

Revista Internacional de Ciencias de la Tierra

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

MEDIO AMBIENTE

TELEDETECCIÓN

CARTOGRAFÍA

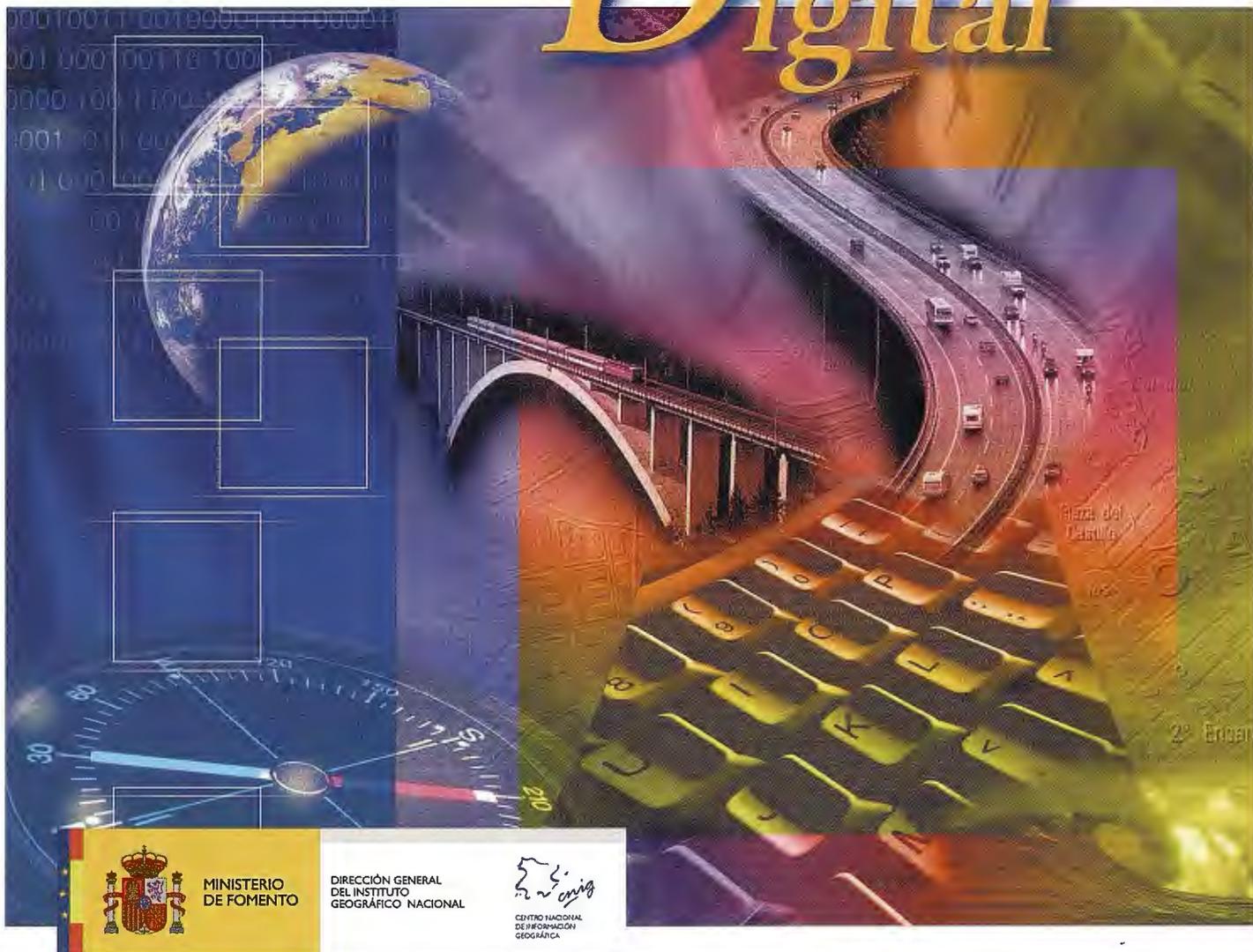
CATASTRO

TURISMO



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Cartografía Digital



MINISTERIO
DE FOMENTO

DIRECCIÓN GENERAL
DEL INSTITUTO
GEOGRÁFICO NACIONAL

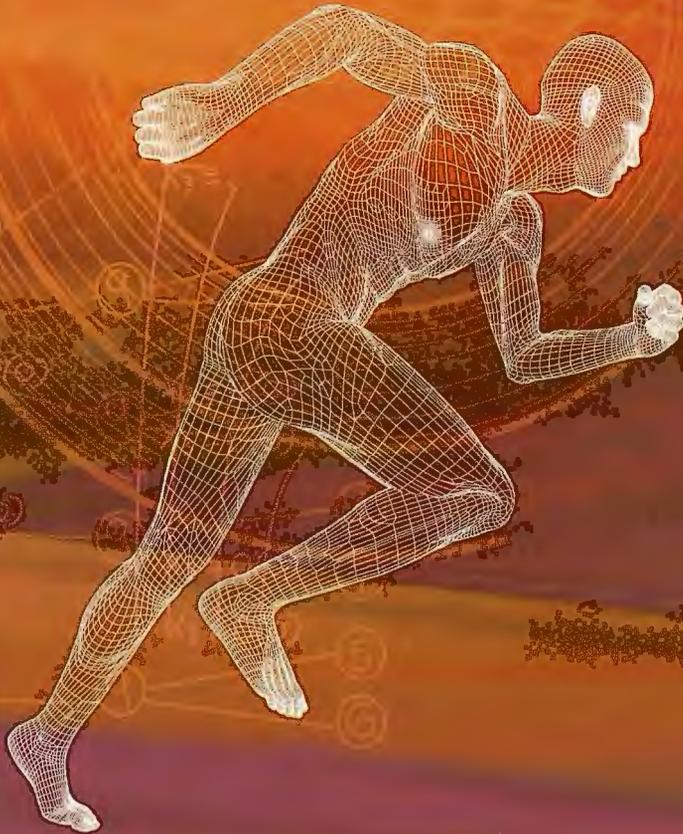


CENTRO NACIONAL
DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA

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,
FOTOGRAFÍA AÉREA, MAPA POLÍTICO DE EUROPA,
MAPA POLÍTICO DEL MUNDO, CALLEJEROS Y OTROS PRODUCTOS.

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

¡Simplemente el mejor!



- 2.000 m de alcance sin prisma
- Tecnología superior de auto seguimiento y rápida localización
- Plataforma Windows CE – fuente abierta a desarrollar sus aplicaciones
- Gran alcance de comunicación

It's time.



Serie GPT-9000A

La más rápida tecnología de scanning robótica

www.topcon.es
www.inland.es

M A P P I N G

COMITE CIENTIFICO

PRESIDENTE DE HONOR:

D.Rodolfo Nuñez de la Cuevas

EDITOR JEFE.

D.José Ignacio Nadal Cabrero

EDITOR:

D. Andres Seco Meneses

Universidad Pública de Navarra, España

MIEMBROS.

D. Javier González Matesanz

Instituto Geográfico Nacional, España

D.Benjamín Piña Paton

Universidad de Cantabria, España

D. Andrés Diez Galilea

Universidad Politécnica de Madrid, España

D.Stéphane Durand

École Supérieure de Géomètres

Et Topographes, Le Mans, Francia

Dña. Emma Flores

Instituto Geografico, El Salvador

Dña.Tatiana Delgado Fernández

Grupo Empresarial Geocuba, Cuba

D. Luis Rafael Díaz Cisneros

Cesigma, Cuba

Dña. Sayuri Mendes

Instituto de Geografía Tropical, Cuba

Dña.Rocío Rueda Hurtado

Universidad de Morelos, México

Dña. Maria Iniesto Alba

Universidad de Santiago, España

Dña.Cleópatra Magalhaes Pereira

Universidad de Oporto, Portugal

D. Javier García García

Instituto Geográfico Nacional, España

D. Jorge Delgado García

Universidad de Jaen

SUMARIO

6 DEL ALMACÉN A LA WEB: LAS COLECCIONES DIGITALES DEL ICC

12 CONSTRUYENDO EL SISTEMA CARTOGRÁFICO DE ANDALUCIA: EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN, SU ALCANCE Y CONTENIDOS

18 POEX: PRIMERAS EXPERIENCIAS EN EL CONTROL DE CALIDAD DE ORTOFOTOS DE LA COMUNIDAD DE EXTREMADURA

26 EL CONOCIMIENTO DE LA SEQUIA FORTALECE LAS ESTRATEGIAS CUBANAS

32 COMUNICACIÓN GPRS Y NTRIP EN PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL GRPS & NTRIP COMMUNICATION IN CIVIL PROJECTS

38 CARTOGRAFIADO CON GPS Y MODELADO TRIDIMENSIONAL DE SUELOS CONTAMINADOS POR DIESEL EN SAN LUS POTOSÍ (MÉXICO)

42 PROYECTO AGRINOVA: DESARROLLO DE UN VISOR CON MAPSERVER-KAMAP PARA EL ESTUDIO Y GEORREFERENCIACIÓN DE PARCELAS AGRÍCOLAS

49 PERITO MORENO, UN TOPÓNIMO ARGENTINO DE HONRA A LA TOPOGRAFÍA

52 " SINERGIAS Y COSTES DE OPORTUNIDAD PRODUCIDAS POR LA REUBICACIÓN DEL AEROPUERTO DE QUITO: UN ESTUDIO PRELIMINAR DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL URBANISMO COMERCIAL"

66 DESARROLLO METODOLÓGICO PARA LA SIMULACIÓN HIDROLÓGICA DE CAUDALES DE ESTIAJE CON EL SIG SEXTANTE

80 ALGUNAS APLICACIONES DEL CATASTRO NACIONAL CON INTERÉS AGROPECUARIO

94 FORMULAS DE LA FOTOGRAMETRIA ANALITICA EN EL DISEÑO DE RELOJES DE SOL

Foto Portada: Imagen panorámica del Glaciar Perito Moreno (Argentina) cedida por D. Mario Ruiz Morales **Edita:** Revista Mapping, S.L. **Redacción, Administración y Publicación:** C/Hileras,4 Madrid 28013 - Tel. 91 547 11 16 - 91 547 74 69 www.mappinginteractivo.com. E-mail: mapping@revistamapping.com **Diseño Portada:** R & A MARKETING **Fotomecánica:** P.C. **Impresión:** COMGRAFIC **ISSN:** 1.131-9.100 **Dep. Legal:** B-4.987-92.

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

SOKKIA

DITAC



GSR2700 ISX

TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA



ESTACIÓN TOTAL ROBOTIZADA
SERIE SRX

CONFIANZA, INNOVACIÓN, SATISFACCIÓN. . . SENSACIONES QUE

ENCONTRARÁ EN EL NUEVO PROYECTO DE

SOKKIA ESPAÑA

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

info@sokkiaditac.es
www.sokkiaditac.es

DEL ALMACÉN A LA WEB: LAS COLECCIONES DIGITALES DEL ICC

MONTANER GARCIA, M^o CARME - CAP DE LA UNITAT DE LA CARTOTECA DE CATALUNYA.
ROSET ARISSÓ, RAFAEL - RESPONSABLE DE CARTOTECA DIGITAL.

Resumen:

En octubre de 2007 la Cartoteca del Institut Cartogràfic de Catalunya puso online 5.000 mapas y fotos antiguas, libres para consulta y descarga pero con restricciones de uso, correspondientes a la digitalización de sus fondos antiguos. Era la culminación de un plan de digitalización empezado años antes y el inicio de una nueva cartoteca digital que va incrementando continuamente los fondos disponibles en la red.

Palabras clave: cartografía, cartography, cartoteca, map library, colecciones digitales, digital collections, mapas antiguos, antique maps.

1. INTRODUCCIÓN

El Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) cuenta, desde 1985, con una Cartoteca pública dedicada a recopilar cartografía antigua y moderna no sólo de Cataluña y del resto de España, sino también de todo el mundo. Uno de los objetivos, desde su fundación, ha sido poner a disposición del público mapas antiguos, tanto originales como facsímiles, y mapas modernos con una especial atención a la cartografía topográfica oficial a distintas escalas que van del 1:25 000 al 1:500 000 y más. En estos casi veintitrés años de funcionamiento, más de 300 000 hojas cartográficas que cubren todo el mundo, avalan este objetivo y ofrecen un servicio público en nuestra sede de Montjuïc en Barcelona. Esta documentación cartográfica se ha ido completando con una biblioteca técnica, un fondo de fotografías convencionales y diversos fondos documentales relacionados con temas territoriales. Toda la información puede localizarse a través de nuestros catálogos e inventarios consultables en internet: www.icc.cat/cartoteca. Un punto y a parte lo constituye la fototeca con más de 340.000 negativos de fotografías aéreas verticales, una parte significativa de los cuales está digitalizada.

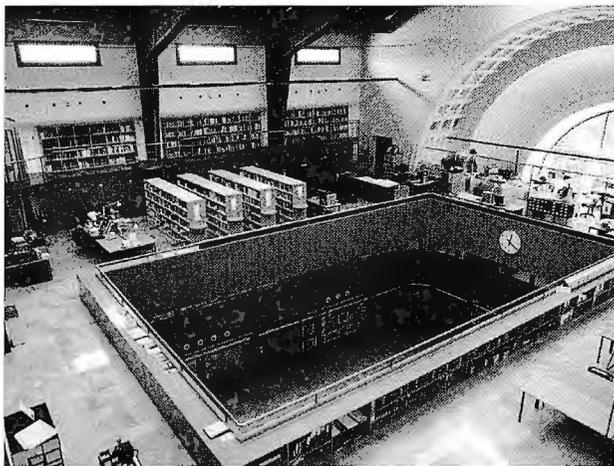


Figura 1: Instalaciones de la Cartoteca en la sede del ICC en Barcelona. En primer término está la sala de consulta pública. Al fondo, el escáner Metis al lado de la biblioteca técnica. El ICC ocupa un edificio construido con motivo de la Exposición Internacional de 1929 en la falda de Montjuïc.

Las nuevas tecnologías también han entrado con fuerza en el mundo de las cartotecas. Los catálogos automatizados de bibliotecas permitieron, sobretudo a partir de la década de 1980, la descripción de la documentación cartográfica dentro de los estándares bibliotecarios (Ibermarc, Catmarc) con adaptaciones específicas para el material cartográfico (ISBD (CM)). A inicios del siglo XXI, los avances en técnicas de digitalización, están revolucionando el mundo de las cartotecas. La visualización de cartografía digitalizada a través de Internet, está transformando las posibilidades de búsqueda, visualización y obtención de reproducciones de los usuarios. La visualización del mapa hace obvias las descripciones de determinados contenidos, tan habituales en los catálogos clásicos. De hecho, el mapa digital también se ha convertido en un campo de descripción dentro de los catálogos georeferenciados como base de situación y localización geográfica de cualquier elemento descrito. La irrupción y éxito de Google maps es el mejor ejemplo.

