneo; relaciones entre los tipos de suelos y la vegetación, la flora, fauna, y sus hábitats; las interrelaciones funcionales entre los distintos geosistemas, el paisaje, entre otros aspectos del entorno), todos ellos en su dinámica, interrelación y resultados, que dan la posibilidad de determinar el tipo de unidades ambientales, su evolución, usos compatibles y propuestas para su sustentabilidad y desarrollo, así como los elementos socioeconómicos entre los que están; población, asentamiento (Infraestructura), salud, turismo, agricultura (pecuaria, agrícola, forestal), transporte, comercio, educación, consejos populares, industria, manejo del agua y educación ambiental.

El desarrollo de la Gestión ambiental en Cuba le ha dado herramientas de trabajo a la geografía y muy específicamente a la geografía del medioambiente, vista esta última capaz de abarcar e interrelacionar los disímiles elementos del medio ambiente. La misma tiene como unidad básica de estudio a los geosistemas, que son unidades espacio - temporales que constituyen tipos estables de medio ambiente, donde se reflejan los procesos de impacto -cambio- consecuencia.

La gestión ambiental se analiza como un problema transectorial que vincula al medio ambiente con el desarrollo. En Cuba están creadas las bases para desarrollar la gestión ambiental óptima, existiendo dentro del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), la infraestructura administrativa Agencia de Medio Ambiente (AMA) y sus subordinados como son: las instituciones de servicio, administrativo e investigación, unidades ambientales provinciales, entre otros, así como la Ley marco de Medio Ambiente, donde en su título tercero define los instrumentos de Gestión Ambiental

Para el cumplimiento de la gestión es importante el cumplimiento de leyes, regulaciones, normas, convenios, entre

otros, principalmente en el caso que nos ocupa que es un ecosistema frágil como es la costa. Por otra parte, en el marco legal se dan definiciones conceptuales de importancia para la investigación y el ordenamiento ambiental. Entre algunas de las regulaciones relacionadas con el ordenamiento ambiental se tuvo en cuenta la Ley Marco de Medio Ambiente, Ley 81; y la Gestión de la Zona Costera, el Decreto-Ley 212, ambas de consulta obligada en los estudios y propuestas en el tema.

La Ley 81 en su Capítulo II, referido al Ordenamiento Ambiental en su artículo 21 plantea que el ordenamiento ambiental tendrá como objetivo principal asegurar el desarrollo sostenible del territorio, sobre la base de considerar integralmente, los aspectos ambientales y su vínculo con los factores económicos, demográficos y sociales, a fin de alcanzar la máxima armonía posible en las interrelaciones de la sociedad con la naturaleza, incluyendo:

- a) La naturaleza y las características de los diferentes ecosistemas.
- b) Las condiciones de cada región y la delimitación de sus áreas en función de sus recursos naturales.
- c) Los desequilibrios ecológicos existentes por efecto de las actividades que se desarrollan, las características de los asentamientos humanos y los fenómenos naturales.
- d) El equilibrio indispensable entre las actividades humanas y sus condiciones ambientales.
- e) Las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento.
- f) La interdependencia del hombre con su entorno.
- g) El impacto ambiental de los nuevos asentamientos humanos, las obras de infraestructura y otras actividades conexas.
- h) Los requerimientos de la defensa nacional.

En el artículo 22 se define que, a fin de lograr el ordenamiento sostenible del territorio, el ordenamiento ambiental interactúa con el ordenamiento territorial, aportándole lineamientos, regulaciones y normas, mientras que en el artículo 23, resalta que el Ministerio de Economía y Planificación, en estrecha coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y demás órganos y organismos pertinentes, desarrollará las acciones encaminadas a articular el ordenamiento territorial con los principios y objetivos establecidos en dicha Ley.

Instituciones relacionadas con el ordenamiento ambiental y la planificación territorial.

Es necesario reconocer el trabajo de carácter multidisciplinario en este tema por otras instituciones del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y su antecesor Academia de Ciencias de Cuba, así como con del Instituto de Planificación Física (IPF) (rector en el país del ordenamiento territorial, en conjunto con sus filiales provinciales y municipales), perteneciente al Ministerio de Economía y Planificación, Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana, Agencia de Medio Ambiente del CITMA, entre otros; es de resaltar las Unidades de medioambiente a nivel municipal y provincial, que a nivel local han desarrollado en algunos casos un trabajo relevante en cuanto al ordenamiento ambiental de los territorios, ya que son las encargadas conjuntamente con el Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA), de velar por la gestión; además de tener en cuenta para el caso de la corrección de los problemas ambienta-

les, el vínculo con otro de los instrumentos de la gestión, las inspecciones ambientales estatales, este último en coordinación con el Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA).

Papel del Instituto de Geografía Tropical dentro del Ordenamiento Ambiental

Dentro del tema del ordenamiento ambiental se destaca la participación del Instituto de Geografía Tropical (IGT), avalada por su experiencia durante los últimos 20 años, donde se han desarrollado metodologías dirigidas a este fin, aplicadas en áreas seleccionadas por su importancia económica (en especial turística) y social, las que abarcan desde el nivel nacional hasta la escala local.

El Departamento de Medio Ambiente del IGT, desde el año 1983, en sus diferentes estudios medioambientales ha desarrollado metodologías que parten el análisis de los subsistemas que lo forman, es decir el natural (abiótico, biótico), el económico y la población. Las metodologías aplicadas toman como base el Sistema territorial de estabilidad ecológica originado en el Instituto de Geografía de Brno, antigua República Checa, y aplicada por primera vez en Cuba en un modelo regional, que partió de un enfoque geosistémico, que en su aplicación posterior se le han ido haciendo variaciones según el desarrollo de los temas de investigación en la línea del ordenamiento ambiental e interactuando con el territorial, desde un enfoque geoecológico y ambiental. Entre algunos de los trabajos que se han realizado en el IGT, están:

- Algunas consideraciones acerca de la situación ambiental en la Ciénaga de Zapata,
- Cayo Largo del Sur. Un encuentro con lo real y lo maravilloso.
- Criterios geoecológicos como base para asegurar un desarrollo sostenible en Cuba.
- Cuenca hidrográfica del río Cauto. Medio Ambiente y Ordenación ante el paradigma del desarrollo sostenible.
- Cuenca hidrográfica del Río Cauto. Diagnóstico ambiental integral para un manejo sostenible.
- Desarrollo Sostenible del Sector Punta Hicacos. Varadero. Cuba.
- Diagnóstico del Estado de la Calidad Ambiental de Cayo Guillermo, Cuba y sus posibilidades de su uso para el ecoturismo.
- Diagnóstico del estado de la calidad ambiental de Cayo Guillermo, Cuba y posibilidades de uso para el Turismo.
- El medio ambiente del territorio de Viñales y el funcionamiento optimizado del turismo.
- El clima de Cuba y el turismo.
- El Esqueleto de Estabilidad Ecológica de los Paisajes, como base para la optimización geoecológica del medio ambiente en Cuba.
- Estudio ambiental integral de la cuenca del río Mayabeque. Una contribución a la gestión sostenible.
- Estudio geográfico integral del sector priorizado del Turquino, Gran Parque Nacional, Sierra Maestra, Cuba.



Presentamos MicroStation V8

Descúbralo

Mejore el rendimiento de su proyecto con MicroStation® V8 de Bentley®. La última versión del producto de diseño más potente del mercado incluye en su arquitectura un conjunto de cambios sin precedentes, permitiendo a cualquier persona involucrada en un proyecto saber quién, cómo y cuando realizó alguna modificación. Los usuarios pueden editar y referenciar ficheros DWG –sin necesidad de traducciones–, trabajar sin límites prefijados tanto en el número de niveles como en el tamaño de los ficheros y aprovechar las ventajas de Microsoft® Visual Basic® for Applications, Oracle9i™ así como otras funcionalidades que incluyen: histórico de ficheros, estilos de texto y acotación, modelos, etc. Si no es todavía usuario de nuestro programa SELECTSM, éste es el momento de contratarlo: MicroStation V8. Descúbralo.



Para más información:
Bentley Systems Ibérica, S.A.
Centro Empresarial El Plantío
C/ Ochandiano, 8
28023 Madrid
Tfno: 91.372.89.75
Fax: 91.307. 62.85
www.bentley.es

- Evaluación de Impacto Ambiental de la extracción de turba en la Ciénaga de Zapata.
- Evaluación del estado de medio ambiente del archipiélago Sabana -Camagüey.
- Evaluación geoecológica de la provincia Santiago de Cuba.
- Factores geográficos para el desarrollo turístico de territorios seleccionados.
- Impacto de la sociedad en el medio ambiente, mediante la creación de modelos regionales en Cuba.
- La Ordenación Ambiental. Un Instrumento para el Uso Racional del Espacio Geográfico.
- Propuesta de turismo ecológico como manejo económico de las áreas protegidas.
- San Diego de los Baños. «Principios para la ordenación del turismo de salud y naturaleza».

Más recientemente, incluyéndole otros enfoques y puntos de vista, Barranco (2000) define el ordenamiento ambiental como sigue: ...»logra una imbricación realista al contexto, en tanto constituye el espacio en el cual se manifiesta la relación naturaleza-sociedad, estableciendo una concienciación de la apropiación por el hombre. Se hace posible también una mejor comprensión del estado del medio ambiente en lo relativo a estructura y funciones, pero además, de su comportamiento frente al cambio, haciendo posible un mejor control del mismo y que se alcancen las metas deseadas».

De acuerdo con la misma autora, a partir de un adecuado ordenamiento ambiental se puede eludir problemas comunes de la vida contemporánea como son:

- Desequilibrio territorial; manifiesto en que unas áreas concentran la infraestructura y la población, mientras en otras se crean desiertos poblacionales, con los efectos consecuentes en el medio.
- Impactos ecológicos y paisajísticos debidos a localización incompatible con el medio de diferentes actividades.
- Despilfarro de recursos naturales, tanto por falta como por exceso de actividades asociadas.
- Ignorancia de los riesgos naturales en la localización de infraestructuras.
- Mezcla y superposición desordenada de usos.
- Incoherencia entre la ubicación de la residencia y el empleo, acompañada de déficit de infraestructura y equipamientos colectivos.
- Descoordinación entre organismos públicos del mismo rango y entre distintos niveles de administración, con la consecuente actuación en el manejo del medio.

Análisis de los casos de estudio al norte de Ciudad de La Habana y Matanzas, Cuba.

El enfoque sistémico constituye el eje central de las aplicaciones metodológicas, aplicadas en ambas áreas, donde se articula con el empleo de métodos establecidos a partir de experiencias acumuladas por instituciones de reconocido prestigio nacional e internacional.

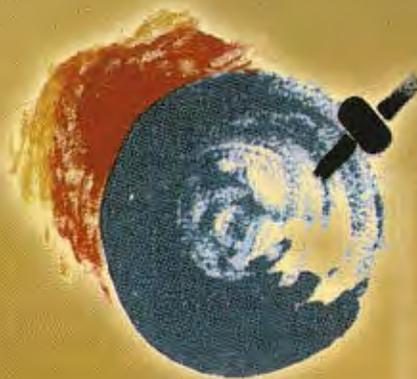
En ambos casos, se tuvieron en cuenta estudios realizados en el área relacionados con; la historia ambiental, evaluación integral del territorio, resultados de investigacio-

nes de diferentes disciplinas, visita y reconocimiento a las áreas para valorar su situación actual, revisión de la legislación existente, revisión de los planes directores, entre otras. A partir de ese nivel cognoscitivo que resulta imposible detallar en la ponencia y de transformaciones prospectivas, se establecieron las bases para un adecuado ordenamiento ambiental, donde se incluyen concepciones a tener en cuenta para las obras previstas, de forma que las modificaciones ingenieras y constructivas que se introduzcan en los territorios, no rompan completamente el equilibrio dinámico y de autorregulación de los sistemas naturales aún presentes, y estén sustentadas sobre una plataforma ambientalista.

Por último, se realizó un estudio integral del medio ambiente, de forma que sobre bases fundamentales se puedan definir las directrices de un manejo sostenible; las propuestas de Ordenamiento Ambiental partieron de la caracterización de cada elemento y subsistema del medio ambiente, de su síntesis y evaluación, para ello se usó como unidad de análisis los geosistemas. Se delimitaron las áreas de mayor valor natural y su categoría de protección y se realizó la evaluación geoecológica donde se tuvo en cuenta las condiciones de estabilidad ecológica, la intensidad del impacto de la sociedad en la naturaleza, su vulnerabilidad ante el estrés ecológico y los requerimientos de sustancias y energía que es necesario suministrar artificialmente para mantener el funcionamiento de los geosistemas. Además, se hizo una caracterización de los territorios para conocer el potencial natural de los mismos, a partir de ésta caracterización se realizaron los diagnósticos ambientales, identificaron los problemas ambientales de los territorios, con el objetivo de corregirlos o mitigarlos mediante un ordenamiento ambiental acorde a las condiciones naturales de los territorios y el desarrollo económico que se lleva en cada uno.

Conclusiones

- Las áreas de estudio, por estar actualmente en desarrollo con intereses para el turismo, que repercutirán en el impacto económico y social que debe traer consigo el aumento de actividades socioeconómicas, y donde es necesario que la planificación territorial se ejecute con programas de ordenamiento ambiental, con utilidad práctica para las entidades del territorio con responsabilidades en el manejo adecuado de los recursos de todo tipo.
- Las aplicaciones SIGs realizadas en ambos estudios, permiten obtener de forma rápida la ubicación de los resultados del estudio, así como acceder a la información almacenada y por último representar de manera gráfica o cartográfica los elementos del ordenamiento ambiental, que ayuden a los decisores a actuar en bien del manejo y desarrollo sostenible en territorios con características similares.
- Los resultados referidos tuvieron en cuenta cuestiones teóricas y metodológicas del ordenamiento ambiental que se proyectan como primer segmento de mercado al turismo de naturaleza y hacia instancias municipales de planificación física, que realizan la planificación y el ordenamiento de los territorios.
- En ambas áreas se pueden ampliar actividades con un enfoque ambiental que responden a las potencialida-



toposat

PRECISIÓN,

CALIDAD,

CONFIANZA,...

- Levantamientos Geodésicos
- Levantamientos Topográficos
- Implantación y Actualización de catastro
- Cartografía
- Autotriangulación
- Ortofotografía
- Sistemas de Información Geográficos (G.I.S.)
- Estudios de Medio Ambiente e Ingeniería Civil

des del paisaje presente en cada una de ellas, y constituyen una posibilidad de oferta al turismo de las instalaciones cercanas a ellas, pero no necesariamente tengan que desarrollarse todas las actividades; es decir se puede escoger entre ellas la(s) que más le interese al desarrollo turístico según su diseño como por ejemplo; según Bastart et al., 2001; Observación de paisajes naturales y antrópicos, Senderismo, Foto y Fonocaza, Paseos libres por el bosque, Paseos a caballo, Observación de aves, Baños de sol y mar, Construcciones, Investigaciones científicas y conservación, Visita a lugares histórico-culturales.

Recomendaciones

1. Debido a la importancia que presentan estas zona para la economía del país, es necesario contar con una información amplia y precisa, con el objetivo de planificar sus espacios, por tal motivo se debe continuar estudiando ambos territorios, abordando la problemática desde diferentes ángulos, como puede ser: la distribución espacial de la vulnerabilidad y de los riesgos ante determinados eventos naturales peligrosos, y la dinámica costera, como orientación en la toma de decisiones para el desarrollo y la planificación del territorio.

2. Conservar la vegetación de las playas, dunas de arena y manglares, todo lo cual ayuda a proteger el terreno de las olas y de la acción del viento. Las nuevas ubicaciones para las construcciones deben de ser evaluadas por su susceptibilidad ante los peligros. Será obligatorio mantener cierta distancia desde la orilla para las futuras construcciones. En resumen, el objetivo es identificar un número de acciones que reducirían de manera sustancial el impacto de futuros ciclones y otros peligros.

BIBLIOGRAFIA.

- 1) Arcia, M.I. y L.M. González (1993): Criterios geocoológicos, como base para asegurar un desarrollo sostenido en Cuba. En: Encuentro de Geógrafos de América Latina. Instituto de Geografía (ULA). Colegio de Geógrafos de Venezuela, Mérida. 23-32 pp.
- 2) Arcia, M. I. (1994): Geografía del medio ambiente: una alternativa del ordenamiento ecológico. Editorial UAEM, México. 289 pp.
- 3) Asamblea Nacional del Poder Popular (1997): Ley No. 81 del Medio Ambiente. Ministerio de Justicia, La Habana. 53 pp.
- 4) Barragán, J. M. (1994): Ordenación, planificación y gestión del espacio litoral. Oikos-Tau. Barcelona, 298 pp.
- 5) Barragán, J. M. (2003): Medio Ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción y a la Planificación y Gestión Integradas. Universidad de Cádiz, Cádiz, 301 pp.
- 6) Barranco, G. (1996): San Diego de los Baños. «Principios para la ordenación del turismo de salud y naturaleza». [inédito]. Dpto. de Medio Ambiente. Instituto de Geografía Tropical, La Habana.
- 7) ————. (1998): «Cuenca hidrográfica del río Cauto. Medio Ambiente y Ordenación ante el paradigma del desarrollo sostenible» [inédito]. Tesis para la opción del grado de Master en Medio Ambiente y Ordenación, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, La Habana.
- 8) ————. (2000): «Estudio ambiental integral de la cuenca del río Mayabeque. Una contribución a la gestión sostenible». [inédito], proyecto de investigación, Dpto. de Medio Ambiente, Instituto de Geografía Tropical, La Habana.
- 9) ————. (2000): La Ordenación Ambiental. Un Instrumento para el Uso Racional del Espacio Geográfico. [inédito], Instituto de Geografía Tropical, La Habana.
- 10) Barsols, M. (1981): El medio ambiente y la ordenación del territorio, (documento fotocopiado), Madrid, 17 pp.
- 11) Castellanos, R. J. (1998): «Esquema especial de ordenamiento territorial de las regiones turísticas». [inédito]. Dpto. de Planeamiento Turístico, Instituto de Planificación Física, Ciudad de La Habana.
- 12) CESIGMA, S.A (1999): Auditoría ambiental de la Península de Hicacos. (Inédito). La Habana, 54pp + Anexos y SIG, 1999.
- 13) Demek, J. (1972): Valuation of the effects of economic activities on environment from the regional point of view on the example of model regions of Liberec. Rev. Geo-graphica Slovenica No 9. Traducción al español Laura González, Instituto de Geografía, 1988.
- 14) Díaz, J. L., M. C. Martínez y F. Cuti [s.f.]: Principales problemas ambientales costeros en Cuba.[inédito]. Instituto de Geografía Tropical, La Habana.
- 15) Domínguez, Alfredo et al (2003): El Ordenamiento Ambiental. En: Modulo de Formación Ambiental Básica. Proyecto: Acciones Prioritarias para Consolidar la Protección de la Biodiversidad en el Ecosistema Sabana-Camagüey. La Habana. 19 pp.
- 16) DPPF (1999): Esquema de ordenamiento territorial de la Ciudad de La Habana. 54 pp.
- 17) Gross, P. y M. Rivas (1998): Lineamientos para el diseño de indicadores de calidad ambiental urbana en el contexto de Santiago de Chile. Serie Verde 3. Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. 16 pp.
- 18) Instituto de Geografía Tropical, Instituto de Ecología y Sistemática, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales de Matanzas, e Instituto de Antropología (2001): Proyecto de Desarrollo sostenible en el sector Hicacos, Varadero, Cuba (inédito). CITMA, La Habana, 89 pp.
- 19) Instituto de Geografía e Instituto de Geodesia y Cartografía (1989): Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Ed. Rea, Madrid, cuadernillo VI.
- 20) Instituto de Oceanología (1995): Plan de Medidas para el mejoramiento y conservación de la playa en Santa María y Guanabo. Programa de Manejo Integrado de la zona costera en las Playas del Este de Ciudad de La Habana.
- 21) Juanes, J. L. (1996): La erosión de las playas de Cuba. Alternativas para su control. Tesis para la obtención del grado de Doctor en Ciencias Geográficas. Instituto de Oceanología, La Habana, 100p.
- 22) Mateo Rodríguez, J. (1984): Apuntes de Geografía de los paisajes. Facultad de Geografía Universidad de La Habana, 470 pp.
- 23) Michaud, J. L. (1981): La ordenación de zonas litorales. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 385 pp.
- 24) Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1982): Ordenación de los espacios litorales: Criterios metodológicos y normativas. Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Madrid, 266 pp.
- 25) Muñiz, A. (1996): «Bases para el enfoque de la dimensión ambiental en el ordenamiento territorial y de los asentamientos» [inédito]. Ministerio de Economía y Planificación. Instituto de Planificación Física, La Habana.
- 26) Naciones Unidas (1996): Indicadores de desarrollo sostenible. Marco y metodologías, Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, Nueva York. 478 pp.
- 27) Quintana, Marisela, et al (2003); Proyecto «Base metodológica para el ordenamiento ambiental, en áreas de interés turístico en Ciudad de La Habana, Cuba.» Resultado parcial 225 pp + fotos, mapas, tablas y anexos. (inédito),
- 28) Ramírez, E. (1989): Caracterización geomorfológica del litoral norte (Habana-Matanzas). Tesis para la obtención del grado de Doctor en Ciencias Geográficas. Instituto de Oceanología, La Habana, 100 pp.
- 29) SIBANIMAR, Programa (2002): Planes operativos de manejo para el rincón de Guanabo y la laguna del Cobre Itabo. Museo Habana del Este. La Habana. 412 pp.
- 30) Telesca, A. L. y I. Pérez (1997): Ordenamiento territorial del turismo: desarrollo local e impactos. En: IV Jornada Científica Internacional de Planeamiento Regional y Urbano, Instituto de Planificación Física, La Habana, Ponencia.