En el ICC, aunque las técnicas de digitalización entraron muy pronto a formar parte de los procesos de producción de cartografía, éstas no empezaron a aplicarse a su Cartoteca hasta inicios del año 2003. Este año, desde la Cartoteca empezaron a definirse los parámetros de digitalización, los flujos de producción, las nomenclaturas, los almacenes digitales, etc. que habrían de permitir dar los primeros pasos en el proyecto de digitalización de sus fondos. Unas primeras pruebas con un escáner DinA3 y unos primeros mapas escaneados con un escáner de rollo, nos permitieron iniciar un lento proceso que año en año iría en aumento. Éste mismo año, se pusieron en Internet las primeras imágenes de mapas digitalizados y al año siguiente, se añadieron URL a las fichas de catalogación de mapas del catálogo colectivo impulsado por el CBUC (Consorci de Biblioteques Universitàries de Catalunya) - en el cual participa la Cartoteca del ICC- y que permitió visualizar, desde esta plataforma, algunos mapas antiguos de Catalunya.

El 2007 ha sido el año de la consolidación del proyecto de digitalización de la Cartoteca en dos sentidos: en la captura de datos y en la visualización a través de la web. A principios de año, se dotó la Cartoteca con un escáner Metis DRS2A0, que permite escanear documentos de 60x90 cm. a 600 ppi hasta documentos de 120x180 cm. a 300 ppi. Este escáner de luz fría incorpora una mesa de presión que permite digitalizar sin arrugas mapas planos sin perjudicar el original, y su adquisición fue posible gracias a una subvención concedida en el año 2006 por la Secretaria de Telecomunicacions i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya. De esta manera desaparecían los

problemas de formato y manipulación para una parte muy significativa de los fondos antiguos de la Cartoteca, en relación con el proceso de digitalización.



Figura 2: Equipo de digitalización Metis DRS2A0 del ICC, con capacidad para digitalizar originales de hasta 120x180 cm a 300 ppi.

En cuanto a la visualización, la adquisición de la aplicación ContentDM, producto de la empresa americana Dimema, ahora integrada en OCLC (una organización sin fines de lucro dedicada a facilitar el acceso a la información del mundo y reducir el ritmo de aumento de los gastos de la biblioteca) nos permitió poner a disposición de los usuarios a través de Internet, a finales del mismo año 2007, más de cinco mil imágenes con funciones de zoom y con campos de búsqueda alfanuméricos. Desde febrero de 2008, las imágenes pueden ser descargadas a alta resolución sin coste alguno. Podemos afirmar que la Cartoteca digital del ICC se ha puesto definitivamente en marcha.

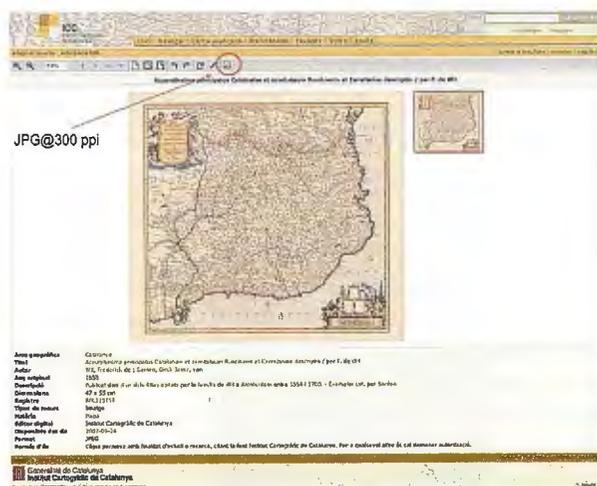


Figura 3: Todos los documentos cartográficos de la Cartoteca digital del ICC pueden descargarse gratuitamente a alta resolución. Sólo hay que pedir permiso para su utilización pública i/o comercial.

2. LOS CONTENIDOS DE LA CARTOTECA DIGITAL

Desde la web del ICC (www.icc.cat) se accede directamente a la página de la Cartoteca que está encabezada por la Cartoteca digital. Dada la gran cantidad de documentos y en espera de una futura georeferenciación, se han organizado colecciones temáticas, estructuradas básicamente en áreas geográficas:

Cada una de estas colecciones permite acceder a una lista de documentos, que pueden ordenarse con distintos cri-

terios y se previsualizan con una imagen miniatura. Una vez escogido el documento se accede a su visualización con las funciones de zoom. La imagen se acompaña con una descripción de la pieza basada en el estándar Dublin Core, en este caso con un perfil propio de la Cartoteca del ICC para cada colección.

Colección	Período	Número de imágenes 27/may/2008	Formato original
Mapas de Cataluña	s. XVII-XXI	684	Mapas
Mapas de España	s. XV-XX	1.116	Mapas
Mapas de Europa	s. XVI-XXI	1.102	Mapas
Mapas de África	s. XVI-XXI	123	Mapas
Mapas de América	s. XVII-XXI	216	Mapas
Mapas de Asia, Oceanía e islas del Pacífico.	s. XVI-XX	204	Mapas
Mapas del mundo y grandes regiones.	s. XVI-XX	111	Mapas
Vistas de todo el mundo	s. XVI-XX	974	Grabados
Fotoplanos de ciudades catalanas	1945-1949	389	Foto mosaicos
Miñutas municipales de ciudades catalanas	1914-1936	865	Mapas
Archivo Gaspar de fotografías oblicuas de ciudades catalanas	1929	106	Fotografías aéreas oblicuas
Revista Catalana de Geografia.	1978-1996	3.607	Páginas de texto
Ediciones de guerra del MTN 1:50 000	1936-1939	275	Mapas

Tabla 1: Descripción de las colecciones digitales del ICC en fecha 27 de mayo de 2008.

Se puede navegar por las colecciones o se pueden realizar búsquedas precisas. Existe una búsqueda general por área geográfica - situada en el encabezamiento- que busca los resultados en todas las colecciones, y una búsqueda avanzada que permite hacer todo tipo de combinaciones.

La interfaz de consulta se ofrece en tres idiomas (catalán, castellano e inglés), y la búsqueda por área geográfica se modificó para tener doble entrada: el campo Dublin Core "coverage-spatial" se duplicó para almacenar las formas catalana y castellana del mismo topónimo con el propósito de conseguir el mayor número de resultados posibles sea cual fuere el idioma de la búsqueda. A su vez se añadieron funciones de sugerencia de cadenas alternativas de búsqueda, en los casos en que no se obtienen resultados, basados en los algoritmos de distancia de Levenshtein.

Se pueden descargar, sin coste alguno, los archivos a baja y alta resolución. En este último caso es necesario registrarse como usuario, igual que se hace con la descarga de los otros productos del ICC. El fichero digital del mapa se acompaña un archivo de texto con la catalogación del documento. Las copias solo pueden utilizarse para fines de estudio. Para cualquier otro uso es imprescindible solicitar autorización al ICC. De esta manera, un usuario remotamente conectado a la Cartoteca del ICC, no sólo puede buscar y visualizar los mapas sino que en el mismo proceso puede descargarse la imagen digital. El documento que se servía, y se continúa sirviendo, en soporte papel en la sala de consulta de nuestras instalaciones, ahora se sirve también en soporte digital al usuario virtual. El objetivo sigue siendo el mismo, los procesos se han diversificado.

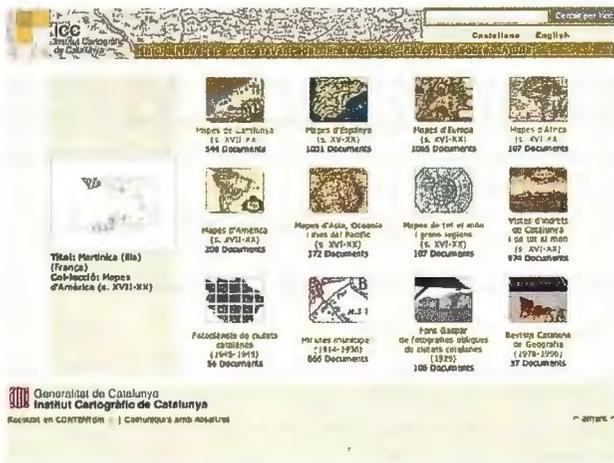


Figura 4: Pàgina principal del gestor de col·leccions digitals del ICC en Internet (www.icc.cat)

3. EL PROCESO DE DIGITALIZACIÓ

La digitalització se organitza a partir de la selecció de conjunts de documents o "lotes" que tenen unes determinades característiques comunes i que permeten definir unes mateixos paràmetres de digitalització. De esta manera se pretén optimitzar al màxim el procés. En dicha selecció se tenen en cuenta criteris com la antigüedad y el valor patrimonial de la colecció, el valor documental intrínsec y el interés que despierta en los usuarios, el formato y la homogeneidad del fondo, el estado de conservación y el estado de catalogación. También hay que tener en cuenta los derechos de propiedad ya que solo podrán publicarse en línea aquellos materiales libres de copyright o cuyos derechos sean de la propia institución. En la Cartoteca del ICC los lotes se han definido por formatos y por antigüedad, priorizando los documentos de reserva o aquellos con un estado de conservación considerado precario.

Todo el proceso de digitalización requiere necesariamente un manipulado cuidadoso de los objetos a cargo de un operador especializado, que disponga de las herramientas mínimas para su tarea: guantes de algodón blancos, grandes superficies de trabajo planas y libres a su disposición, un lugar seguro para almacenar los originales mientras dura el proceso de digitalización del lote correspondiente. A su vez el escáner, como equipo fotográfico que es, necesita de unos cuidados diarios, como la limpieza de las zonas de trabajo para evitar la aparición de cuerpos extraños (motas de polvo, ralladuras en el cristal, etc.) en las digitalizaciones. También necesita de unos cuidados periódicos como herramienta de precisión, referidos al conjunto óptico, la calibración de color, la longevidad de las lámparas de luz fría, las tolerancias mecánicas del equipo y la revisión general de la operativa.

Una vez establecidos los lotes de trabajo es necesario definir también las condiciones de digitalización, pues pueden variar de un lote a otro según los originales que lo compongan. En el caso del proyecto del ICC se estableció que el formato digital de preservación sería archivos TIFF neutros a 600 ppi, y que el formato de consulta y distribución sería archivos JPG factor de calidad 10 a 300 ppi. Debido a las limitaciones del escáner los originales de formato superior a 90x60 cm son capturados a resoluciones inferiores a 600 ppi, y por tanto actualmente los archivos digitales de preservación siguen siendo en formato TIFF

neutro pero con resoluciones que varían entre los 300 ppi y los 600 ppi. En el caso de los archivos fotográficos la resolución óptica de captura que empleamos es de 2.032 ppi, pues tanto el escáner como el software lo permiten. Aunque parezca muy elevada esta resolución de captura es la que permite obtener luego tamaños de impresión de hasta DIN A4 para originales fotográficos de 35 mm. Actualmente, y para los fondos fotográficos, estamos ensayando técnicas de superresolución para disminuir los tiempos de captura sin merma de calidad.

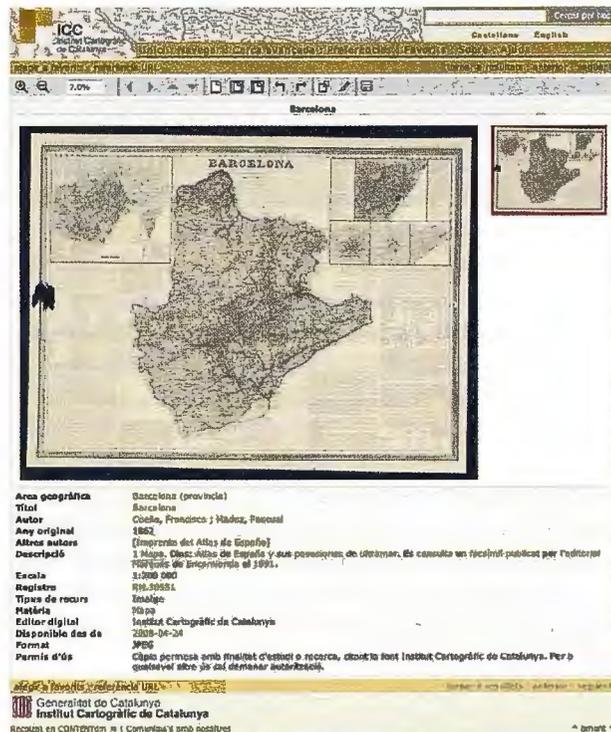


Figura 5: El escáner de gran tamaño nos ha permitido escanear mapas de formato difícil como son los provinciales de España de Francisco Coello de mediados del siglo XIX. El zoom permite apreciar detalles casi imperceptibles en el original. Como el resto de las colecciones pueden descargarse a alta resolución.

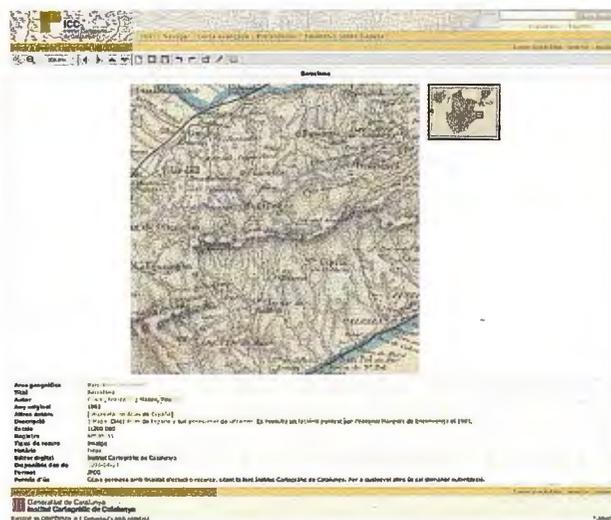


Figura 6: Un detalle del mapa de la provincia de Barcelona de F.Coello en su version digital

Tan importante como el equipo de digitalización es la estación de trabajo en donde se procesan los archivos digitales. Esta estación de trabajo debe ser una plataforma muy rápida, con una cantidad enorme de RAM (a partir de 2 GB), con mucho espacio libre en disco (mínimo 500 GB) y una muy buena conexión de red para el traslado de los archi-

vos originales de la captura a dispositivos de copia permanente que pueden estar alojados en un centro remoto. Hay que señalar que un original típico de 90x60 cm. digitalizado a 600 ppi produce un archivo digital de 800 MB.

Y que no es infrecuente digitalizar un original en dos o más partes que luego deben ser unidas en un archivo digital único, cuyo tamaño puede acercarse rápidamente a los 2 GB. Actualmente la Cartoteca digital del ICC ocupa aproximadamente 16 TB.

Junto al proceso intrínseco de digitalización está la catalogación de éstos archivos a metacatalogación. Si bien para cada uno de los lotes partimos de una catalogación descriptiva del documento (tanto del soporte como del contenido), una vez obtenido el archivo hay que catalogar este nuevo soporte. En el proyecto del ICC, es el propio operador de digitalización el que entra estos datos en una base ACCESS que después se implementará en el catálogo. Los campos básicos de metadatos para el proyecto de nuestra Cartoteca son los siguientes:

- Resolución
- Nombre del fichero
- Nombre de la Cartoteca
- Modelo del escáner
- Fecha de digitalización
- Soporte digitalizado
- Restricciones
- Observaciones

Un aspecto previsto en este proyecto es la externalización de algunos lotes de digitalización. En algunos casos (soporte fotográfico, etc.) se han hecho digitalizaciones en empresas externas a la propia institución. Para ello, se hace un estudio de los proveedores para evaluar aquellos que dispongan de los equipos necesarios pero también de personal especializado para llevar a cabo con éxito la operación. Para la correcta externalización de los trabajos es imprescindible haber redactado, para cada lote, un pliego de especificaciones técnicas exhaustivo que contemple todos los aspectos del proceso, para facilitar la ejecución de los trabajos por ambas partes.

4. EL SOFTWARE DE BÚSQUEDA, VISUALIZACIÓN Y DESCARGA POR INTERNET

El CBUC (cuya misión es mejorar los servicios bibliotecarios a través de la cooperación) invitó en el año 2006 al ICC a participar en el proyecto "Memòria Digital de Catalunya". Se trata de un depósito cooperativo de documentos digitales muy diversos relacionados con Cataluña. El ICC hizo una primera contribución con dos colecciones: una de mapas con 43 documentos y una de fotos aéreas oblicuas con 106 imágenes. Este depósito cooperativo está montado sobre el ContentDM. La experiencia resultó muy positiva por ambas partes.

Cuando la Cartoteca del ICC empezó la búsqueda de un software para poner sus fondos en Internet, la experiencia con la Memòria Digital de Catalunya, tuvo una influencia importante.

Después de evaluar distintas opciones, tanto de desarrollos a medida hechos con medios propios dentro del ICC, como de plataformas de código abierto, al final se optó por adquirir este producto que ya nos era conocido y con el que habíamos realizado una primera experiencia. Este gestor de colecciones digitales se caracteriza por estar desarrollado en PHP y tener una base muy grande de implantaciones en los ámbitos universitarios y bibliotecarios de

Norteamérica. La existencia de un número tan elevado de usuarios favorece el intercambio de conocimientos entre la comunidad, lo cual redundará tanto en la resolución de problemas, como en las mejoras que puedan añadirse al producto base.

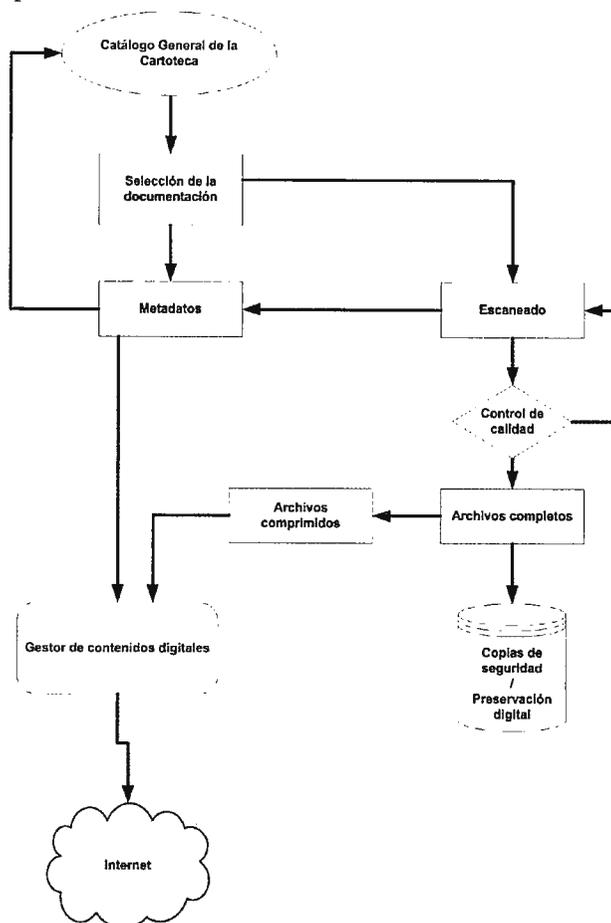


Figura 7: Flujo del proceso de digitalización de documentos que se sigue en la Cartoteca del ICC

La instalación en el ICC se hizo sobre servidores RedHat, con arquitectura Intel, dotados con capacidad de disco suficiente para albergar todos los documentos existentes. A partir de la instalación, y con la ayuda del distribuidor español del producto, se modificaron las plantillas de presentación para adecuar la visualización de las colecciones a la imagen corporativa del ICC. En este punto se hicieron las primeras pruebas de carga de documentos, y se desarrolló un proceso interno que permite la transformación de los metadatos provenientes de las bases de datos propias en metadatos expresados según el estándar Dublin Core (una norma de metadatos en línea interoperables para una amplia gama de propósitos y modelos de negocio) para ser cargados en el gestor digital.

Una de las ventajas de este gestor de contenidos es que puede ser alojado externamente en servidores fuera de la propia empresa, ya que para la gestión y creación de las colecciones emplea un programa de usuario instalado localmente, muy fácil de utilizar. Y la administración de las colecciones en el sitio web se realiza únicamente con el navegador de Internet.

5. UNAS PRIMERAS CONCLUSIONES

La importancia de la digitalización y de Internet en el mundo de la documentación es innegable.

Pero en el ámbito específico de la cartografía este hecho es

aún más evidente. Nuevos hábitos entre los usuarios empujan a las cartotecas públicas hacia nuevas plataformas para servir la información. Un primer paso lo constituye, sin duda, la digitalización de los documentos cartográficos. La Cartoteca del ICC inició en el año 2003 este reto que se ha visto consolidado con la puesta en marcha de su Cartoteca digital a finales del 2007. El proyecto hasta el momento ha resultado altamente positivo tanto por el número de visitas y descargas efectuadas, como por los comentarios que nos han hecho llegar los usuarios.

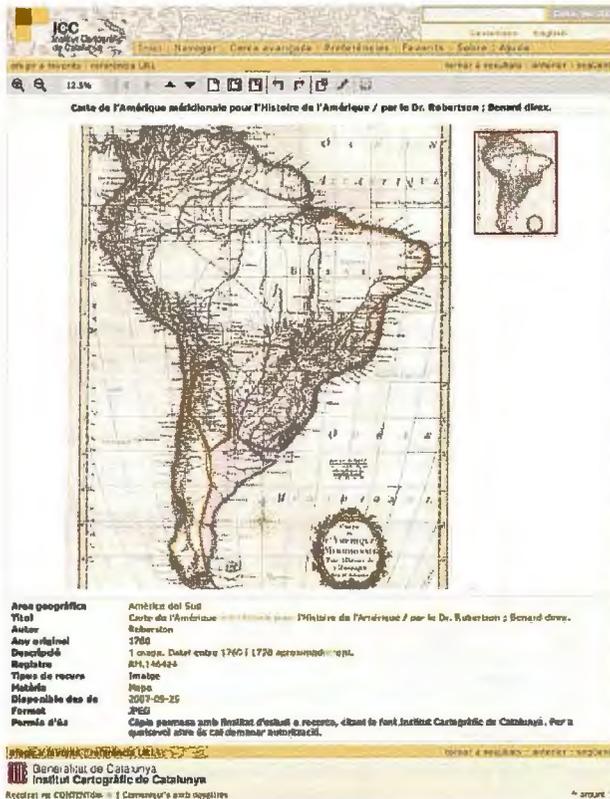


Figura 8: Las colecciones digitales de la Cartoteca no solo incluyen mapas de España sino también de todo el mundo. Entre ellos una buena colección de mapas antiguos del continente americano.



Figura 9: Ficha de administración de los campos Dublin Core de una colección en ContentDM

Puesto que la digitalización se acomete para facilitar la consulta de los fondos, disponer de un programa sencillo de recuperación de imágenes por múltiples campos es indispensable, y ofrecer la descarga gratuita de las imágenes de consulta ahorra muchas peticiones a los archiveros y bibliotecarios que pueden así verse liberados del trabajo de atención al público.

En el caso concreto de las cartotecas las herramientas de búsqueda y obtención de la información han cambiado, y están cambiando mucho más: debemos empezar a contemplar la georeferenciación como uno de los elementos clave de los catálogos de las cartotecas digitales. Si en este primer paso convertimos los campos de descripción MARC del documento original en campos de descripción Dublin Core para el documento en digital, debemos ir más allá y posibilitar la introducción en las cartotecas de las IDE (Infraestructuras de Datos Espaciales) de manera que podamos interoperar con todo tipo de catálogos con contenido cartográfico. El intercambio y la exportación de metadatos con las distintas IDE ayudarían a la descubierta de los contenidos por parte de los usuarios. Por otro lado, la recolección de datos y metadatos siguiendo el estándar OAI (Open Archives Initiative) ya nos permite consultar los contenidos desde otros portales como se ha demostrado en la colaboración con el proyecto europeo DigMap.

En el ICC hemos ya hemos empezado a trabajar en estos tres aspectos, que juntamente con otras iniciativas (social tagging, neogeography, crowdsourcing, etc) permitirán introducir la Cartoteca en la web de la próxima generación.

Referencias

- Online Computer Library Center (OCLC)
<http://www.oclc.org>
- Cartoteca del ICC (CTC)
<http://www.icc.cat/cartoteca>
- Memòria digital de Catalunya (MDC)
<http://mdc.cbuc.cat>
- Dublin Core Metadata Initiative (DC)
<http://dublincore.org/>
- Infraestructura de Dades Espaciales de Catalunya (IDEC)
<http://www.geoportal-idec.net>
- Open Archives Initiative (OAI)
<http://www.openarchives.org/>
- Discovering our Past World with Digitised Maps (DIGMAP)
<http://www.digmap.eu>
- Estàndards de digitalització. Elements mínims. Proposta del CBUC (actualitzat a juliol 2005)
<http://docs.cbuc.cat/fitxers/5digital/Public0507Minims.pdf>
- Directrius per a projectes de digitalització de col·leccions i fons de domini públic, en especial els de biblioteques i arxius (juny 2006)
- Col·legi oficial de Bibliotecaris-Documentalistes de Catalunya.
<http://www.cobdc.org/publica/directrius/index.html>
- A Framework of Guidance for Building Good Digital Collections (3rd edition December 2007)
<http://www.niso.org/framework/>
- Distancia de Levenshtein
http://en.wikipedia.org/wiki/Levenshtein_distance
- Superresolució
<http://www.csic.es/prensa/noticias2006/02febrero/presentacion.pdf>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Superresolution>



POCKET & TABLET CARTOMAP 5.6

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

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

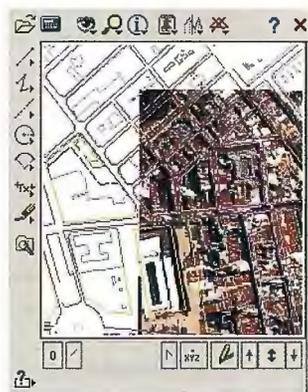
Tablet CARTOMAP facilita la comunicación entre campo y oficina técnica para la mayor eficacia en la elaboración de proyectos y ejecución de Obras de Ingeniería Civil, Urbanismo, Minería, Hidrología, Aeropuertos, Catastro, Agrimensura...

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

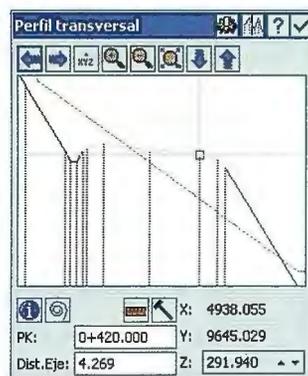
- Captura de datos • Topografía analítica de campo • Modelos Digitales del Terreno • Curvado • CAD 2D/3D • Croquis automático asociativo • Perfiles longitudinales • Perfiles transversales • Rasantes • Replanteo • Control de calidad • Secciones tipo • Ficheros Shapefile y mucho más...



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



Se pueden incorporar ortofotos junto con cartografía en formato DXF.



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



POCKET & TABLET CARTOMAP ¡Desde 625€!

licencia adicional de CARTOMAP Básico "Topografía y Curvado"

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

CONSTRUYENDO EL SISTEMA CARTOGRÁFICO DE ANDALUCÍA: EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN, SU ALCANCE Y CONTENIDOS.

Acosta Bono, Gonzalo
Sánchez Díaz, Francisco
Instituto de Cartografía de Andalucía

RESUMEN

Recientemente, el Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía ha aprobado el Plan Cartográfico de Andalucía para el cuatrienio 2009-2012 (BOJA nº 127, de 29 de octubre de 2008). En poco más de un año se ha elaborado este documento en un proceso participativo que ya ha tenido un primer efecto importante, la cohesión del Sistema Cartográfico de Andalucía a través del trabajo colectivo desarrollado para definir los objetivos, estrategias y líneas de actuación que fundamentan la Política de Información Geográfica de la Junta de Andalucía. En este artículo se describe este proceso y los principales contenidos del Plan, que desarrolla y aplica en Andalucía las directrices establecidas en la Directiva Europea InspiRE atendiendo a las necesidades específicas de nuestra comunidad.

PALABRAS CLAVE: planificación, cartografía, Andalucía, información geográfica, datos espaciales, políticas.