La fuerza de un grupo

grupo  land
www.inland.es

Ser más grandes nos permite ser más rápidos

La empresa de distribución de aparatos topográficos y sistemas de posicionamiento más grande del mundo tiene su sede en Madrid, es española y está dirigida por Carlos Monreal. Su reciente fusión con Topcon ha revolucionado un sector de servicios poco conocido por el gran público y que, sin embargo, ejerce un papel imprescindible en sectores como el de construcción o la agricultura.

Maribel Reyes, profesora UCM y consultora de comunicación.



D. Carlos Monreal, Presidente del Grupo Inland

Inland es la empresa española que representa la apuesta en Europa de **Topcon**, el mayor fabricante y distribuidor del mundo de instrumentos de posicionamiento. "Ellos mismos lo han calificado como la operación Normandía", dice **Carlos Monreal**, presidente de esta nueva compañía, "ahora tenemos el peso específico necesario para distribuir los mejores productos y satisfacer mejor, más eficientemente, las necesidades de nuestros clientes, aunque a futuro hay que estar dispuesto a seguir realizando alianzas estratégicas para abrir nuevos mercados y poder introducir tecnología no conocida".

El **Grupo Inland** es un caso poco frecuente, sobre todo si lo observamos desde nuestra mirada, educada por el mercado de consumo. Representa la unión entre un fabricante y un distribuidor o, lo que es lo mismo, la búsqueda de una verdadera estrategia unificada de canal. Sus directivos insisten en dos principios: el primero, dar calidad a los clientes. El segundo, comprometerse con las personas.

Al frente, la cabeza de alguien que debe haber sido serio, responsable y soñador desde niño. Una de estas personas a las que podríamos identificar como emprendedor y empresario, incluso viéndolo en cualquier

lugar ajeno a un despacho, un avión o un campo de golf. Le oigo decir que para él el mercado es como un tablero de ajedrez, pero tengo la impresión de que quizá pronto empiece a buscar el equilibrio entre su hemisferio izquierdo y el derecho.

Me doy el gusto de preguntar a su gente, esto es lo que me dicen: *constante, trabajador, se empeña en las cosas, él se ve como su propia competencia, cambiador de tiempos, visionario y viviendo la ruptura que supone querer que deje de existir su negocio para que exista una empresa que ruede.*

- **Describe Inland en cifras (facturación, beneficio, número de empleados, número de clientes, presencia geográfica...)**

- Crecimiento de un 500% en los últimos cuatro años, con un incremento previsto para 2005 del 150% (EBITA). Inland representa el 55% de la cuota de mercado total en España, actualmente el número de empleados es de 118, resultado de duplicar dos veces la plantilla desde el año 2001, con 29 millones de euros de facturación prevista para el 2005, y el total de clientes vivos sobrepasa los cinco mil. Tenemos siete delegaciones en España y Portugal y más de cuatrocientos distribuidores.



La fuerza de un grupo

- ¿Con qué cifras de crecimiento están trabajando hoy?

- Siendo conservadores, duplicar la facturación antes de cinco años.

- ¿Cuáles son los valores que definen a la empresa?

- Queremos aumentar la productividad que nuestros clientes obtienen al utilizar los equipos de Inland. Éste es nuestro compromiso, el cliente puede recuperar su inversión en seis meses. No buscamos colocar aparatos, sino mejorar el negocio del cliente. Quien nos compra sabe que puede quedarse tranquilo. Para lograr esto, nuestra política interna se apoya en la agilidad, el trabajo en equipo y la innovación.

- Sus directivos y usted mismo hablan de una ilusión hecha realidad. Después de la fusión con Topcon, ¿con qué sueña ahora?, ¿cuál es la visión que le mueve y cómo piensa conseguirla?

- Ser una solución para nuestros clientes en el mercado de la medición del terreno, lo que nosotros entendemos como posicionamiento. La misión es hacer crecer la realidad actual.

- Hablan de innovación, de ser una organización diferente, de la fuerza del grupo, de estar viviendo un reto intenso y apasionante. Éste es un discurso relativamente frecuente en las presentaciones, folletos y portales de empresas de todo tipo. En su caso, ¿por qué es creíble?

- La verdad es que yo me creo lo que a otros les puede parecer un tópico. Creo en las personas. Uno de los motivos que me ha llevado a esta fusión es creer en los valores de la gente que está trabajando. Lo que ahora está ocurriendo no es algo improvisado, llevamos once años fraguando el momento actual.

Nuestros pilares son tecnología, recursos humanos y el compromiso personal. Puede que el discurso sea común pero la diferencia está en cómo se viven estos valores.

- ¿Puede identificar etapas concretas que expliquen la trayectoria de la empresa?

- Podemos hablar de cinco etapas. De 1987 a 1992 vivimos la ilusión, lo que teníamos no era una empresa, sino más bien un grupo de cuatro o cinco personas que éramos amigos, vivíamos, lo pasábamos bien y ganábamos dinero. Fueron años de vendedor ambulante y de locura. Del 92 al 94 me fui a Estados Unidos y me profesionalicé. En el 94 estaba preparado para sentar las bases de una empresa y hacerla crecer.

La cuarta etapa, definitiva, empieza hace cinco años, en el 2000, con la primera fusión. Vimos la oportunidad de añadir valor a la oferta que estábamos haciendo a los clientes. Isidoro Sánchez, ISSA, supuso el encuentro entre una empresa nueva y otra familiar, con una gran tradición en el mercado de la topografía. Topcon ha marcado la quinta etapa, en la que ahora estamos, que nos permite ofrecer todo un mundo de posibilidades y hacer realidad lo que antes era un proyecto, un sueño.



Todo el grupo reunido en los jardines de La Moraleja Bussines Resort, durante celebración de la Jornada

D. José Manuel Beltrán y D. Ricardo Hormigos, Director General y Director de Calidad de Grupo Inland, con D. Fernando Sahuquillo de Topcon

Un momento de la presentación, mientras D. Carlos Monreal se dirigía a los asistentes



La fuerza de un grupo

- **¿Es imposible separar la historia de la empresa de la de la persona?**
- Me doy cuenta que debería cambiar y no llevarlo al terreno personal... En estos momentos soy consciente de que influyo demasiado en la evolución de la empresa. Con el tiempo me encantaría poder tener un equipo que me dejara estar sólo en el largo plazo.
- **Actualmente, ¿cuál es la presencia de las marcas que representan a nivel internacional?**
- Topcon está siempre dentro de los tres primeros puestos a nivel mundial independientemente del sector de aplicación (Topografía, Construcción y Control de Maquinaria) y, lo más importante, todas las divisiones tienen como objetivo ser líderes en el 2010.
- **De su competencia, ¿qué ha aprendido?**
- Lo que no debo hacer, tanto en gestión de personas como de clientes. He buscado siempre, en cada fase, saber lo que no tengo que repetir.
- **¿Qué es lo más importante que tiene ahora entre las manos?**
- La integración de todas las personas en un mismo proyecto. Que haya una sola cultura.
- **¿Y si miramos más lejos? La sexta etapa...**
- Internacionalizar la empresa fuera de la Península y diversificarnos hacia otros sectores, estoy pensando en la electrónica. Quiero conseguir que el sueño continúe.

Grupo Inland y Topcon se unen para formar el mayor Distribuidor de Sistemas de Posicionamiento del mundo

Grupo Inland surgió de la unión de cuatro empresas del sector de la medición del terreno y sistemas de posicionamiento: Intrac, ISSA, Geotrack, y Láser Rent. Ahora, casi cinco años más tarde, anuncia que ha alcanzado un acuerdo con Topcon, para adquirir su empresa filial Topcon España.

Gracias a esta adquisición Grupo Inland, uno de los mayores distribuidores de control de maquinaria y construcción en Europa, añadirá a su dominio el liderazgo en la distribución de productos GPS y topografía en el mercado español.

"Estamos entusiasmados con este acuerdo y lo que representa para el crecimiento de Topcon en Europa" expuso Ewout Korpershoek, Director de Ventas de la filial europea "Grupo Inland era el proveedor líder de productos de control de maquinaria de Trimble en Europa, y han cambiado a Topcon. Esto dice mucho sobre el producto y el liderazgo tecnológico que Topcon ofrece al mercado." Como parte del acuerdo, El Grupo Empresarial Inland deja también de representar los productos ópticos Sokkia y los productos GPS de Thales, sustituyéndolos por la cartera completa de productos Topcon.

Para celebrar este acontecimiento tan relevante, Grupo Inland preparó un original evento en Madrid. Todos los miembros de ambas organizaciones se juntaron por primera vez el día 3 de octubre en La Moraleja Bussines Resort, donde aprovecharon la ocasión para conocerse mejor y explicar la nueva organización. El que el día elegido coincidiese con el eclipse solar, el cual por supuesto no se perdieron, ayudó a transmitir el espíritu positivo y de buenos augurios que daban a esta señal en la antigüedad.

grupo **eland**
www.inland.es

DISTRIBUIDOR EN EXCLUSIVA DE

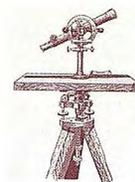


D. Fernando Sahuquillo, Regional Sales Manager de Topcon, y D. Carlos Monreal, Presidente del Grupo Inland

Un momento para el recuerdo, contemplando el eclipse anular



SEDE CENTRAL: AVDA. DE LA INDUSTRIA, 35 • 28760 TRES CANTOS - MADRID • TEL: 902 103 930 • FAX: 902 150 363
DELEGACIONES: BARCELONA: 934 794 057 • GUIPUZCOA: 943 120 300 • LISBOA: (+351) 219 104 630
MÁLAGA: 952 020 399 • SEVILLA: 954 541 476 • TENERIFE: 922 288 905 • VALENCIA: 981 368 084



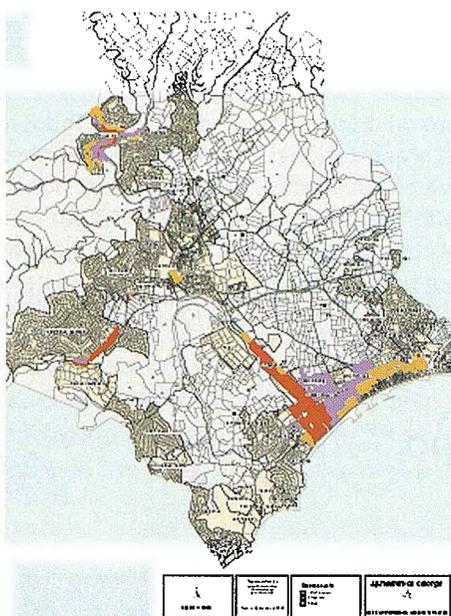
Noticias Absis

Calonge valora de inmediato los daños de las riadas gracias a un SIG

El Ayuntamiento cuantificó los desperfectos y realizó una previsión de las reclamaciones antes de que se presentaran

Calonge fue uno de los municipios de la Costa Brava catalana más afectados por las fuertes inundaciones del pasado mes de octubre. Esta población de Girona utiliza el Sistema de Información Geográfica (SIG) de Absis desde el año 2000 y, gracias a él, ha valorado de inmediato los daños provocados por estas inundaciones.