1. EL ALCANCE ESTRATÉGICO DEL PLAN

El Decreto 141/2006, por el que se ordena la actividad cartográfica en Andalucía, supone una renovación en el ejercicio de las competencias y actividades cartográficas, con una decidida apuesta por la aplicación y desarrollo de dos ideas-fuerzas:

- el salto cualitativo que supone entender los profundos cambios que definen al hecho cartográfico, propiciado por la innovación tecnológica y que centra la cuestión en la **información geográfica** más que en la representación gráfica de algunos de los datos espaciales;
- y, en segundo lugar, el concepto de servicio público aplicado a una política de difusión que hace de la **accesibilidad** su principal paradigma, para favorecer el uso de la información geográfica en las mejores condiciones, al servicio tanto de las políticas públicas como de la ciudadanía en general.

Ambas cuestiones suponen trascender el estricto marco de actividad del Instituto de Cartografía de Andalucía para reconocer que la información geográfica se genera en el conjunto de la administración pública y por consiguiente requiere articular funcionalmente a los distintos departamentos para conformar el Sistema Cartográfico de Andalucía. Y al mismo tiempo, la voluntad inequívoca de integrarse en el marco de las políticas estatal y europea, de la que participa en sus principios y orientaciones. Adaptados a nuestra realidad dichos principios se enuncian de la siguiente manera:

- La política de información geográfica tiene naturaleza instrumental al servicio de las políticas públicas.

- El derecho a la información que tiene la sociedad debe hacer accesible y utilizable la información geográfica.
- Establecer un modelo de producción a partir de la responsabilidad competencial.
- Asegurar la disponibilidad de los datos necesarios para la gestión del territorio.
- Apostar por el desarrollo de instrumentos de cooperación.
- Lograr una economía y eficacia del gasto público en el desarrollo de las previsiones del Plan.
- Favorecer y fomentar iniciativas de proyectos de innovación.
- Facilitar la comunicación con la sociedad.

Para concretar esta orientación de la actividad cartográfica, y dotar al Sistema Cartográfico de una herramienta para desarrollar sus objetivos, el Decreto se sustenta en **la planificación como proceso permanente**. Este ejercicio permite concretar los mecanismos de coordinación y concertación a partir de la definición previa de objetivos y líneas de actuación. Para ello, creó un sistema de planificación en el que son sus componentes: el **Plan Cartográfico**, cuatrienal, y el **Programa anual** para su desarrollo en actuaciones, así como las **Normas Técnicas** para precisar los contenidos técnicos de unos procesos y productos que requieren la mayor definición posible y el cumplimiento de requisitos de calidad.

Por tratarse del primer Plan, éste adquiere una **dimensión estratégica** para precisar los grandes objetivos, estrategias y líneas de actuación que, por ello, supera el inicial marco temporal del Plan (2009-2012). Se trata de un marco necesario en el que han constituido referencias muy importantes la normativa europea (Directiva InspiRE) y estatal, (principalmente el reciente Real Decreto 1545/2007) igualmente situadas en esta dirección.

En este sentido, el Plan se dota de un cuerpo conceptual, de análisis de la realidad, y una estructura de contenidos que quieren dar respuesta a estas ideas-fuerzas y los retos que ello implica para orientar adecuadamente la política de información geográfica.

2. EL PLAN COMO PROCESO

La planificación se concibe como un ejercicio permanente colectivo, del Sistema Cartográfico de Andalucía, para detectar las necesidades y dirigir las actuaciones más ade-

cuadas para alcanzar los objetivos propuestos. En este sentido el proceso de elaboración del Plan ha seguido los principios de coordinación, concertación y participación, de tal manera que su materialización documental ha sido el resultado de un amplio y permanente contraste de visiones, hasta llegar a una formulación que satisface al conjunto del Sistema Cartográfico de Andalucía.

Para asegurar este proceso, la Orden de formulación estableció los siguientes mecanismos:

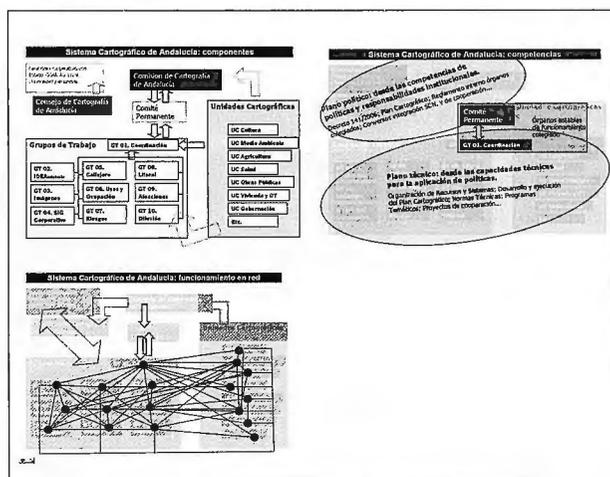
- Una **Comisión de Redacción**, que ha adoptado la forma de **Grupo de Trabajo** de la Comisión de Cartografía, con la participación activa de todas las Consejerías. La mecánica de trabajo establecida ha consistido en la elaboración de documentos previos para su debate y mejora, las reuniones de trabajo, el intercambio de información constante a través de una lista de correos. Este proceso ha sido registrado a través de las actas y acuerdos de las 5 sesiones llevadas a cabo entre junio del 2007 y mayo de 2008.

Paralelamente este Grupo de Trabajo se ha reforzado con reuniones bilaterales -ICA y Consejerías- en dos momentos diferentes del proceso: uno en los meses iniciales (junio-julio 2007) para concretar el análisis de la situación, recursos, necesidades y proyectos; y otro tras la fase de información pública para conocer la valoración particular del Plan y el grado de satisfacción en relación con sus expectativas, necesidades e intereses específicos, y por tanto para realizar cuantos ajustes particulares se han considerado convenientes.

- Un procedimiento de **información pública** y, en paralelo, el de **audiencia** a determinados organismos de otras administraciones que tienen competencias y actividades relacionadas con la información geográfica y la cartografía. Previamente una Jornada técnica abierta a todos los agentes de este sector, con cerca de 200 participantes, sirvió para contrastar las primeras propuestas. De este proceso formal, pero flexible para ser receptivo a cualquier aportación, se ha derivado un conjunto de modificaciones, cuyo resultado ha sido un documento de Plan más maduro, sólido y compartido. Es la versión que, precisamente, se presenta a esta Comisión como proyecto técnico de Plan. Las aportaciones realizadas por los agentes públicos y privados, y las modificaciones realizadas por estimarse convenientes y debidamente justificadas, han sido exhaustivamente registradas en el informe de resultados del periodo de información pública y audiencia, analizado y aprobado por el Grupo de Trabajo y, en consecuencia, el que ha permitido avanzar en la tramitación final del Plan.

- El establecimiento de **mecanismos de desarrollo y aplicación del Plan** como parte sustancial de los contenidos operativos del Plan. Dichos mecanismos tienen que ver, por una parte, con los aspectos organizativos del Sistema Cartográfico, principalmente la propuesta sobre **Grupos de Trabajo** (en total 9, para acometer los principales asuntos de carácter más general e interdepartamental) y los criterios de funcionamiento de las **Unidades Cartográficas**, y de sus recursos físicos para cumplir con sus objetivos y funciones: básicamente, las denominadas infraestructuras y equipamientos geográficos y otras herramientas de carácter corporativo que sin duda contribuirán a la cohesión y eficacia del Sistema. Así mismo, tratándose de una mate-

ria de cierta complejidad técnica, el Plan prevé el desarrollo de 8 **Normas Técnicas** que facilitará los procesos de producción y distribución de acuerdo con parámetros de calidad homologados.



Componentes del SCA, naturaleza, funciones y relaciones básicas. Más allá de las relaciones de jerarquía y dependencia, Unidades Cartográficas y Grupos de Trabajo se caracterizan por sus relaciones cooperativas y en red.

Por otra, se han establecido mecanismos de programación de actividades. Junto al **Programa anual** se ha establecido una serie de **Programas Temáticos** para un conjunto de materias que requieren una participación interdepartamental y una programación interanual. El Programa anual debe, en todo caso, reunir todas las actuaciones que han de desarrollarse en cada ejercicio presupuestario anual.

El Plan también ha previsto los adecuados mecanismos de **seguimiento y evaluación**, lo cual habrá de permitir un ejercicio permanente del desarrollo del Plan y el cumplimiento de sus objetivos, así como la base analítica necesaria para formular en su momento un nuevo Plan para el siguiente cuatrienio.

3. CONTENIDO DOCUMENTAL DEL PLAN.

De acuerdo con lo establecido en la Orden de Formulación del Plan, éste se ha estructurado de la siguiente manera:

- **Memoria Justificativa.** Sobre la necesidad y oportunidad del Plan, así como sobre su coherencia con el marco jurídico aplicable.

- **Diagnóstico de la Información Geográfica.** Análisis de la situación actual de la cartografía y la información geográfica, sus necesidades y demandas, así como el contexto, dinámicas y tendencias que se observan en este sector de conocimiento y sus aplicaciones.

- **Objetivos, Estrategias y Líneas de Actuación.** Orientaciones y opciones de la política de información geográfica de la Comunidad Autónoma Andaluza.

- **Ordenación de la actividad cartográfica.** Contenido sustantivo del Plan, de acuerdo con el alcance de sus determinaciones.

- **Anexos.** Documentación técnica de detalle con carácter complementario (glosario, referencias normativas, índices y siglas utilizadas).



4. LOS CONTENIDOS TÉCNICOS DEL PLAN

La aportación más importante estriba quizás en su estructura de contenidos, que representa el esquema conceptual del modelo de producción y gestión de la información geográfica. En sus aspectos técnicos, dicho modelo responde al siguiente esquema: *fuentes de información* (obtención de datos con referencia geográfica) > *datos espaciales* (del amplio abanico temático con el atributo de localización precisa) > *información geográfica* (datos organizados para su adecuada gestión) > *difusión* (productos y servicios accesibles).

El Plan contiene de forma exhaustiva para cada uno de estos componentes un proceso unitario con todos los elementos necesarios para ejercer la actividad cartográfica de forma ordenada, título del Decreto 141/2006, cumpliendo de esta forma con la finalidad más amplia de la cultura planificadora: definir el objeto y alcance de cada de dato, regular procedimientos, distribuir responsabilidades, establecer prioridades y compromisos. Llegar a un acuerdo en estas materias equivale a aplicar el principio de coordinación en toda su potencia práctica, es decir, a concertar los términos en los que ha de desenvolverse el ejercicio cotidiano de la gestión de la información geográfica para alcanzar sus objetivos más básicos: interoperabilidad y accesibilidad.

Entre sus los contenidos más novedosos y relevantes hay que destacar:

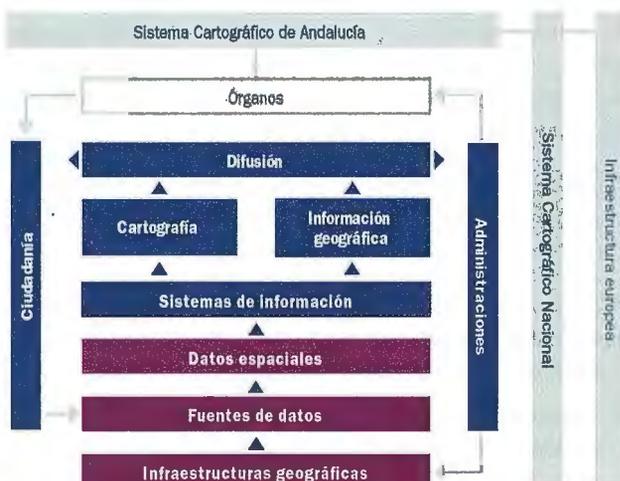
• **4.1. Infraestructura geográfica y equipamientos para el Sistema Cartográfico.** Se ha caracterizado así al conjunto de instrumentos técnicos compartidos del Sistema necesarios para la adecuada gestión de la información, sirviendo de soporte a la producción común y armonizada de datos espaciales, y su difusión. Tienen este carácter los siguientes componentes:

- La Red Andaluza de Posicionamiento, que con una cobertura de la totalidad de territorio andaluz permite la localización mediante GPS con precisión centimétrica.
- El Nomenclátor Geográfico de Andalucía, cuya creación recoge una amplia tradición de trabajos toponímicos y de desarrollo de sistemas de buscadores.
- El Repositorio Corporativo de Información Geográfica, cuyo diseño ha comenzado recientemente y podrá organizar el acceso a toda la información geográfica de la Junta de Andalucía, a través de otra infraestructura de referencia, el Catálogo de Datos Espaciales.
- La IDEAndalucía, un servicio de visualización y descarga de la información geográfica y cartografía de referencia disponible en la Web.

• **4.2. La producción: hacia el Dato Único Institucional.** Concepto por el cual se quiere hacer operativo el principio

de una producción por el organismo que tiene la responsabilidad y competencia, así como su mantenimiento, con unas determinadas características y parámetros para asegurar su fiabilidad y calidad, haciendo accesible dicha información para que esté a disposición de quien la necesite. El Plan identifica todos los datos temáticos necesarios, siguiendo las directrices de INspirE, asegurando su producción, en determinados casos estableciendo para ello la necesidad de elaborar una Norma Técnica. Son todos los datos relativos a recursos, población, infraestructuras, servicios, límites, toponimia, etc., es decir, un amplio abanico temático que afecta al conjunto de las competencias y funciones de la Administración para el desarrollo de sus políticas.

El Plan prevé las cuestiones relativas a las fuentes directas de información (sensores embarcados en



satélites, aeronaves o navíos, así como aplicaciones específicas para la captura de datos con GPS), pero concede una gran importancia a toda información que potencialmente puede tener una dimensión espacial. Así, se apuesta por la generalización de los procesos de geocodificación por unidades administrativas o direcciones postales que supondrá un avance de gran trascendencia en la gestión de la información y generará indudable sinergias que se traducirá en una mayor eficacia del gasto público, pero sobre todo en las potencialidades derivadas de poder disponer de informaciones que puedan correlacionarse.

En este sentido, se destaca el papel de los sistemas de información geográfica departamentales actuales pero se le dota de una mayor potencialidad al formar parte de un sistema de escala superior, el Sistema Cartográfico de Andalucía, una de cuyas herramientas es el denominado SIG Corporativo, concebido como el conjunto de aplicaciones, protocolos de comunicación y estandarización, que faciliten la producción, gestión y difusión de la información geoespacial.

Este bloque es el que requiere un mayor esfuerzo de trabajo coordinado y cooperativo, y por ello se han establecido diversos Programas Temáticos: Teledetección, Fotogrametría, Medio Costero y Marino; Ocupación y Usos del Suelo; Cartografía de Riesgos; Afecciones Territoriales; Geocodificación de Entidades Administrativas y el Programa de Callejero y geocodificación de directorios.