Con el SIG se han podido obtener, casi de inmediato, los datos de las unidades urbanas afectadas, clasificadas en viviendas, locales, aparcamientos o trasteros, y también la actividad económica desarrollada en cada parcela. Todo ello ha permitido tener de forma rápida una idea aproximada de la magnitud de la catástrofe y trabajar así con mayor precisión. La localización precisa de las zonas afectadas ha permitido prever y valorar las reclamaciones de los ciudadanos antes de que se produzcan.



Daños por valor de 13 millones de euros

Calonge es un municipio con una extensión de 33,5 km cuadrados de término municipal y con casi 10.000 personas empadronadas que debido al turismo se multiplica por 8 en época estival. Las inundaciones del pasado mes de octubre afectaron a 700 viviendas, más de 1.500 aparcamientos y 165 locales con actividad económica. En total, afectó a más del 14% de las entidades urbanas con una valoración económica de 13 millones de euros en daños.

Los servicios técnicos municipales del Ayuntamiento de Calonge han obtenido estos datos estableciendo tres niveles de afectación de mayor a menor grado, tal y como se puede observar en el mapa adjunto.

Los Ayuntamientos de la Costa Brava catalana invierten en tecnología

Absis lleva a cabo los proyectos tecnológicos de Lloret de Mar, Castellón de Empuries y La Escala con el objetivo de mejorar la atención ciudadana

Poner a disposición de los ciudadanos la nueva tecnología para mejorar la atención y agilizar los trámites administrativos es el objetivo de los ayuntamientos de la Costa Brava que invierten en proyectos innovadores.

Todos estos ayuntamientos tienen una problemática común. Se puede concretar en el hecho que tienen un importante número de ciudadanos extranjeros que eligen estas poblaciones no solo como segundas residencias sino también para vivir todo el año. Son personas acostumbradas a utilizar herramientas tecnológicas para trámites municipales y para comunicarse con el ayuntamiento.

Especializada en el desarrollo de soluciones tecnológicas para la Administración Pública, Absis es la empresa catalana que se encarga de llevar a cabo los proyectos de los ayuntamientos de Lloret de Mar, Castellón de Empuries i la Escala.

Castellón de Empuries, La Escala y Lloret de Mar

Estos ayuntamientos han llevado a cabo, por un lado, una mejora de los procesos administrativos internos y por otro, una actualización de los canales de comunicación a los ciudadanos mediante la web como herramienta básica. El objetivo prioritario es poner en marcha una oficina de atención al ciudadano para conseguir y fidelizar un turismo de calidad y acercar las nuevas tecnologías a los ciudadanos.

Absis ha realizado una reingeniería de procesos y ha implantado un sistema de gestión de expedientes para conocer en tiempo real en qué fase de resolución se encuentran los expedientes y cuáles son los departamentos involucrados.

Los beneficios para los ciudadanos son, entre otros:

- Mejora del tiempo de respuesta por parte del ayuntamiento en todos los ámbitos.
- Ahorro de costes municipales.
- Ahorrar tiempo y desplazamientos a los ciudadanos.

Datos globales de los tres ayuntamientos

- Habitantes censados: 37.366
- Extensión: 106,2 Km²
- Población no censada: 60.000 (aproximadamente)



Noticias

SOKKIA SE INSTALA EN ESPAÑA

SOKKIA, compañía japonesa líder mundial en fabricación de instrumentos topográficos, ha decidido instalar una sede oficial en España. Con esta decisión, SOKKIA da solución y respuesta a los más de 8000 clientes que actualmente tiene en nuestro país, los cuales han quedado seriamente afectados por la decisión del Grupo Inland de rescindir su actual contrato de distribución con SOKKIA y así obtener los derechos de distribución de otra compañía.

Para garantizar la satisfacción de los Clientes y su asistencia técnica, SOKKIA realizará una gran inversión en el mercado español. Dicha inversión irá dirigida a crear una sólida red de distribución y talleres certificados de asistencia técnica. Por otro lado, la aparición de SOKKIA en

nuestro país permitirá a nuestros Clientes obtener un mejor servicio así como precios más competitivos, sin olvidar la calidad de los productos, aspecto que siempre ha caracterizado a SOKKIA.

SOKKIA espera con esta medida corresponder a todos aquellos Clientes que nos han demostrado fidelidad y confianza durante tantos años. «Es lo menos que podíamos hacer por todos ellos.

Pueden estar seguros que daremos todo para garantizar su seguridad y asistencia. Los Clientes no tienen porqué sufrir de los problemas de otros. Ellos nos han llamado y SOKKIA está aquí según su expreso deseo.». Según palabras del nuevo director general de SOKKIA España, Juan Carlos Bermejo.

DIRECCIONES DE INTERÉS

ApliCAD

Aplicaciones de CAD, CAM y GIS

www.aplicad.com
gis@aplicad.com

Valencia: Ronda Narciso Monturiol, 6 - Parque Tecnológico - Tel. 963134035
Castellón: C/ M^o Tereso González 26 Enfo. Tel. 964724870

Autodesk

Authorized System Center

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



-Geingeniería.

- Consultoría en Sistemas de Información.
- Soluciones SIG para la Administración.

E-mail: gis@summa-eng.com

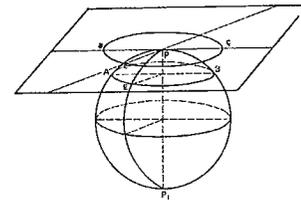
Passeig Pere III 19 08240 MANRESA Tel 93 872 42 00

Alquiler-Venta-Servicio Técnico-Certificación ENAC - Gabinete topográfico - Aplicaciones informáticas - Estación referencial GPS

S.T. LA TÉCNICA S.A.

C/ Juan de Austria 30-28010 Madrid
Tlf. 91 446 87 04-Fax 91 593 48 83
E-mail: comercial@latecnica.com
www.latecnica.com

ORDENAMIENTO AMBIENTAL EN TERRITORIOS URBANOS: EL CASO DE LA PROVINCIA CIUDAD DE LA HABANA (PROYECTO CAESAR)



José Mateo Rodríguez, Facultad de Geografía- Universidad de La Habana, Cuba
Peter Hasdenteufel, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München, Alemania
Thomas Ammerl, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München, Alemania
Yaima Arjona Cisneros, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana

RESUMEN:

Como parte del Proyecto sobre «Sostenibilidad Ambiental en la Provincia Ciudad de La Habana» (Proyecto CAESAR), que ejecuta un consorcio de universidades europeas y latinoamericanas, se ha elaborado una propuesta sobre el ordenamiento ambiental del territorio de la provincia. Dicha propuesta se basa en dos aspectos: la zonificación funcional (que se sustenta en las funciones sociales y productivas) y la zonificación ambiental (que se sustenta en las funciones ambientales que deberá cumplir cada unidad geocológica). Esta propuesta de planificación para el territorio urbano de la Provincia de Ciudad de La Habana, se distingue de otras ideas esbozadas por otros autores o instituciones, tanto por su concepción, como por los fundamentos en que se ha basado. En cuanto a la concepción, lo que ha sustentado la propuesta es la idea de incorporar la sustentabilidad ambiental a las diferentes unidades espaciales.

En cuanto a los fundamentos, la propuesta se ha basado, en la distinción y propiedades de las unidades geocológicas (paisajes naturales y culturales), sus potenciales, la situación ambiental dada por el estado y la degradación geocológica, y las tendencias de cambios y transformación de cada una de ellas. La propuesta, podrá no solo ser útil para la elaboración de ideas dirigidas al perfeccionamiento de la estructura espacial del territorio, sino que también podrá ser tenida en cuenta en la incorporación de lineamientos para el ordenamiento y la planificación física y territorial.

1.-Introducción:

Como parte del Proyecto sobre «Sostenibilidad Ambiental en la Provincia Ciudad de La Habana» (Proyecto CAESAR), que ejecuta un consorcio de universidades europeas y latinoamericanas, se ha elaborado una propuesta sobre el ordenamiento ambiental del territorio de la provincia.

El tema del Ordenamiento Ambiental, cobra cada vez más un significado relevante en las necesidades cada vez más urgentes de concretar el pensamiento ambientalista en instrumentos para la acción. Se trata de plasmar en ideas concretas la forma en que deberían usarse, transformarse y re construirse los sistemas naturales y sociales, reflejando paradigmas y criterios que muchas veces solo han tenido un abaratar crítico. El tema del Ordenamiento ha proveniendo de la planificación territorial, física o regional. Perneado en muchas ocasiones de sesgos tecnocráticos, ingenieriles

o arquitectónicos, penetra en el paradigma ambiental, con el deseo de construir imágenes que sirvan a la realidad de incorporar lo ambiental al accionar práctico. Como hacerlo, con que posiciones concretas, como operacionalizarlo, como plasmar en la realidad ideas a menudo abstractas, son reflexiones que han sido el hilo conductor, no solo de los debates, sino también de las críticas que ha experimentado el paradigma ambientalista.

El presente trabajo, trata de forma conciente de enfrentar estas dudas. Su objeto, la Provincia de Ciudad de La Habana, es un territorio complejo, lleno de marcas de cambios que reflejan los intentos de la sociedad de enrumbar su destino.

Más que todo la propuesta que se presenta, basada en criterios lo más rigurosos posibles en términos científicos, y en observaciones directas de campo, es el reflejo de un paradigma en el que lo ambiental se conceptúa de forma protagónica, a la hora de plasmar en el espacio, en el territorio ideas del equilibrio, la racionalidad y la sustentabilidad ambiental.

Han existido diversas propuestas, e intentos de ordenamiento territorial en Ciudad de La Habana. Hay que mencionar en primer lugar al Plan de Ordenamiento del territorio elaborado ya desde los años 60 del pasado siglo (IPF, 1973). Más recientemente los Planes de Ordenamiento realizados en los años 90 y alrededor del 2000 (DPPF, 1999; Alfonso y García, 2002;). Merecen mencionarse la Estrategia Territorial (GPDIC, 1998), la Estrategia Ambiental (UMA CH, 2002) y más recientemente el estudio sobre la situación ambiental (Fonseca et al 2002). Todos estos trabajos de una u otra forma analizan y tienen en cuenta la cuestión ambiental. Sin embargo, lo que distingue el presente trabajo de todas esas experiencias, es que en el mismo la cuestión ambiental, vista desde una dimensión geocológica y espacial es asumida como el punto de partida para proponer toda una estrategia para el ordenamiento territorial.

2.-Las unidades geocológicas como la base del Ordenamiento:

La base de la propuesta del Ordenamiento Ambiental, ha sido la distinción, clasificación y cartografía de las unidades geocológicas, plasmadas en un mapa a escala 1:100 000. Las unidades geocológicas, constituyen paisajes geográficos, que representan no solo totalidades naturales,

sino la forma en que la naturaleza ha sido moldeada por las sociedades en su devenir histórico.

Para la confección del mapa de unidades geocológicas de la Provincia Ciudad de La Habana, a escala 1: 100 000, se partió de considerar a las mismas como constituidas por la interacción y articulación dialéctica entre los paisajes naturales y los culturales. Responden no solo al tipo de uso de cada paisaje natural, sino a la forma concreta en que cada paisaje natural ha sido construido culturalmente, reflejando además las percepciones y capacidades de los grupos sociales que lo han formado. Para la elaboración del mapa de unidades geocológicas, se confeccionaron los mapas de paisajes naturales, y el de los paisajes culturales. (Mateo y otros, 1988; Álvarez 2003; Mateo et al 2003)

Por Paisaje Natural se consideró el conjunto de los componentes naturales (estructura geológica, relieve, clima, aguas, suelos, vegetación y mundo animal, que se interrelacionan de manera dialéctica en una determinada porción del espacio de la superficie terrestre. (Mateo, 2002) En el mapa a escala 1: 100 000, se distinguen un sistema de 4 unidades taxonómicas: región, sub región (en total 5), localidades (en total 10) y comarcas. (representándose las dominantes y características para cada localidad). La Provincia se distribuye en parte de la Región Físico Geográfica de las Llanuras y Alturas del Norte de La Habana. A pesar, de una relativa homogeneidad en las condiciones zonales y azonales, del predominio de las llanuras, la región físico - geográfica, en la cual se ha emplazado la ciudad de La Habana, se caracteriza por una amplia diversidad.

Constituye un mosaico complejo de espacios naturales, extendiéndose en un área relativamente pequeña. Por otra parte, es evidente la interrelación sistémica entre esos diversos espacios naturales.

El Paisaje Cultural: se considera como la morfología o forma del espacio. Refleja la forma en que las acciones humanas, que no sólo han modificado y transformado, sino también han construido y decorado morfológicamente el paisaje Manifiesta, no sólo las características naturales, sino en particular las expectativas, las racionalidades, los gustos estéticos y la forma de adaptarse al medio natural. Se determinaron 4 grandes categorías de paisajes culturales: paisajes urbanos residenciales, paisajes rurales, paisajes de obras ingenieriles y paisajes de áreas verdes naturales y semi naturales. Las mismas se dividieron en 20 tipos. Es evidente la diferenciación cultural de los paisajes de la ciudad.

Ésta ha respondido a la vida misma de la construcción social del espacio. Si bien se conservan relictos, y verdaderas manchas que responden a épocas pretéritas, desgraciadamente la tendencia es a la banalización y a la homogenización.

Las interrelaciones y las articulaciones entre los paisajes culturales con los naturales son muy diversas. Ellas encuentran su reflejo en la amplia gama de unidades geocológicas de los paisajes Se determinaron en total 103 unidades geocológicas, distinguidas cada una de ellas a partir de los localidades de los paisajes naturales. El análisis general de la formación y distribución de las unidades geocológicas en Ciudad de La Habana, permite afirmar

que un factor decisivo en su formación ha sido el emplazamiento de los paisajes urbanos. No obstante a ello, las condiciones naturales han incidido en la diferenciación de los paisajes urbanos de diverso tipo, y en particular en los paisajes vinculados con las actividades agropecuaria. Se ha notado, que cuando el uso no ha correspondido con el potencial natural, las transformaciones han conllevado a una pérdida de atributos de los paisajes naturales, y a la ocurrencia de procesos degradantes.

La propuesta de Ordenamiento Ambiental ha partido de 3 criterios básicos sobre los paisajes: el potencial y su uso: el estado y la degradación. (Mateo, 2003) Se considera así que las unidades geocológicas, como totalidades sistémicas, son portadores de valores, que aportan aptitudes. Al mismo tiempo, al experimentar los impactos humanos se caracterizan por determinadas modalidades de calidad (estado) y de deterioro (degradación).

3.-El potencial de los Paisajes

La combinación de recursos de los cuales son portadores cada una de las unidades geocológicas, se determino de acuerdo al potencial. Según Jessel et al. (2002), Kaule (2002), Marks et al. (1992) y Mateo (2002) se entiende por potencial la capacidad productiva del balance del paisaje para garantizar las distintas funciones de los sistemas ambientales y su uso sostenible. Es un conjunto de los posibles recursos, propiedades y funciones del paisaje natural. En la literatura se distingue entre funciones del paisaje y potenciales del mismo.

Esos términos se utilizan casi de forma sinónima. Ese estudio siguió el enfoque alemán, manteniéndose con el termino «potencial» que se refiere mas a los recursos económicamente explotables (MARKS et al., 1992).

Se determinaron d 5 tipos de potencial: el potencial para el hábitat, el agrícola, el turístico, el hidrológico y el de regulación natural. (Figura Numero 1)

Potencial agrícola	Potencial hidrico	Potencial de recreacion	Potencial de habitat
Pendiente	Depósitos superficiales	Existencia de recursos naturales	Calidad de las edificaciones
Profundidad efectiva	Precipitaciones	Existencia de recursos socio-historico-culturales	Existencia de la infraestructura urbana
Contenido de rocas, piedras y gravas	Escurrimiento	Existencia de recursos esteticos	Existencia de areas verdes
Textura	Aguas subterráneas explotables	Infraestructura existente	Vías de acceso
Gleyzación			Confort para el habitat
Salinización			
Erosión			
Humificación			

Figura Numero 1.- Indicadores utilizados para la evaluación de los potenciales naturales parciales.

En el caso de la Provincia Ciudad de La Habana fue difícil encontrar suficientes indicadores cuantitativas, tanto para las propiedades de los suelos en el caso del potencial agrícola, como para los valores socioeconómicos de los demás potenciales. Resultado de la discusión científica fue la elaboración de un esquema de indicadores adecuados para cada potencial y además de un esquema semi cuantitativo de puntos para su evaluación. En su aplicación el esquema resultó en la caracterización de los potenciales en 4 grados: sin o muy bajo (1 punto), bajo (2 puntos), medio (3 puntos) y alto (4 puntos). Según su importancia para el funcionamiento socioeconómico y socio ambiental de la Provincia Ciudad de La Habana se evaluaron los potenciales agrícola, recreativo, hidrológico y el potencial

de hábitat. En la tabla a continuación se presentan los indicadores de los 4 tipos principales de potencial.

4.-Estado y Degradación de los Paisajes:

Se considero al estado ambiental o geocológico como la situación geocológica del paisaje dado, determinado por el tipo y grado del impacto antropogénico, y la capacidad de reacción y absorción de los geosistemas (Mateo y Hasenteufel, 2003) Para la determinación del estado geocológico se tuvieron en cuenta los procesos geocológicos degradantes, que son consecuencia, o del reforzamiento de los procesos naturales, o constituyen un resultado directo de la acción antrópica. Están vinculados directamente con la secuencia de etapas de los niveles de degradación.(Arjona, 2003)

Los procesos geocológicos (naturales o de interacción), se consideran como problemas ambientales. Por problema geocológico o ambiental se entiende la combinación de los diferentes objetos de la racionalidad ambiental, que se manifiestan en los procesos que desarticulan la estructura y el funcionamiento de geosistemas naturales, teniendo como consecuencia, el dificultar el cumplimiento de las funciones socioeconómicas, y las deficiencias generales de sustentabilidad en los grupos sociales. Entre los procesos geocológicos naturales se pueden distinguir los siguientes: Erosión.; Afectaciones de los suelos, el agua, la vegetación, la costa y la carsificación.; pérdida de Biodiversidad; degradación de los pastos; degradación del suelo (pérdida del horizonte húmico, compactación, etc.); salinización; reducción del nivel de agua subterránea.

Entre los procesos geocológicos de interacción, formados por la influencia decisiva de la acción antrópica podemos encontrar: contaminación (del suelo, agua, atmósfera y sónica); alteración de los recursos hídricos. pérdida de la calidad visual de los paisajes.; degradación de la vegetación.; deterioro higiénico.

Se determinaron 4 grados de estado: estable, inestable, crítico y muy crítico. El estado estable es característico para las unidades menos impactadas. Abarca unidades donde predominan los matorrales, los bosques, los frutales y las áreas de recreación. Esas áreas se caracterizan por una alta favorabilidad para el cumplimiento de las funciones socio-económicas. Estas unidades exigen de que se mantengan monitoreos cuidadosos, para garantizar que no se deterioren.

El estado geocológico dominante en el territorio es el grado inestable, el cual abarca el 70 % del territorio. Ellas, se caracterizan por condiciones algo desfavorables para el cumplimiento de las funciones socio-económicas. En general, tienen un factor crítico (la costa, la vegetación, la erosión). Ocupan las áreas agrícolas, de pastos, y de urbanización de densidad media (repartos, autoconstrucción, Período Republicano).

El estado crítico, se caracteriza por varios factores en ese grado. Ocupan las áreas de densidad urbana relativamente alta (Centro Habana), o de ocupación relativamente caótica del espacio, como es el caso de Alamar, y áreas de uso industrial o de instalaciones (los alrededores de la Bahía, Rancho Boyeros, el Aeropuerto). Estas unidades exigen de medidas de protección, y parcialmente de rehabilitación. Exigen de medidas urgentes de protección y conservación, para que no avancen el estado inestable. En esta-

do muy crítico, son unidades, con varios factores en estado crítico. Son también unidades de condiciones naturales inestables (colinas, fondo de valles).