• **4.3. Política de difusión: acceso a la información con capacidad de ser usada.** El Plan hace una apuesta fundamental por que la información esté disponible en las mejores condiciones para ser usada sin más restricciones que las derivadas de la legislación aplicable. Para ello define los productos, canales y políticas de difusión que deben asegurar tal objetivo.

El Plan define un conjunto de productos elaborados, algunos con cierta tradición, a los que le otorga el rango de "cartografía básica de referencia" por tratarse de procesos de producción que garantizan los niveles necesarios de precisión, resolución, calidad y actualización. Es una obligación ineludible, por consiguiente, garantizar su producción, y el Plan asume sobre ellos un compromiso riguroso:

- Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 (MTA) con actualización cuatrienal.
- Base Cartográfica de Andalucía (BCA) 1:5.000 con nuevo modelo de datos.
- Ortofotografías (ODA) con resolución de 50 cm y actualización bianual.
- Modelo de Altitudes (MAA) con resolución de 5 m.
- Mapa de Ocupación del Suelo (MOSA) a escala 1:10.000 con actualización cuatrienal.
- Mapa Urbano (MUA) a escala 1:1.000, con actualización a partir del Callejero y Catastro.
- Ediciones de cartografía derivada y temática.

En relación con los Canales de distribución, el Plan establece disposiciones para cumplir con este compromiso básico a través de los siguientes elementos:

- Geoportal de IDEAndalucía con servicios interoperables.

- Servicios web de descarga de la cartografía de referencia.
- Publicaciones digitales o impresas de todas las series cartográficas.
- Servicios de cartoteca y atención al público.
- Creación de la Fototeca de Andalucía.

En cuanto a los derechos de difusión, el Plan hace una apuesta decisiva por facilitar el acceso a la información espacial estableciendo disposiciones relativas a:

- Derechos compartidos por la Junta de Andalucía para los datos del Repositorio Corporativo.
- Acuerdos de cooperación para compartir datos con otras administraciones.
- Difusión a la ciudadanía mediante reserva de derechos, cesión de uso o distribución libre y gratuita.

Finalmente, el Plan presta atención a una serie de actividades de promoción de las que ya existe larga experiencia. Se trata de la organización de actividades de difusión y promoción de la cartografía, y la publicación de materiales didácticos.

• **4.4. Mejora de los procesos de producción y su gestión: formación e I+D+i.** Es absolutamente clave para ser coherente con los objetivos y estrategias definidas que haya una apuesta firme por la formación y las actividades de Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). El Plan asume las directrices de la planificación en estas materias y propone un conjunto de líneas de trabajo específicas de este sector:

- Creación de un marco para el impulso de las actividades de formación, investigación, desarrollo e innovación.
- Elaboración de una Agenda de Investigación, en coordinación con el PAIDI.
- Ayudas a la investigación con apoyo financiero a proyectos. Líneas prioritarias en fuentes de datos, posicionamiento, edición, accesibilidad y calidad.
- Organización de curso, seminarios y talleres formativos.
- Impulso a las actividades de e-formación.
- Convocatoria de becas de formación en materia de IG.
- Creación de un repositorio de recursos formativos.

5. CONCLUSIÓN.

En conclusión, el Plan equivale, utilizando la analogía con un término clásico de la historia de la cartografía náutica, al "libro derrotero" de la cartografía del siglo XXI. El derrotero, según definición literal de la RAE, es "*el camino, rumbo, medio tomado para llegar al fin propuesto; el conjunto de datos que indican el camino para llegar a un lugar determinado; el libro que contiene estos caminos o derrotas*". Para estos cuatro años próximos, y posiblemente para algunos más, el Sistema Cartográfico de Andalucía adopta con este Plan un rumbo cuyo fin no es otro que dar un salto cualitativo en la gestión de la información geográfica como instrumento necesario para las políticas públicas y como servicio a la ciudadanía, y que, por añadidura, supondrá la consolidación del propio Sistema como modelo de coordinación y cooperación en esta materia.

Noticias

Blom presenta BlomURBEX, una plataforma online que permite el desarrollo de múltiples aplicaciones basadas en imágenes reales

Esta innovadora plataforma permite el rápido desarrollo de servicios y aplicaciones profesionales y de consumo basadas en las imágenes de Blom y datos vectoriales

El pasado 16 de octubre de 2008. - Blom, el proveedor paneuropeo líder en servicios de información geográfica, anuncio en Madrid el lanzamiento de **BlomURBEX**, una plataforma diseñada para proporcionar vía Web el contenido y los servicios únicos de Blom basados en imágenes reales, incluyendo imágenes oblicuas de alta resolución - de áreas urbanas. El sistema ha sido diseñado para satisfacer la creciente demanda de este tipo de contenido en múltiples sectores.

Como la mayor empresa europea dedicada a la recopilación y procesamiento de información cartográfica, Blom ha desarrollado una base de datos única y de gran calidad, mapas de alta resolución e imágenes que en la actualidad cubren el 80% de la población. Estas imágenes han sido tomadas por una flota de aviones y helicópteros que incorporan láseres de alta tecnología, scanners multiespectro y cámaras para captar ortofotos e imágenes oblicuas. Gracias a ello se consiguen imágenes altamente detalladas de miles de zonas europeas urbanas y rurales. Blom ofrece sus datos desde distintos puntos de vista y formatos, permitiendo a sus clientes, entre los que se incluyen desarrolladores de software y una amplia gama de instituciones públicas y privadas, elegir la mejor vista para su propia aplicación.

BlomURBEX ha sido desarrollado para dar respuesta a la creciente demanda de este tipo de datos, especialmente en el entorno web, en el móvil y en el de la navegación.

Håkon Jacobsen, CEO de Blom, comentó, "En muchos casos, el gran alcance y el tamaño de los datos hace que no sea práctico para el cliente mantener su propio servidor de datos. Por ejemplo, en el caso de los servicios para móviles, dar apoyo on-board a grandes áreas requeriría un gran tamaño de memoria, lo que supondría un incremento considerable en el precio del dispositivo. BlomURBEX ha sido desarrollado para abordar estas cuestiones proporcionando vía Web todo el contenido Blom, permitiendo innumerables aplicaciones que son creadas de forma rápida y sencilla usando las imágenes reales de Blom."

BlomURBEX se compone de un grupo de servidores conectados a Internet que ofrecen datos ya procesados usando protocolos muy simples, incluyendo HTTP para facilitar la integración con soluciones web. Como servicio online, ofrece toda la tecnología necesaria para alojar y ofrecer diferentes conjuntos de datos, con capacidad de procesamiento y almacenamiento suficiente para proporcionar los datos y servicios requeridos.

Entre las ventajas clave de **BlomURBEX**, se incluyen:

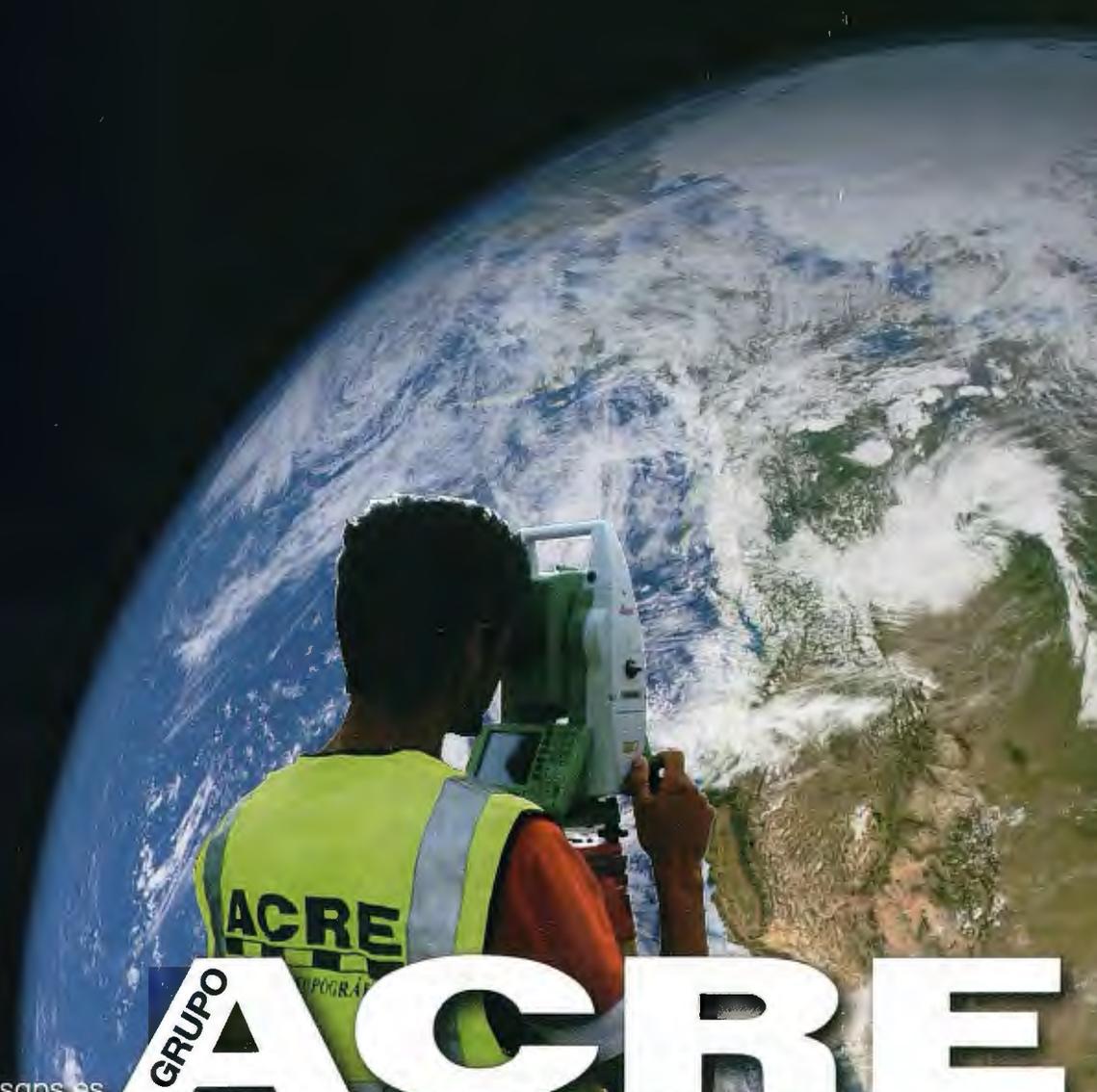
- Acceso a toda la gama de imágenes y bases de datos de Blom, incluyendo imágenes ortogonales, oblicuas e imágenes oblicuas ortorectificadas, y sus futuras actualizaciones -que incluirán mapas vectoriales y 3D utilizando imágenes reales.
- La capacidad para acceder al servicio a través de una amplia gama de aplicaciones: desde el escritorio hasta los dispositivos móviles y a través de cualquier red de acceso, incluyendo la LAN, Internet o el móvil.
- Alta disponibilidad, tolerancia a fallos, baja latencia y fácil escalabilidad.
- La entrega de datos pesados es compatible con cualquier posible aplicación, incluso on-board y en móviles.
- El sistema puede manejar un gran volumen de datos, hasta cientos de terabytes.
- El esquema de entrega de datos permite una manipulación fluida por parte del cliente, con la posibilidad de hacer zoom u obtener una visión panorámica, con múltiples piezas y caché de cliente, y garantiza un mínimo de transferencia de datos, especialmente cuando se usan redes costosas.

Como parte del servicio de BlomURBEX, Blom ofrece el **kit de desarrollo URBEX**, una herramienta única que permite a los desarrolladores de software crear aplicaciones basadas en datos de BlomURBEX, compatibles con todas las plataformas web y móviles, incluyendo Windows, Symbian, Java, etc. Esto permite un fácil y rápido desarrollo de una amplia variedad de aplicaciones para toda una gama de diferentes mercados: desde aplicaciones de consumo para móviles y PNDs (tales como el iPhone), permitiendo a los usuarios navegar a través de ciudades usando imágenes reales y oblicuas, hasta aplicaciones para el sector de la construcción y la promoción inmobiliaria, permitiendo a las empresas de ese sector obtener información detallada y las medidas sin tener que acceder al edificio, así como aplicaciones para el sector del turismo, servicios de directorio, registros catastrales, etc.

El diferenciador principal de BlomURBEX, comparado con otras plataformas de la misma naturaleza, es que permite el acceso a los datos más actualizados, detallados y precisos que existen actualmente sobre las ciudades y zonas rurales europeas", indicó **Håkon Jacobsen**. "Las organizaciones profesionales de todos los sectores pueden confiar en la alta calidad y en la amplia cobertura garantizada por Blom, que es de vital importancia para nuestros clientes, que emplean estos datos para tomar mediciones precisas de edificios o identificar la fecha exacta en la que el edificio fue construido. La demanda de imágenes reales y oblicuas para este tipo de aplicaciones es cada vez mayor y, a través de BlomURBEX, Blom ofrece infinitas posibilidades para los consumidores en una amplia gama de sectores."

Venta y Alquiler de Instrumentos Topográficos

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



GRUPO ACRE

grupoacre.com · referenciasgps.es



002 490 839 · grupoacre@grupoacre.com
Autovia A42 Salida 35 Pol. Ind. "Los Pradillos"

Survey To Our Planet

POEX: Primeras experiencias en el control de calidad de Ortofotos de la Comunidad de Extremadura

Pérez Álvarez, Juan Antonio (1); Pozo Ríos, M^a del Mar (1)

Caballero Cáceres, Carmen (2); Mayo Carroza, Vicente (2); Toril Terrones, Daniel (2)

(1) Universidad de Extremadura, Departamento de Expresión Gráfica.

(2) Junta de Extremadura. Consejería de Fomento. Dirección General de Urbanismo y Ordenación del Territorio

RESUMEN

El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) puesto en funcionamiento a partir de 2004 se basa en la realización de un vuelo único, apoyo de campo, aerotriangulación, modelo digital de elevaciones y ortofoto digital de todo el territorio español cada dos años, coordinado, cofinanciado y compartido entre todos los organismos interesados, con el objeto de conocer la realidad de la geografía de nuestro país, no solo en cuanto a orografía, sino también para conocer el estado de ocupación del suelo, conservación de parques naturales, etc. En este artículo se describen algunas de las metodologías y procedimientos llevadas a cabo para el control de calidad de los trabajos desarrollados por este plan en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

PALABRAS CLAVES: Aerotriangulación, Ortofotogrametría, Modelos digitales del Terreno, PNOA, POEX.