Abarca áreas industriales, antiguas áreas de pastos, ejes industriales (Cotorro, Rancho Boyeros). Estas unidades exigen de trabajos urgentes de rehabilitación.

La Degradación de los unidades geocologicas de los paisajes se define como la pérdida de atributos y propiedades sistémicas que deben garantizar el cumplimiento de las funciones geocológicas, y la actividad de los mecanismos de autorregulación.(Mateo y Hasdenteufel, 2003) En esta dirección, la degradación tiene un papel antagónico, provocada por la existencia de procesos geocológicos degradantes, que son aquellos vinculados al funcionamiento, ya que conducen a la alteración de los mecanismos de autorregulación, de la circulación de los flujos de EMI, y por consiguiente, a la pérdida de potenciales naturales y de la capacidad productiva de los sistemas. La degradación geocológica, es un atributo del funcionamiento sistémico de las unidades geocológicas. Se determinaron 4 grados de degradación: sin degradación, baja, media, alta.

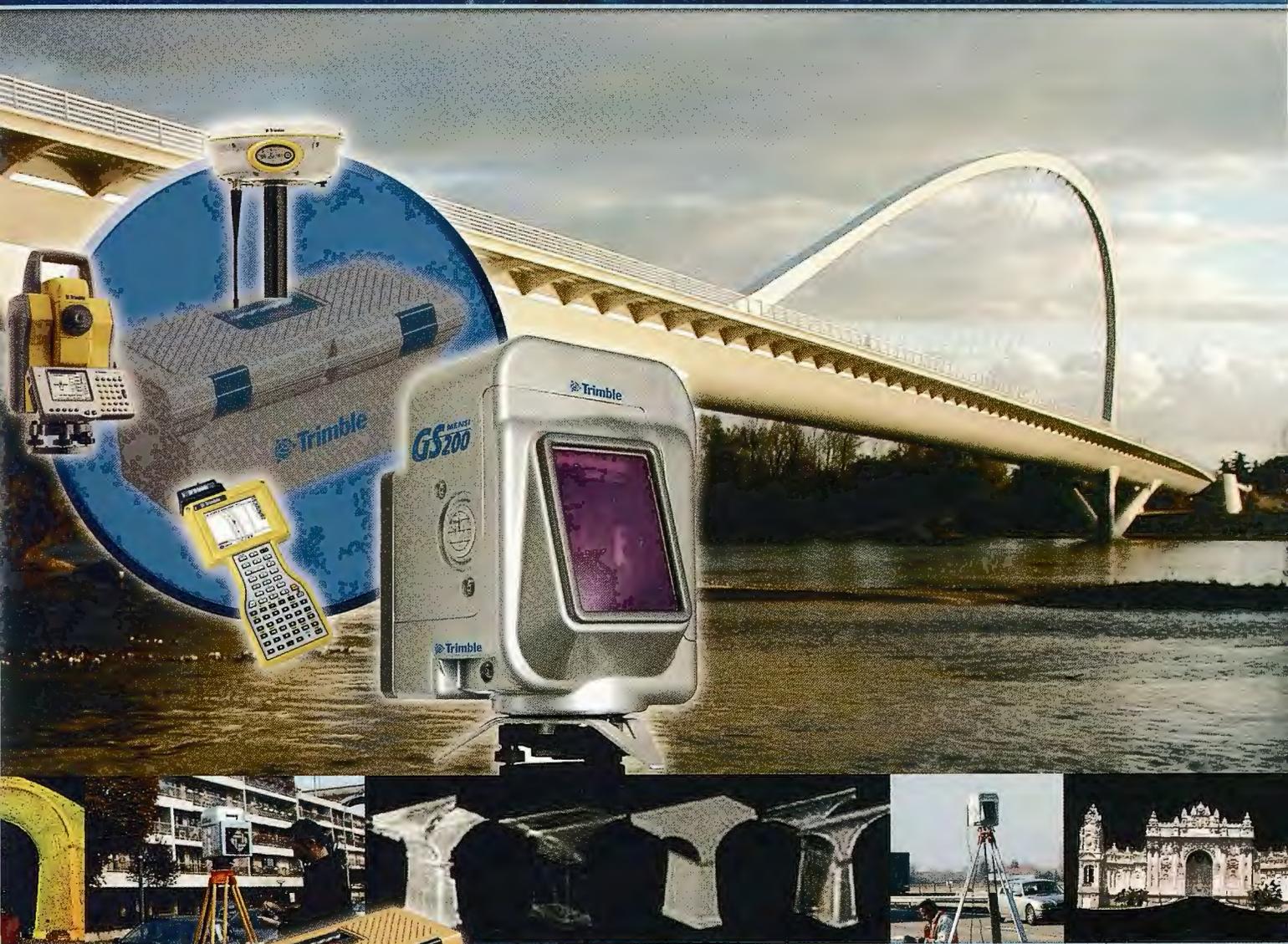
- Sin degradacion: No muestran índices de degradación, funcionando de manera similar a su estado natural, las unidades menos impactadas (áreas de recreación, plantaciones de frutales), y de condiciones geocológicas más estables (relieve poco inclinado, suelos profundos). Exigen de la conservación de sus relaciones naturales.

- Baja: Pequeña pérdida de los potenciales naturales y de la productividad original, lo cual puede mantenerse similar o incluso puede acrecentarse gracias al ingreso de energía externa. Los mecanismos que garantizan el funcionamiento y la autorregulación han experimentado algunas alteraciones, pero aún garantizan las bases de aseguramiento vital. Ocurren cambios notables de la estructura vertical, iniciando transformaciones en la estructura horizontal, manteniéndose aún la coherencia e integridad del sistema. Se manifiestan algunos procesos geocológicos destructivos de intensidad baja a media. Este grado ocupa la mayor parte del territorio (el 60 %). En estas unidades aún se conserva en lo general la capacidad de funcionamiento y autorregulación. Son las áreas generalmente ocupadas por pastos, cultivos, matorrales y áreas protegidas. Exigen de medidas de protección para evitar que continúe la degradación.

- Media: Apreciable pérdida de potenciales naturales originales y significativo decrecimiento de la productividad. Fuerte alteración de los mecanismos que garantizan el funcionamiento, la autorregulación y la regeneración de los sistemas, poniendo en peligro la coherencia, la integridad y las bases de aseguramiento vital. Se manifiestan varios tipos de procesos geocológicos de intensidad mediana a alta. Las unidades con degradación media, tienen afectada la estructura, la capacidad de funcionamiento y auto regulación. Prácticamente se encuentran en el límite de la reversibilidad, o sea, precisan de medidas urgentes para recuperar la capacidad de funcionar. Entre esas medidas estaría la reforestación, la recuperación de los sistemas estratégicos (fondo de valles de ríos, cabezadas). Ocupan áreas de urbanización relativamente densa (repar-

Una poderosa nueva incorporación al más productivo conjunto de soluciones de medición de la industria ...

MENSI 3D Láser escáners



Presentamos la más reciente incorporación a nuestra línea de soluciones de Topografía Integrada "toolbox" de Trimble, los sistemas de láser escáner MENSİ 3D ahora forman parte de la familia Trimble. Altamente avanzados y muy potentes. Los escáners MENSİ y el software RealWorks Survey v.4 le ofrecen versatilidad y productividad para realizar cualquier tarea que pueda plantearse hoy en día y al mismo tiempo le permitirán incrementar las oportunidades de negocio. Incorpore una de estas soluciones a su empresa y se sorprenderá de lo lejos que podrá llegar con ella.

TRIMBLE. SIEMPRE UNA GENERACION POR DELANTE.
Para conocer más detalles acerca de cómo las soluciones de medición MENSİ pueden ayudarle a ampliar sus posibilidades, visite: www.trimble.com/mensi

DISTRIBUIDOR EN ESPAÑA:

S&C
Geo-tecnologías

Santiago & Cintra Ibérica, S. A.
Calle José Echegaray, nº 4
P.A.E. Casablanca B5
28100 Alcobendas Madrid (España)
Tel. +34 902 12 08 70 - Fax. +34 902 12 08 71
www.santiagoecintra.es

MENSİ
A TRIMBLE COMPANY

Trimble
WWW.TRIMBLE.ES

tos, auto construcción), zonas industriales, áreas de pastos y matorrales).

- Alta: Pérdida total de los potenciales naturales. Decrecimiento completo de la productividad, completo de la productividad. Alteración total de los mecanismos que garantizan el funcionamiento, la autorregulación y la regeneración del sistema; la completa alteración de las estructuras horizontal vertical de la bases de aseguramiento vital. Se manifiesta una combinación de procesos geocológicos de diversos tipos de alta intensidad. Las unidades altamente degradadas, prácticamente han perdido su capacidad de funcionamiento y autorregulación. Exigen medidas de rehabilitación y recuperación de los sistemas. Abarcan áreas intensamente impactadas, tales como zonas industriales, y de almacenes en todos los ejes (alrededor de la bahía, Cotorro, Rancho Boyeros, Aeropuerto); incluye algunas unidades ocupadas por una urbanización densa o caótica.

Sobre la base del análisis combinado del estado y la degradación geocológica se determino la situación ambiental del territorio, en 5 grados:

- En estado estable sin degradación o con degradación baja, que ocupa aproximadamente el 15 % del territorio
- En estado inestable, sin degradación o con degradación baja, que ocupa aproximadamente el 45 % del territorio
- En estado inestable o critico, con degradación media o alta, abarcando el 20 % del territorio
- En estado critico, con degradación media, en un 10 %
- En estado muy critico, con degradación media o alta, abarcando el 10 %

5.- Modelo de Ordenamiento Ambiental propuesto:

Para la elaboración de las recomendaciones, se partió del análisis del modelo de desarrollo urbano, en dos escenarios, la situación actual (Figura Numero 2), y el modelo deseado en el cual se prevé la incorporación de la sostenibilidad ambiental (Figura Numero 3). Dicho análisis se basó en los siguientes criterios: grado de concentración espacial, tipo de ciudad, diversidad y expansión paisajística, difusión del equipamiento, potencial productivo, estado de las interfases naturales, y tipo de zonificación. (Mateo y Hasdenteufel, 2003).

Las recomendaciones propuestas, se dirigen a hacer de La Habana un territorio urbano sostenible que debería tener las siguientes características: concentrado espacialmente, limitándose el crecimiento urbano; implantación de una ciudad región multi nuclear paisajística mente diversa y singular con espacios y paisajes diferentes; con equipamiento equitativo; en el que se promoviera la producción ambiental por medio de la maximización del uso del potencial y se mantuvieran las interfases naturales-

Sobre esta base, se propone un modelo de desarrollo espacial que parte de las siguientes características: las condiciones geocológicas, la estructura físico - ambiental, el uso y el equipamiento existente; y los potenciales ambientales. Se parte por lo tanto, del análisis de las unidades geocológicas, determinadas por la articulación ente los paisajes naturales y culturales Todo ello para tratar de asegurar la incorporación de la sostenibilidad ambiental al territorio. Ello ha permitido diseñar dos propuestas de

zonificación: la funcional y la ambiental, mutuamente articuladas.

Expansión física:
Crecimiento excesivo del tejido urbano
Ciudad nuclear-centralizada:
Excesiva dependencia del intorno de la ciudad del centro, lo que genera el incremento de la movilidad urbana y el aumento de las tensiones en el centro de la ciudad
Homogenización paisajística:
Estandarres de aplicación generalizada, mediante la creación de espacios y paisajes homogenizados
Banalización paisajística:
Decrecimiento de la calidad paisajística original por la extensión del paisaje de autoconstrucción y de tugurios
Equipamiento diferenciado:
Concentrado en el centro de la ciudad, siendo de bajo nivel en las áreas periféricas
Subutilización del potencial productivo:
Provocada por el subuso del potencial agrícola y turístico por falta de movilización de recursos y de la no incorporación del valor agregado
Impacto intensivo de las interfases naturales:
Construcción urbana generalizada, que reduce y fragmenta los espacios naturales
Zonificación urbanístico funcional:
Centrar la atención en las tendencias de urbanización, partiendo de las características de las áreas residenciales, del equipamiento, el transporte y la red vial, convirtiéndose en un instrumento para las tomas de decisiones en lo referente a la estructura física y espacial del territorio

-Modelo sostenible
Concentración espacial:
Limitar el crecimiento urbano y reciclar la ciudad actual
Ciudad-región:
Ciudad multi-nuclear con áreas funcionales jerárquicas articuladas en polos y focos que forman un contexto regional espacialmente optimizado
Diversidad paisajística:
Diversidad ambiental y cultural, creando espacios y paisajes urbanos diferentes
Singularidad paisajística:
Incremento de la calidad y especificidad paisajística de cada espacio del territorio
Equipamiento equitativo:
Existente en toda la ciudad, que garantiza el cumplimiento de las funciones de todo el territorio
Producción ambiental:
Maximización del uso del potencial, incorporando medidas productivas adaptadas a las condiciones ambientales
Mantenimiento de las interfases naturales:
Sostenimiento de un sistema de espacios naturales y áreas verdes que permitan la existencia de sistemas ambientales estratégicos
Zonificación funcional y ambiental:
Creación de un modelo de desarrollo espacial, que parte de las condiciones geocológicas, de la estructura físico-ambiental, el uso y el equipamiento existente, y los potenciales ambientales, tratando de asegurar la incorporación de la sustentabilidad ambiental al territorio

Fig. Numero 2.- Modelos de desarrollo urbano de Ciudad de La Habana. Situación actual

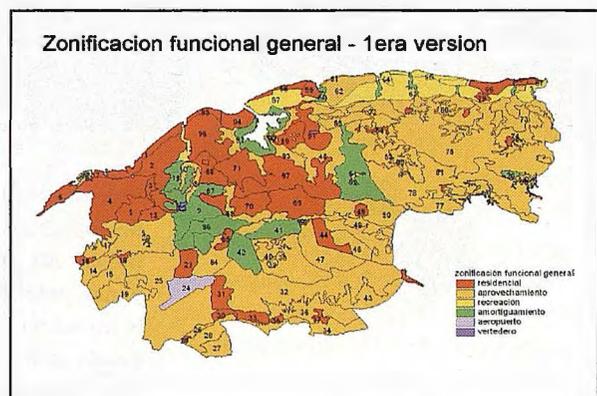


Fig. Numero 3.- Modelo de Desarrollo Sostenible Propuesto para Ciudad de La Habana.

En la zonificación funcional se determinan la función social y productiva que deberá cumplir cada unidad geocológica. Se determinaron los siguientes 9 tipos funcionales:

enfrentarse a un desafío



Somos líderes de mercado en automatización y guiado de Maquinaria, desde los sistemas 2D hasta los equipos 3D con estaciones robotizadas o GPS. Nuestro catálogo de productos nos permite dar soluciones de principio a fin de obra, optimizando el trabajo y la producción de todas las máquinas, consiguiendo así incrementos en la producción y en la calidad de ejecución. Somos también pioneros en soluciones para Agricultura de Precisión.

- Construcción
- Topografía
- Control de Maquinaria
- Agricultura
- GIS

Control de Maquinaria y Agricultura



La fuerza de un grupo

INTRAC • ISIDORO SÁNCHEZ • LASER RENT • GEOTRACK

bosques y áreas naturales; agricultura de baja intensidad; pastos; agricultura de alta intensidad; turismo; turismo en combinación con otros usos; residencial; aprovechamiento hídrico; industria y equipamiento.

En la zonificación ambiental se determina la función geocológica (ambiental) que deberá cumplir cada unidad geocológica, y que deberá asegurar la implantación de la zonificación funcional propuesta. Se determinaron los siguientes 7 tipos: conservación, amortiguamiento, mejoramiento, aprovechamiento, proyección, rehabilitación y restauración.

La propuesta de zonificación, se sostiene en un conjunto de ideas fundamentales acerca de cómo llevar a cabo el ordenamiento territorial, que se sintetizan en 4 aspectos fundamentales:

•Uso Agrario: De acuerdo con la malla del paisaje y con la sostenibilidad ecológica, basándose en la existencia actual de infraestructuras y con la participación social. Implicaría en particular la consolidación de las áreas de uso agrícola intensivo en las unidades de alto potencial agrícola, la implantación de agricultura orgánica en la cuenca de Vento, la potenciación de la agricultura en parcelas en la parte oriental; y potenciar el usufructo en los potreros para controlar el marabú y coadyuvar a la restauración de las áreas de pasto. Se aceptaría la agricultura en zonas urbanas de acuerdo a determinadas normas ambientales.

•Uso Urbano: Limitar las áreas residenciales a los espacios densamente poblados y construidos Mejorar, Rehabilitar o restaurar en dependencia del estado ambiental Promover la creación de varios centros y ejes multi funcionales para reequilibrar el área urbana Rescatar la singularidad paisajística y el patrimonio construido en los centros que se propongan. •Conservación Aplicar la conservación no solo en los recursos bióticos, sino implementar bosques y áreas naturales, en vinculación con la conservación del paisaje natural y cultural y la protección contra los procesos degradantes. En este sentido, revisar el sistema de áreas protegidas, vinculadas a la incorporación de la sostenibilidad en el Territorio, haciendo énfasis en la elaboración y puesta en marcha de los Planes de Manejo Crear áreas de protección en todos los embalses. Y en los centros, ejes y fajas industriales y vertederos •Ordenación espacial: Crear una faja de amortiguamiento alrededor de la ciudad, con bosques, frutales y pastos. Crear un corredor turístico a lo largo de la faja del litoral norte. Promoviendo un uso turístico en otros espacios como núcleos rurales en combinación con otros usos. Y crear una faja de protección y restauración alrededor de la bahía.

Para llegar a esta propuesta, se ha utilizado las siguientes informaciones básicas:

•Análisis de la relación entre el uso y los potenciales agrícola, hídrico y turístico •Determinación de 13 tipos de tendencia del uso ambiental de cada una de las unidades geocológicas •Determinación y categorización en 4 tipos del potencial de hábitat •Determinación y categorización en 4 tipos del potencial de regulación natural •Determinación para cada unidad geocológica del estado ambiental Cada una de estas informaciones, recogidas, en lo fundamental mediante trabajo de campo, y compatibilizada con

informaciones bibliográficas, cartográficas y de fondo, ha sido compilada y analizada, tratándose de tener una visión integral para cada unidad en particular, y para el territorio de la provincia en su conjunto.

6.- Consideraciones Finales:

De tal manera, para poner en ejecución las ideas sobre el Ordenamiento Ambiental propuesto, se sugiere tener en cuenta los siguientes planteamientos:

En cuanto al uso agrario:

•Llevarlo a cabo de acuerdo con la malla del paisaje y con la sostenibilidad ecológica y con la participación social y con las infraestructuras reales •Agricultura urbana en zonas urbanas y cumplir las normas ambientales establecidas •Dedicar los suelos de alta potencial para zonas agrícola de uso intensivo •Dedicar la cuenca de Vento a la agricultura orgánica •En el este h potenciar la agricultura en parcelas • Potenciar el uso en los potreros de la zona este para controlar el marabú

En cuanto al Uso Urbano:

•Limitar las áreas residenciales a los espacios densamente poblados y construidos •Mejorar, Rehabilitar o restaurar en dependencia del estado ambiental •Promover la creación de varios centros y ejes multi-funcionales para reequilibrar el área urbana • Rescatar la singularidad paisajística y el patrimonio construido en los centros que se propongan.