ABSTRACT

Orthophotography Area National Plan (PNOA) put in functioning from 2004, bases on the accomplishment of the only(unique) flight, control points, aerotriangulación, digital model of elevations and orthophoto digital of the whole Spanish territory every two years, coordinated, financed jointly and shared between all the interested organisms, in order to know the reality of the geography of our country, not only as for orography, but also to know the condition of occupation of the soil, conservation of nature reserves, etc. In this article there are described some of the methodologies and procedures carried out for the quality control of the works developed by this plan in the Community of Extremadura.

KEYWORDS: Photogrammetric Triangulation, Orthophotography, Digital Terrain Model, PNOA, POEX.

1. INTRODUCCIÓN

El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) tiene como objetivos la obtención de una cobertura ortofotográfica continua a nivel nacional, basadas en las especificaciones técnicas comunes y consensuadas por los distintos organismos implicados. Este plan ha cubierto todo el territorio nacional cada dos años con vuelos a escala 1:30000 y ortofotos digitales en color con tamaño del píxel de 0.50 metro y precisiones planimétricas de 1 metro (sxyz).

Entre los objetivos del PNOA citar (Naranjo, J.M. et al.):

- Apoyar y favorecer la implementación de las políticas Europeas y Mundiales.
- Aprovechar la convergencia de intereses entre los diferentes organismos (Europeo, Nacional, Autonómico y Local).
- Mejorar la eficiencia en la captura de la información geográfica.

- Aprovechar todo el potencial de utilización de los productos y datos, fomentando la máxima difusión y utilización de los mismos por todos los agentes sociales.
- Reducir los presupuestos en los trabajos cartográficos para cada uno de los organismos participantes.
- Permitir la explotación eficiente de la información según escalas y resoluciones.

- Fomentar la ampliación y mejora del tejido empresarial español en el sector de la producción fotogramétrica.

El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea en la Comunidad de Extremadura denominado POEX, cubre aproximadamente una superficie total de cinco millones de Hectáreas, quedando dividido el territorio de la Comunidad en siete partes o zonas (figura 1), cuatro bloques para la provincia de Badajoz y tres para la de Cáceres. En la tabla 1 se muestra un resumen justificativo por provincia, con cada uno de los bloques de actuación, la superficie que abarca cada uno de ellos por hojas cartográficas 1:25000 y 1:10000 así como el número de hojas de ocupación.

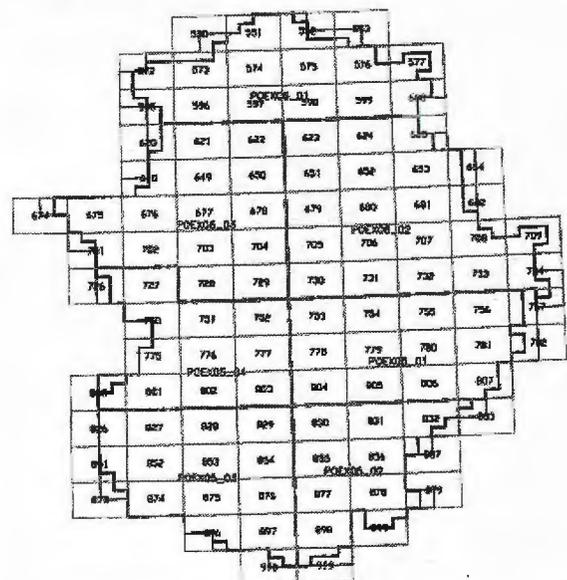


FIGURA 1 Distribución de los bloques POEX05 y POEX06

En este proyecto se marca como objetivo principal el de garantizar la calidad de las ortoimágenes definitivas, así como de cada uno de los productos intermedios, estableciendo un control de calidad adecuado para cada una de las fases de la ejecución del proyecto (PNOA 06-07, Castilla la Mancha, 2006-2007). Dichas fase podemos resumirlas en las siguientes:

BADAJOS	Has/25000	Hojas	Has/10000	Hojas
Bloque 1 (POEX05-01)	697000	52	643000	193
Bloque 2 (POEX05-02)	540000	41	476000	142
Bloque 3 (POEX05-03)	660000	49	634000	190
Bloque 4 (POEX05-04)	574000	43	532000	161
Total	2471000	185	2285000	686

CACERES	Has/5000	Hojas	Has/10000	Hojas
Bloque 1 (POEX06-01)	709300	54	588000	179
Bloque 2 (POEX05-02)	1048000	79	959000	289
Bloque 3 (POEX06-03)	808000	61	772000	233
Total	2565300	194	2319000	701

TABLA 1. Cuadro resumen de Superficie/Hojas de la actuación del POEX

- Vuelo fotogramétrico.
- Apoyo fotogramétrico.
- Aerotriangulación.
- Generación de los Modelos Digitales de Elevaciones.
- Ortofotografías.

El objetivo del presente artículo es describir algunos de los procesos y metodologías que se han llevado a cabo durante el control de calidad POEX (2005 y 2006) en la documentación generada en las distintas fases del proyecto, para garantizar que, a priori, el producto cumpla unos requisitos técnicos para su integración y explotación. Estos requisitos hacen referencia tanto a la calidad geométrica como a la radiométrica.

2. VUELO FOTOGRAMÉTRICO

En un proyecto de este tipo, el primer paso en el proceso de chequeo del material lo constituye la fase de vuelo fotogramétrico y posterior la digitalización (escaneo) de las fotografías, ya que los vuelos eran analógicos en color. Para cada una de las siete partes en las que se dividió el total de la superficie de la Comunidad Autónoma de Extremadura se realizó una planificación de vuelo sobre mapa, anterior a la ejecución del vuelo y aprobada por la dirección facultativa. Además de dicha planificación, se especificaba el tipo de cámara a emplear y algunas de sus características más importantes, ya que, según el pliego, las cámaras a emplear debían tener algunas características particulares, como plataforma giroestabilizadora, sistema FMC, filtro antivignetting.

El vuelo consistió en la toma de fotos aéreas a una escala de vuelo de 1/30.000, distribuidas mediante 4 pasadas longitudinales en dirección Este-Oeste por cada fila de mapas topográficos 50.000, con unos recubrimientos longitudinales superior al 60%, y teniendo pasadas trasversales de refuerzo cada tres columnas de mapa topográfico y otra extra en la línea de cambio de huso.

2.1. REVISIÓN FÍSICA DEL VUELO

En esta primera fase se procedió a revisar todo el material físico aportado por la empresa de vuelo, esto es, tres colecciones de positivos (una de ellas son los contactos apoyados) y una colección de negativos en rollo.

Esta revisión fue totalmente visual, chequeando las condiciones meteorológicas de la toma (ausencia de nubes, nieblas, brumas, calima o cualquier otro), comprobando que se hubiesen repetido algunas pasadas con estos problemas.

Otros factores a revisar fueron la altura del vuelo y las fechas de realización (según el pliego debían de ser entre marzo y septiembre) o los horarios de toma de fotografías (altura del sol mayor de 40°), siendo este parámetro el más complicado de conseguir a la hora de las tomas, ya que dependiendo de la época del año, las horas de trabajo se ven muy reducidas.

Así mismo, se revisaron parámetros fijos para cada proyecto, como focal utilizada (en torno a 153 mm.), medidas de los clichés (230x230 mm), datos impresos en los fotogramas, certificado de calibración de la cámara (fecha de calibración), etc.

2.2. REVISIÓN DEL APOYO CINEMÁTICO

Posteriormente se chequeó todo lo referente al vuelo, gracias a que la totalidad de los vuelos se hicieron con navegación en tiempo real, es decir, GPS cinemático, con lo que se obtienen las coordenadas de los centros de proyección de cada fotograma. Este aspecto, además de ayudar a la revisión, también facilita los cálculos en la fase de aerotriangulación y reduce drásticamente el trabajo de campo en la fase de apoyo. Con ellos, se comprobaron analíticamente todos los parámetros geométricos pedidos en el pliego de condiciones técnicas:

Recubrimiento longitudinal (comprendidos entre 57 y 63%)

Recubrimiento transversal (32%)

Ángulos entre ejes paralelos (3% máximo)

Cambios de dirección dentro de una pasada (4% máximo)

2.3. PROCESO DE DIGITALIZACIÓN

Tras el vuelo y posterior revelado del material fotográfico en laboratorio, se escanearon los negativos en rollo (antes de ser cortados), con escáneres fotogramétricos de alta precisión, alcanzando un tamaño de píxel de 14 micras con una precisión geométrica menor de 3 micras.

En el pliego se exigía que las fotos se entregaran georreferenciadas en los formatos Tiff y Ecw, por lo que se revisó que todas las fotos digitales estuvieran en su posición, y en los formatos exigidos. Este problema fue encontrado en algunas fotos que posteriormente fueron corregidas.

El control de calidad radiométrico fue realizado con un programa informático, desarrollado por la empresa Tragsatec denominado "Radiometría" (figura 2), con el que se comprobaron los histograma y los parámetros estadísticos propios de los fotogramas, tales como saturaciones, bits por píxel, % de píxeles en cada valor digital, ... algunas pasadas fueron entregadas muy saturadas, por lo que la empresa debió escanear de nuevo. Para el control se utilizó la parte interior de la imagen, teniendo como límites los expuestos en el pliego (pliego de prescripciones técnicas).

3. APOYO Y AEROTRIANGULACIÓN

Resumiendo podríamos decir que el propósito principal del proceso de aerotriangulación (también llamada "Triangulación Aérea") es el de obtener los parámetros de orientación de un conjunto de fotografías denominado bloque así como las coordenadas en el sistema objeto de una serie de puntos distribuidos de forma adecuada sobre los modelos. El objetivo de la aerotriangulación es el de reducir los trabajos a realizar en campo, permitiendo limitar al máximo los requerimientos del apoyo topográfico, más y cuando se incorpora tecnología GPS-INS aerotransportada con la posibilidad de obtener los parámetros de orientación externa de forma directa en cada toma fotográfica.

Por lo que respecta al apoyo de campo la configuración de los bloques de aerotriangulación marcada en el pliego de condiciones técnicas comprende un tamaño máximo de un bloque de 3x3 hojas MTN50 en horizontal y en vertical; cualquier otra configuración se consulta con la dirección técnica. La instrumentación a utilizar en campo para la adquisición del apoyo es de receptores GPS de doble frecuencia. El apoyo de los bloques fotogramétricos que conforman la zona de trabajo constará por tanto de apoyo topográfico en campo y del apoyo aéreo cinemático.

Para los puntos de apoyos tomados en campo hay que tener en cuenta la geometría del bloque fotogramétrico y la existencia o no de apoyo aéreo cinemático correctamente medido durante el vuelo, pudiendo plantearse dos situaciones:

a. Si los centros de proyección se han medido correctamente durante el vuelo, se realizará un apoyo de campo para aerotriangulación con datos GPS de vuelo y pasadas transversales tomando un punto en cada esquina de hoja MTN50, puntos dobles en las esquinas del bloque y pasadas interrumpidas con dos puntos en el modelo de enlace

Todos los puntos de apoyos cumplirán los criterios de elección de los mismos, es decir, definidos preferentemente por detalles artificiales y estables en el terreno.

b. Si los centros de proyección se han medido correctamente durante el vuelo, se realizará un apoyo convencional con un punto en cada esquina del bloque (se aconseja tomar puntos dobles), un punto por cada 3 modelos en la primera y última pasada y un punto por cada 5 modelos en el resto de las pasadas.

Los puntos de apoyo fueron observados desde los vértices de la red Regente utilizando el método de posicionamiento estático rápido con receptor fijo en los vértices anteriormente mencionados. La líneas bases fueron inferiores a 20 kilómetros observando como mínimo un total de cinco satélites con tiempos de observación superiores a diez minutos y mascarar de elevación superior a 15g. Las precisiones obtenidas en el control no superaron los veinte centímetros tanto en planimetría como en altimetría.

El método utilizado en la fase de aerotriangulación fotogramétrica fue el de haces de rayos empleándose para la captura de datos instrumentación digital. Con esta metodología y con la ayuda de los puntos de control y de las observaciones digitales, se calcularon los parámetros de orientación externa de las imágenes ($x_0, y_0, z_0, \omega, \phi, \kappa$) y las coordenadas de los puntos aerotriangulados (puntos de control menores o puntos de paso y enlace).

3.1.METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL CONTROL DE LA FASE DE APOYO Y AEROTRIANGULACIÓN

Por lo que respecta al control efectuado sobre el apoyo citar a modo de resumen que se analizaron entre otros la nomenclatura utilizada de acuerdo al pliego de condiciones, las bases de datos con las coordenadas de los puntos de apoyo en ETRS89, las imágenes digitales utilizadas como pinchazo de los puntos, las imágenes y reseñas digitalizadas manteniendo la estructura e identificación definida por la dirección técnica, los ficheros RINEX, ficheros nativos resultantes de la descarga de datos desde los receptores GPS, la metodología utilizada, instrumentación y cálculo y ajuste del levantamiento GPS, software utilizado, precisiones obtenidas, resultados del procesamiento de baselneas y ajuste. De la aerotriangulación se realiza un primer control sobre todos los bloques revisando

los ficheros de definición del proyecto, el de cámaras (certificados de calibración), ficheros de puntos de control utilizados, ficheros de observaciones, resultados de la orientación interna y externa (informe de ajuste y compensación del bloque), distribución y coordenadas de los puntos de enlace y apoyo, residuos, etc.

Para evitar problemas en sucesivas fases (restitución, generación de modelos digitales, ortofotos, etc.) se realizó un control métrico de cada uno de los bloques, mediante la realización de mediciones estereoscópicas de modelos elegidos sobre cada una de las siete bloques. Básicamente los pasos utilizados en este control fueron:

- Elección de los modelos.
- Orientación interna y externa.
- Elección de los puntos de control y medición de los mismos.
- Comprobación y análisis de la calidad geométrica.

No obstante dentro de esta estructura y debido a que los pasos se encuentran íntimamente relacionados, podría perfectamente acometerse una reestructuración de los mismos según criterios personales, así por ejemplo, el segundo y tercer apartado podrían constituir un único paso, quedando por tanto un total de tres grupos, o por lo contrario, podría haberse subdividido el paso tercero en dos, quedando por tanto la elección de los puntos de control y la medición de estos puntos como dos partes diferentes.