En cuanto a la Conservación:

•Revisar el sistema de áreas protegidas, vinculados al aprovechamiento ,haciendo énfasis en la elaboración y puesta en marcha de los planes de manejo •Aplicar la conservación no solo en los recursos bióticos, sino implementar bosques y áreas naturales, en vinculación con

- la conservación del paisaje natural y cultural
- la protección contra los procesos degradantes

•Crear áreas de protección en todos los embalses

•Crear áreas de protección en los centros, ejes y fajas industriales y vertederos

En cuanto al Ordenamiento Espacial:

•Crear un corredor turístico a lo largo de la faja del litoral norte •Crear una faja de protección y restauración alrededor de la bahía

•Crear una faja de amortiguamiento alrededor de la ciudad, con bosques, frutales y pastos •Promover un uso teístico en otros espacios tales como núcleos rurales en combinación con otros usos

7.-Bibliografía:

- ALVAREZ, A. - Paisajes Culturales de Ciudad de La Habana, Tesis de Maestría, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, 2003, 128 pgs.
ARJONA, Y. Estado y degradación de los Paisajes de Ciudad de La Habana; Tesis de Diploma, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, 2003, 124 pgs.
ALFONSO PÉREZ, A. A. GARCÍA PADRÓN. - Lo esencial en el nuevo esquema de la Ciudad de La Habana: Planificación Física; Revista de Ordenamiento territorial y Urbanismo; Num.1, 2002, pp.68 - 78
DIPF. CIUDAD DE LA HABANA. - Plan Director de la Ciudad de La Habana. DIPF, Ciudad de La Habana, 1999
FONSECA, C. GOICOECHEA, G. J. HERRERA. - Informe. Estado del Medio Ambiente en la Ciudad de La Habana. Cuba 2002; CITMA, Ciudad de Las Habana. (Publicación digital en disco compacto), 2002, 202 pgs.
GRUPO PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA CAPITAL. - Una Estrategia para La Habana; 1998, 14 pgs.
INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN FÍSICA. - La Habana Metropolitana. Un instrumento para el desarrollo de Cuba Socialista; Arquitectum . Cuba; No.1, 1973, pp. 3 - 73
JESSELB, TOBIAS, K. Ökologisch orientierte Planung. UTB, Stuttgart, 2002, 387 pgs.
KAULE, G. Umweltsplanung. UTB, Stuttgart, 2002, 467 pgs.
MARKS, R., MÜLLER, M., LESER, H., KLINK, H. J. (1992): Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes (BA LV). Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Band 229, Zentralausschuss für Deutsche Landeskunde, Trier: (Selbstverlag), pp. 98 - 123
MATEO, J. - Geocología de los Paisajes; Texto Básico, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, (en prensa), 2002, 345 pgs.
MATEO, J. - Planificación Ambiental; Texto Básico, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (en prensa), 2003, 178 pgs.
MATEO, J., XARJONA, PHASDENTEUFEL, A., ALVAREZ, M. BOLLLO. - Informe del deliverie número 5 del Proyecto CAESAR. Mapa de las Unidades Geocológicas del Paisaje; Proyecto CAESAR, Universidad de La Habana, 2003, 23 pgs.
MATEO, J., PHASDENTEUFEL. - Informe sobre el deliverie 13 del Proyecto CAESAR; Proyecto CAESAR, universidad de La Habana, 2003, 16 pgs.
MATEO, J. Y OTROS. - Mapa de Paisajes de La Habana y Ciudad de La Habana; Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, 1988, 2 hojas. UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE DE CIUDAD DE LA HABANA. - Estrategia Ambiental Provincial; 2002, 24 pgs.

entregar lo mejor de uno mismo



Ponemos a su alcance toda una línea de productos resistentes, probados en campo, soluciones ideales con el soporte adecuado: desde los clásicos aparatos topográficos a las más sofisticadas estaciones, sistemas de Medida Industrial, Giróscopos, software para controladoras y de gabinete, y los nuevos sistemas de Laser Scanner.

- Construcción
- Topografía
- Control de Maquinaria
- Agricultura
- GIS

Topografía



La fuerza de un grupo

INTRAC • ISIDORO SÁNCHEZ • LASER RENT • GEOTRACK



Noticias

Autodesk apuesta por el mundo del código abierto para potenciar sus soluciones GIS

A través de la creación de la Fundación MapServer y del desarrollo de una plataforma Web MAPPING de código abierto para aplicaciones geoespaciales en entornos Linux y Windows.

Comprometiéndose con el impulso de las tecnologías de Web Mapping de Código Abierto, Autodesk (NASDAQ:ADSK) ha decidido dar a conocer el código de MapServer Enterprise, su nueva plataforma de Web Mapping. Esta decisión coincide con la creación de la Fundación MapServer (<http://www.mapserverfoundation.org>), una organización independiente sin ánimo de lucro con la misión de respaldar y promover el Web Mapping de Código Abierto y cuyos socios fundadores son: la Junta Rectora Técnica de MapServer, la Universidad de Minnesota (USA), DM Solutions Group y Autodesk.

Según afirma Chris Bradshaw, Director de la División de Soluciones para Infraestructuras de Autodesk, «la decisión de contribuir a la comunidad el código abierto refleja el deseo de nuestros clientes de obtener innovaciones más rápidas, nuevas versiones del producto con mayor frecuencia y una reducción del coste total por ser titular de una licencia. Además desde Autodesk nos comprometemos a garantizar que la tecnología Web Mapping de código abierto se desarrolle y sea adoptada por la creciente comunidad geoespacial y por el mercado en general».

MapServer Enterprise

MapServer Enterprise permitirá a los desarrolladores crear e implantar rápidamente valiosas aplicaciones espaciales. A través del uso de las herramientas de desarrollo más actuales, como son PHP, .NET y Java, se podrán construir con gran rapidez potentes soluciones para los entornos de servidores Windows y Linux. Los desarrolladores también podrán publicar vistas espaciales de forma interna (intranet y extranet) o en Internet, o bien utilizar la tecnología de visualización DWF de Autodesk para trabajar sin conexión. Las aplicaciones construidas usando MapServer Enterprise proporcionarán a los usuarios un método más

veloz y flexible de consultar, analizar y visualizar información espacial. Asimismo, Autodesk tiene la intención de ofrecer en 2006 una versión comercial del producto, denominada Autodesk MapServer Enterprise, así como un entorno de personalización, Autodesk MapServer Studio, que gestione la recopilación de datos geoespaciales y la preparación de la información para su distribución.

MapServer Enterprise es un producto con licencia GNU Lesser General Public License (LGPL). A partir de hoy habrá un avance del código fuente de MapServer Enterprise en la MapServer Foundation (Fundación MapServer). El sitio Web de este proyecto permitirá aportaciones al código, así como notificaciones de errores, listas de distribución y foros. Como parte de esta iniciativa, Autodesk también hará público el código fuente para su tecnología de FDO (objetos de datos de elementos), que constituye una potente interfaz de programación de aplicaciones para acceder a cualquier tipo de información espacial. Autodesk aportará cerca de doce «proveedores» de FDO al proyecto de código abierto, incluidos WFS, WMS, ODBS, MySQL y SHP.

Steve Lime, creador de MapServer y presidente de la Junta Rectora Técnica de MapServer, ha afirmado: «la entrada de Autodesk en el mundo del código abierto valida el trabajo realizado por la comunidad de MapServer y, en realidad, por todos los que trabajan en proyectos geoespaciales de código abierto. Es evidente que el código abierto es tanto el presente como el futuro de la tecnología geoespacial. La Fundación MapServer es el siguiente paso lógico para MapServer y espero ver cómo crece esta comunidad».

El sitio Web de la Fundación MapServer también presenta la plataforma original de MapServer, la principal plataforma de Web Mapping de código abierto del mundo con más de 10.000 descargas mensuales. Más adelante MapServer pasará a llamarse MapServer Cheetah con el fin de diferenciarlo de MapServer Enterprise.

DM Solutions Group, el principal responsable comercial del desarrollo de MapServer, reconoce la importancia de la contribución de Autodesk a la Fundación MapServer y de su compromiso con ella.

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, y América: US\$ 120.

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

Ciudad C.P. Provincia

la fuerza de un grupo



“Cada paso al frente es para mejorar: desde ahora INLAND incorpora la distribución en exclusiva de la prestigiosa marca TOPCON”

- Construcción
- Topografía
- Control de Maquinaria
- Agricultura
- GIS

TOPCON, la mayor compañía en el mundo en fabricación y distribución de instrumentos de posicionamiento, ofrece una completa gama de productos de alta tecnología para aplicaciones topográficas, GPS, láser, construcción y control de maquinaria, con la que esperamos dar la mejor respuesta a sus necesidades.

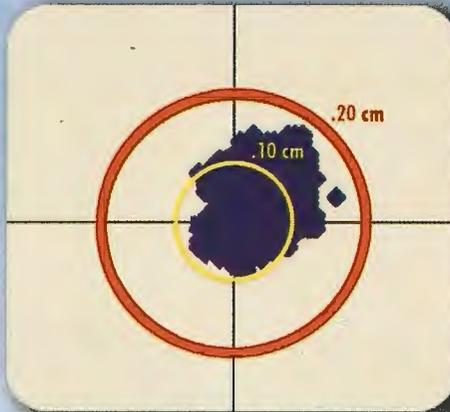
DISTRIBUIDORES EN EXCLUSIVA DE



INTRAC • ISIDORO SÁNCHEZ • LASER RENT • GEOTRACK

AV. DE LA INDUSTRIA, 35. 28760 TRES CANTOS (MADRID) • APARTADO DE CORREOS 63 • TEL: 902 103 930 • FAX: 902 152 795

SERVICIO STARFIRE



Posicionamiento decimétrico Global en Tiempo Real

Servicio Starfire.

La red Starfire es el primer Sistema Avanzado Global de Posicionamiento basado en satélites capaz de ofrecer en tiempo real posiciones autónomas con precisiones decimétricas. Las soluciones obtenidas no están condicionadas a la distancia que separa el receptor de una estación de referencia. El sistema siempre ofrece la posibilidad de utilizar el Servicio Starfire de forma global, en cualquier lugar del mundo.

Metodología.

La Metodología Starfire es una solución avanzada de los sistemas anteriores de correcciones diferenciales pues considera de forma independiente los errores de cada uno de los satélites utilizados. Las correcciones del reloj y de sus órbitas se calculan a partir de la red de seguimiento global de estaciones de referencia. Estas estaciones utilizan receptores de doble frecuencia. Las correcciones se transmiten directamente a los receptores Starfire vía satélite Inmarsat. Con ello se consigue una mínima latencia de los datos y una operación general en todo el mundo, entre los paralelos 75° Norte y Sur. Todos los receptores Starfire utilizan receptores GPS de doble frecuencia, que calculan el modelo ionosférico para cada satélite. Los retrasos de los zenit troposféricos se calculan mediante un modelo específico de la hora y de la posición, que emplea observaciones redundantes para asegurar los resultados.

Fiabilidad.

La fiabilidad en el posicionamiento continuo se consigue mediante el uso de redes duplicadas de comunicaciones, centros de proceso de datos geográficamente separados y duplicando todo el equipamiento para el envío de las correcciones a los satélites. El sistema es por construcción muy robusto y posee la habilidad de calcular un conjunto completo de correcciones diferenciales, incluso aunque más de una estación de referencia quedara inoperativa.

Aplicaciones.

Los receptores GPS Starfire están disponibles en diversas configuraciones; receptores completamente integrados ó sistemas modulares. Algunas de las aplicaciones que se pueden beneficiar del rendimiento, precisión y disponibilidad de este servicio incluyen:

- › Topografía
- › Hidrografía
- › Fotogrametría Aérea
- › GIS
- › Cartografía
- › Agricultura precisión
- › Control de Maquinaria

Información adicional disponible previa petición.

Grafinta

Avda. Filipinas, 46

28003 Madrid

Tfo. 91 5537207

Fax 91 5336282

E-mail grafinta@grafinta.com



NCT-SF-Net/030806-3