3.1.1.ELECCIÓN DE LOS MODELOS

Las precisiones teóricas obtenidas en aerotriangulación con GPS varían en función de la distribución de los puntos de apoyo, de la configuración de la pasada, del recubrimiento y de las precisiones de los puntos de apoyo terrestre y aéreos (Lerma Gracia, J.L., 1992). En la elección de los

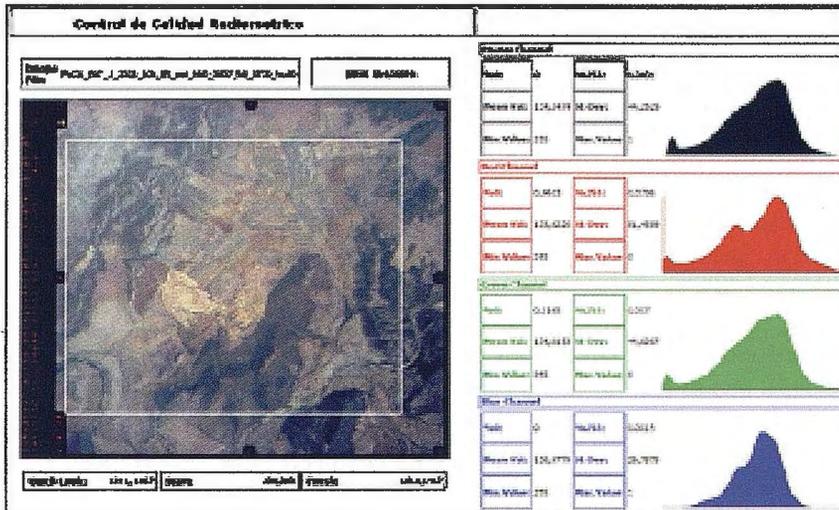


FIGURA 2 Imagen del control de calidad radiométrico de una foto escaneada

modelos sobre cada uno de los bloques se tuvieron en cuenta los criterios extraídos en diversas experiencias prácticas efectuadas en multitud de estudios empíricos (Ackermann, F., 1992). De las conclusiones que se extraen de estos estudios puede decirse a modo de resumen que donde podrían encontrarse los mayores errores en bloques aerotriangulados sería en los bordes del mismo y entre aquellas zonas donde exista una menor densidad de apoyo (Kraus, K., 1993), por ello, se eligieron siempre y cuando fue posible aquellos grupos de modelos situados lo más posible al borde de los bloques y sin puntos de posición conocida (apoyo en campo, vértices, etc) sobre ellos. En la figura 3 se muestra la elección de un grupo de modelos sobre el bloque POEX05_01. El número total de modelos sobre los que se efectuó el control fue de 275. En la tabla 2 se muestra el número de modelos seleccionados, cada una de las pasadas y el bloque en cuestión.

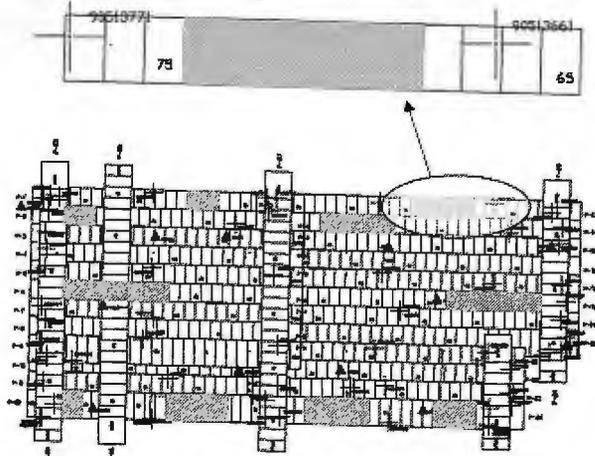


FIGURA 3 Elección de grupo de modelos dentro del bloque POEX05_01.

3.1.3. ELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL Y MEDICIÓN DE LOS MISMOS.

Está fase estuvo condicionada principalmente porque la fuente de información, es decir, las coordenadas de los puntos de control han sido obtenidas a partir de mediciones efectuadas sobre la cartografía que se disponía con precisión 1:5000. La mayoría de los puntos elegidos en esta fase cumplieron las condiciones de estar definidos por alineaciones rectas (intersección de caminos, esquina de piscinas, alambradas, etc), estar situados en las zonas de más débil pendiente para poder posicionarnos correctamente en altimetría. Se eligieron un total de cuatro puntos de control por modelo, de tal forma que uno de ellos tendría que cumplir el criterio de aparecer en el siguiente modelo. La distribución del control que a priori que se intentó establecer fue la de repartirlos homogéneamente sobre las esquinas del bloque, cosa que no fue siempre

Bloque: PNOEX06_01		Bloque: PNOEX06_02		Bloque: PNOEX06_03	
Nº Pasada	Nº Modelos	Nº Pasada	Nº Modelos	Nº Pasada	Nº Modelos
P6	4	P2	5	P3	5
P10	7	P6	6	P5	6
P14	5	P9	5	P10	7
P27	8	P18	3	P17	4
P33	4	P21	14	P23	5
Total=28		Total=35		Total=27	

Bloque: PNOEX05_01		Bloque: PNOEX05_02		Bloque: PNOEX05_03		Bloque: PNOEX05_04	
Nº Pasada	Nº Modelos						
P1-P13	9	P3	9	P2	7	P4	5
P2	10	P7	10	P6	8	P5	8
P6	9	P11	9	P11	3	P7	12
P12	7	P15	8	P16	6	P10	9
P18	9	P23	5	P13	8	P12	7
P24	7	P33	6	Total=32		P13	14
Total=51		Total=47		Total=55			

TABLA 2 Elección de grupo de modelos por bloque.

3.1.2. ORIENTACIÓN INTERNA Y EXTERNA

Para cada uno de los modelos anteriormente elegidos se efectuó la orientación interna manual de cada imagen, midiéndose las ocho marcas fiduciales. Se realizó esta operación para chequear sobre cada una de las imágenes que todas las marcas fuesen perfectamente visibles y poder comparar los errores medios cuadráticos con los entregados. En todos los casos se comprobó que el error medio cuadrático no superó las 10 micras tal y como marca el pliego de condiciones técnicas. Efectuadas las orientaciones internas se introdujeron los parámetros de orientación externa ($x_0, y_0, z_0, \omega, \phi, \kappa$) obtenidos en la aerotriangulación y se efectuó una exploración rápida de cada una de los modelos para poder localizar errores groseros ya que los ángulos (ω, ϕ, κ) calculados para cada imagen presentaban en ciertos casos graduaciones angulares diferentes a las exigidas en el pliego. Se fueron solventando estas deficiencias y comprobando por tanto el material recibido.

Pasada n°: 3										
Modelo: 35561-35562										
Pto	X	Y	Z	X	Y	Z	α_x	α_y	α_z	
1	253903.42	4280832.02	482.61	253993.905	4280833.667	461.98	Eq. Ruinas	-0.48	-0.75	0.63
2	254823.01	4281622.76	435.31	254823.045	4281623.53	434.73	Eq. Líado	-0.64	-0.77	0.58
3	257259.79	4283339.34	436.48	257260.172	4283340.187	435.14	Eq. Corca	-0.38	-0.85	1.54
4	257343.78	4282916.08	406.49	257344.167	4282916.504	406.99	Eq. Corca	-0.39	0.08	-0.50
Modelo: 35563-35564										
1	257343.78	4282916.08	406.49	257344.177	4282916.544	405.89	Eq. Corca	-0.78	-0.46	0.89
2	258047.78	4279823.78	442.85	258048.33	4279823.876	442.82	Eq. Nave	-0.35	0.08	-0.77
3	259779.73	4279999.11	428.85	259780.486	4279999.249	427.24	Eq. Ruinas	-0.67	-0.14	0.82
4	259943.39	4283208.14	449.31	259944.912	4283208.02	448.53	Eq. Corca	0.59	0.12	0.79
Modelo: 35564-35566										
1	259555.30	4283292.14	449.37	259556.742	4283297.82	448.77	Eq. Corca	0.56	0.32	0.55
2	261212.32	4281100.50	466.46	261213.967	4281100.285	466.95	Eq. Pista Dep.	-0.85	0.36	-0.47
3	261620.71	4280692.30	481.30	261621.486	4280692.147	480.56	Eq. Albenza	-0.77	-0.65	0.74
4	262317.49	4281782.76	483.38	262318.38	4281781.697	482.76	Eq. Tapia	-0.89	1.11	0.52
Modelo: 35566-35568										
1	262317.49	4281782.76	483.38	262318.68	4281781.957	482.47	Eq. Tapia	-1.19	0.80	0.51
2	263481.38	4282477.53	451.71	263481.662	4282477.25	454.97	Eq. Piscina	-1.08	0.30	0.74
3	263744.29	4281349.29	514.23	263745.388	4281349.723	514.87	Eq. Nave	-1.10	0.57	-0.50
4	263171.89	4280301.30	506.80	263172.69	4280300.566	505.87	Eq. Ruinas	-1.60	0.73	-0.77
Modelo: 35568-35568										
1	263171.89	4280301.30	506.80	263172.68	4280300.726	504.70	Eq. Ruinas	-0.59	0.57	0.40
2	263649.61	4282347.79	460.70	263651.217	4282347.432	460.27	Eq. Tapia	-1.60	0.36	0.43
3	263724.27	4280226.89	501.26	263725.047	4280226.972	501.96	Eq. Líado	-0.78	-0.68	-0.70
4	263182.82	4281843.71	451.68	263183.919	4281843.148	454.23	Eq. Piscina	-0.14	0.38	-0.58

TABLA 3 Coordenadas de puntos de control en la cartografía y en los modelos.

posible debido a que nuestra fuente era la cartografía disponible. El número total de puntos fue de 675. En la tabla 3 se detalla uno de los estadillos utilizados en esta fase, en la que puede observarse las coordenadas obtenidas sobre la cartografía y el modelo, el tipo de punto seleccionado y las diferencias encontradas.

3.1.4. COMPROBACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD GEOMÉTRICA.

Una vez medidos cada uno de los puntos tanto sobre la cartografía como sobre los modelos orientados con los datos de aerotriangulación, se procedió a realizar la comparación de las coordenadas como comprobación de los resultados obtenidos en el cálculo y ajuste de la aerotriangulación (tabla 4 y figura 4).

Bloque	Nº Ptos	σ_y	σ_z
PNOEX05_01	124	0.91	0.65
PNOEX05_02	160	0.77	0.57
PNOEX05_03	100	0.87	0.99
PNOEX05_04	103	0.91	0.79
PNOEX06_01	58	0.97	0.69
PNOEX06_02	49	0.82	0.95
PNOEX06_03	81	0.89	0.97

TABLA 4 Errores medios planimétricos y altimétricos por bloques

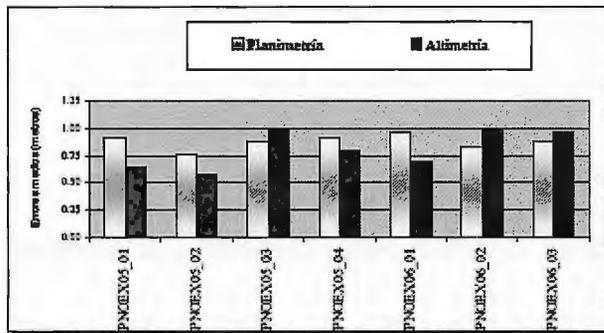


FIGURA 4 Distribución de errores medios planimétricos y altimétricos por bloques.

4. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MODELOS DIGITALES DE ELEVACIONES Y MOSAICADO

Una ortofoto digital es un producto cartográfico obtenido a partir de fotografías aéreas corregidas de cualquier tipo de distorsión motivada por las condiciones de la toma, es decir, debidas al relieve y a la inclinación del eje óptico. Consiste en transformar la geometría cónica del fotograma a una perspectiva ortogonal, de este modo una ortofoto muestra la misma calidad geométrica que un mapa, y por tanto esta dotada de métrica y escala.

Actualmente la ortofotos digitales se obtienen a partir de la digitalización de fotografías aéreas, parámetros de orientación y modelo digital de elevaciones (MDE) realizados automáticamente en estaciones fotogramétricas digitales y a partir de ellos, se corrige la posición de cada uno de los píxeles que forman la ortofoto digital para llevarlos a la posición que deberían tener si cada elemento de la fotografía se hubiera realizado desde su toma vertical y a una altura variable para cada uno de ellos, de tal modo que

aparezcan representados a la misma escala.

A partir de esta relación se realiza una transformación de la imagen original a la rectificadas y se aplica una técnica de remuestreo que consiste, en realizar una interpolación para definir la posición en cada píxel por números enteros y permitir el almacenamiento de la imagen. La imagen obtenida corresponde a una fotografía, pero para obtener una ortofoto habrá que realizar un mosaicado de las 16 ortofotos que componen una hoja del MTN50 y finalmente aplicar técnicas de tratamiento de imágenes para mejorar y realzar el color.

4.1. METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología seguida en el control de ortofotos y de modelos digitales de elevaciones consta de cinco fases, en las que se realizan estudios de control de calidad en las breaklines, TIN, MDE, MDS y por último de las ortofotos. La tabla 5 muestra las distintas fases de estudio.

FASES EN EL CONTROL DE ORTOFOTOS Y MDT	
FASE I: BREAKLINES.	
I.1. Control omisión de breaklines.	
FASE II: TIN.	
II.1. Comprobación de rebase 100m.	
II.2. Comprobación de breaklines sobre TIN.	
FASE III: MDE formato ráster.	
III.1. Comprobación rebase mínimo 100m.	
III.2. Editar visualización de anomalías en Z.	
III.3. Editar datos ráster.	
III.4. Calidad geométrica.	
FASE IV: MDS formato ráster.	
FASE V: Ortofoto.	
V.1. Comprobación rebase 100m.	
V.2. Editar datos ortofoto.	
V.3. Comprobación caso geométrico.	
V.4. Comprobación radiometría.	
V.5. Calidad geométrica.	

TABLA 5 Fases en el control de calidad de MDT y Ortofoto

4.2. ETAPAS EN LA REALIZACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO Y MOSAICADO DE ORTOFOTOS

4.2.1. FASE I: BREAKLINES

Se procede a realizar un control de omisión de las breaklines, analizando las correspondientes a carreteras y caminos asfaltados, caminos, zonas de agua embalsada, ríos y vaguadas, terraplenes y desmontes, núcleos de población, obras de fábrica,... Para realizar este control se utilizan ortofotos y los archivos de breakline (fig. 5).

4.2.2. FASE II: TIN

Se realiza un control de rebase de el rebase de 100m del fichero especificado en el pliego de prescripciones técnicas del PNOA y posteriormente un control sobre la red irregular de triángulos (T.I.N. "triangular irregular network"), que definen la superficie del terreno, siendo generada automáticamente en las estaciones digitales a partir de los puntos de muestreo.

Dentro del TIN se comprobará si se han tenido en cuenta en su realización los siguientes elementos estructurales del terreno, correspondientes a las breaklines.

4.2.3. FASE III: MDE formato ráster

En esta fase se comprueba el rebase de 100m que debe tener el MDE según indica el pliego de prescripciones téc-

nicas del PNOA y a continuación se realiza un análisis del MDE en formato ráster, consistiendo el método seguido en realizar un análisis visual para detectar los posibles errores de altitud en el modelo, para ello se utilizan las ortofotos en el sistema geodésico ETRS89 y el MDE ráster y manualmente se van comprobando los valores de altitud a través de la orto.



FIGURA 5 Ejemplo de Breaklines y Ortofoto de la hoja 731_32

La última fase del análisis del MDE consiste en realizar un control geométrico del mismo, para lo cual se selecciona una muestra aleatoria y homogénea de puntos sobre la cartografía y se compara la altitud de estos puntos con la altitud que presentan en los MDE. De la muestra de puntos se detectan aquellos que superan los valores de tolerancia según pliego de prescripciones técnicas del PNOA ($T_{emcZ} < 2m$, $T_{emaxz} < 4m$) (fig. 6).



FIGURA 6 Situación de puntos de control en el MDE y de los puntos con errores superior a 4 m, correspondientes a la hoja n° 653_12

Por último se aplica el test de control posicional, en concreto el test NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy), que permite obtener la exactitud altimétrica al 95% de nivel de confianza. Este test de calidad está basado en el error medio cuadrático en altitud. (Exactitud en $Z = 1.96 * emc$).

4.2.4. FASE IV: MDS formato ráster

El Modelo Digital de Superficie (MDS) debe ser distinto al MDE, al tener en cuenta las obras de fábrica de la zona de estudio, como son: existencia de carreteras, autovías, puentes, presas... que se encuentren a diferente altura del terreno. Para realizar este análisis se localizan, mediante edición visual, las ubicaciones donde existen estos elementos de obras fábrica dentro de la zona de estudio y comprobar si han sido tenidos en cuenta en la elaboración del

MDS. Posteriormente se calculan las diferencias entre MDE y el MDS, comprobándose si estas zonas de diferencia (fig. 7) corresponden a zonas de obras de fábrica.



Figura 7. Diferencia de elevaciones entre el Modelo Digital de Elevaciones y el Modelo Digital de Superficies correspondientes a la hoja 622_42.

4.2.5. FASE V: Ortofoto

Esta fase se realiza sobre el mosaicado de ortofotos realizadas. En primer lugar se comprueba mediante la edición de las ortofotos si cumplen el pliego de prescripciones técnicas del PNOA, referente a tamaño de píxel, datos radiométricos como número de bandas, número de bits por bandas, niveles de tonos para cada banda, orientación Norte, si dispone o no de cabecera y el rebase de 100m. El paso siguiente es comprobar el case entre ortofotos colindantes. Para ello se seleccionan un grupo de 10 puntos situados homogéneamente en la zona de solape entre dos ortofotos colindantes y se mide la diferencia entre sus coordenadas, debiéndose obtener un valor menor del tamaño del píxel (0.5m) según Pliego de Prescripción Técnica del PNOA.

A continuación se estudiará la radiometría del mosaicado de ortofotos, para lo cual se realiza un análisis incidiendo en las zonas de case entre pasadas para detectar degradación en el color del mosaico, zonas difuminadas, cortes entre pasadas, desplazamientos entre las pasadas, zonas de pixelado y borrosas, diferencias de elementos en la zona de solape.

Consecutivamente se realiza un análisis por bandas, para lo cual se comparan cada una de las tres bandas que forman la imagen cada dos ortofotos colindantes, determinando de esta manera el porcentaje de píxeles erróneos y el tipo de distribución que siguen, bien homogénea, por bandas, por grupos o píxeles aislados.

Posteriormente se realiza una observación manual de la radiometría interna de la ortofoto, para localizar aquellas zonas que muestren zonas borrosas, zonas pixeladas, deformaciones en vías de comunicación y en terreno natural, desplazamientos internos, , manchas, pelos, rayas..., que se muestren visibles a escala 1/10.000.

Finalmente se realiza un control de la calidad geométrica de la ortofoto en planimetría, para lo cual se debe utilizar un mínimo de 28 puntos de control por ortofoto, tomados sobre cartografía y en su mayoría en cruces de caminos, cambios de cultivos y carreteras, y se aplica el test de control posicional NSSDA, de este modo se obtiene la exactitud planimétrica al 95% de nivel de confianza de la ortofoto.



EL CONOCIMIENTO DE LA SEQUIA FORTALECE LAS ESTRATEGIAS CUBANAS.

MSc. Obllurys Cárdenas López. MSc. Ada Rosa Roque Miranda.

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

INTRODUCCION.

La demanda generada por el sistema naturaleza-economía-población en una determinada región, a lo largo de un cierto período de tiempo, puede ser satisfecha por el suministro que es capaz de realizar el sistema climático. Cuando el aporte resulta inferior a la necesidad se está en presencia de una deficiencia hídrica que pudiera o no devenir en sequía, en tanto que la existencia de ella ocurre a partir de que la precipitación resulta inadecuada para una actividad específica, o se produzca la falta de abastecimiento para satisfacer los requerimientos (Rivero, 2000)

La insatisfacción de la demanda de agua o sequía resulta una de las causas fundamentales de desastres a escala mundial dejando a su paso severos trastornos medioambientales, económicos y socio-políticos. Cada año desaparecen millones de hectáreas de tierras productivas y se registran pérdidas millonarias debido a la degradación de los suelos y la decreciente productividad agrícola.

Los desastres son, en gran medida, problemas no resueltos del desarrollo. En el caso de aquellos causados por la falta de agua, se debe a que los modelos imperantes ignoran el manejo sostenible de este recurso, exponen a las comunidades a los riesgos de dicho fenómeno. Es difícil determinar con precisión como los humanos están alterando el ciclo hidrológico, no obstante, las relaciones entre el medio ambiente, el desarrollo y las sequías son suficientemente claras.

<http://www.medioambiente.cu/noticia.asp?id=2033&>

La misma está considerada como el principal azote climático, ya que existen muy pocas regiones en el mundo que no la padezcan (Howard, 1980).

Un ejemplo claro de lo antes expuesto lo tenemos en el año 1959, este fenómeno en el noreste de Brasil obligó a varios millones de personas a abandonar sus hogares para no morir de hambre. Los datos presentados por los expertos demuestran que, entre 1991 y 2000, sólo las sequías fueron responsables de más de 280.000 pérdidas de vidas humanas, representando el 11% del total de desastres relacionados con el agua.

En ciertas partes de África han sido letales, de hecho a principios de los años 70 del siglo XX, cientos de miles de personas murieron por dicha causa en la porción Sub-Sahariana. Según hechos y pronósticos, en el período 1997 - 2020, podría obligar a unos 60 millones de personas a desplazarse desde las zonas desérticas del Norte de este continente y Europa (UNESCO, 2003).

En nuestro país se hacen cada vez más evidentes los problemas asociados al fenómeno de la sequía, pues el nivel

del agua se ha reducido mucho, lo que significa graves problemas para el abasto de agua para la población, dificultades en los renglones económicos de la pesca, la agricultura, la frecuencia de aparición de grandes incendios, la reducción de la cobertura boscosa, pérdida de la diversidad biológica, en fin toda la economía sufre los efectos de la sequía.

Expertos en la materia sostienen que aunque es evidente que la acción del hombre interviene en los procesos naturales, y la sequía es fundamentalmente una consecuencia normal de la variabilidad meteorológica que caracteriza al clima, de una región determinada, cuando es prolongada, puede convertirse en desastre por su alcance espacial, que abarca extensas áreas y afecta a gran cantidad de personas, causando graves problemas económicos y sociales. La sequía es un fenómeno de lento desarrollo pero no menos nefasto que otros desastres, ya que tiene una mayor duración.

Como es conocido, la sequía resulta una de las causas fundamentales de desastre a escala mundial, causando severos trastornos al medio. Aunque su ocurrencia no provoca el impacto violento de las grandes catástrofes como los tsunamis, terremotos y huracanes, sí ocasiona una degradación lenta de la calidad de vida de población y la naturaleza.

Según el Centro de Investigaciones sobre Epidemiología de los Desastres (CRED) con sede en Bruselas, en el período (1992-2001), en Asia, perdieron la vidas más de 420.000 personas por causas de las sequías y por la hambruna, cifra que representa el 80% de las muertes por desastres naturales en todo el mundo.

Dicho fenómeno se sitúa entre los desastres naturales que mayor número de muertes y damnificados producido en el mundo, en el mencionado decenio.

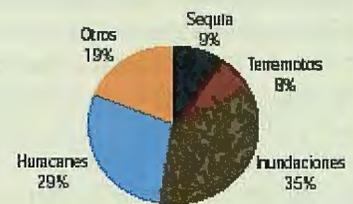
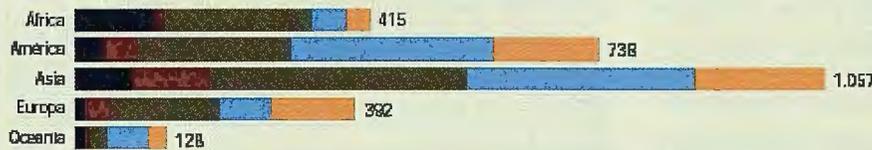
Por otra parte, en Centroamérica los devastadores efectos de la sequía que azotó la región en el año 2001 son comparables con los efectos del huracán Mitch en 1998, según el Centro de Investigaciones sobre Epidemiología de los Desastres (CRED) con sede en Bruselas, en el período (1992-2001), en Asia, perdieron la vidas más de 420.000 personas por causas de las sequías y por la hambruna, cifra que representa el 80% de las muertes por desastres naturales en todo el mundo.

Dicho fenómeno se sitúa entre los desastres naturales que mayor número de muertes y damnificados producido en el mundo, en el mencionado decenio.

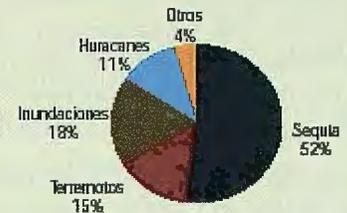
LO QUE OCURRIÓ EN UN DECENIO (1992-2001)

■ Sequía ■ Terremotos ■ Inundaciones ■ Huracanes ■ Otros

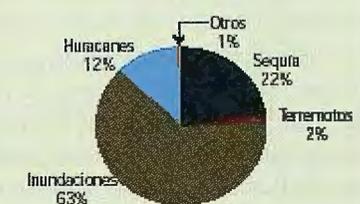
2.730 desastres naturales



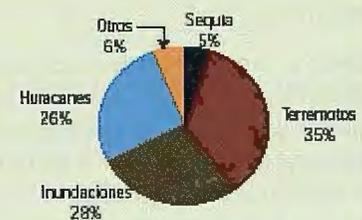
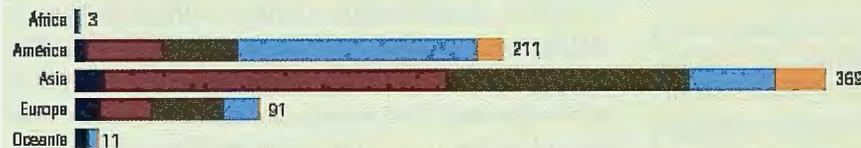
535.416 muertes notificadas



2.000 millones de damnificados



US\$684.000 millones en daños estimados (precios de 2001)



Fuente: Centro de Investigaciones sobre la Epidemiología de los Desastres.

Gráfico # 1: La Sequía y sus efectos entre los Desastres Naturales a nivel Mundial. Según Finanzas & Desarrollo (2003).

La sequía es un fenómeno nocivo, conocido desde los inicios de la sociedad, un poderoso enemigo natural que puede ser estudiado desde diferentes aristas, lo que dificulta la existencia de una definición única, pero con la existencia de un denominador común para todas, la escasez de lluvia.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) definió la sequía como: "un período de condiciones meteorológicas anormalmente secas y suficientemente prolongado, como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico" (OMM No 82, 1992).

Según los impactos que producen, dicha organización ha identificado cuatro tipos de sequías:

Meteorológica: Cuando la precipitación es muy inferior a lo esperado en una amplia zona y para un largo período de tiempo.

Agrícola: Cuando la cantidad de precipitación y su distribución, las reservas en agua del suelo y las pérdidas debidas a la evaporación se combinan para causar disminuciones considerables del rendimiento de los cultivos y del ganado.

Hidrológica: Ocurre cuando hay un déficit continuo en la escorrentía en superficie y alcanza ésta un nivel inferior a

las condiciones normales o cuando disminuye el nivel de las aguas subterráneas.

Social o Económica: Se atribuye a efectos naturales, pero también sociales. Está representada por la escasez de agua inducida por una falta de balance

ANÁLISIS DE LA SEQUÍA EN CUBA.

En la segunda mitad del siglo XX, el clima en Cuba ha transitado hacia condiciones que están caracterizadas por el incremento de la temperatura superficial del aire y una mayor influencia del evento El Niño / Oscilación del Sur (ENOS), pudiendo apreciarse el aumento de la frecuencia e intensidad de eventos de sequías moderadas y severas; el incremento de la proporción de totales de lluvia en invierno, asociadas a eventos de grandes precipitaciones, así como mayor capacidad destructiva de las líneas de tormentas frontales y tormentas locales severas. Estas condiciones, en el decenio en curso, se han intensificado. En nuestro país la evaporación es elevada, con valores de hasta 2 300 mm en el Valle del río Cauto y en la costa sur de Guantánamo. Las magnitudes más bajas de este importante componente del balance hídrico corresponden a las regiones montañosas donde alcanzan alrededor de los 1 100 mm anuales.

El análisis espacial de la repetibilidad de los déficit en los acumulados anuales de las lluvias durante el período 1971-1990 reflejó importantes afectaciones al sur de la provincia de Pinar del Río, La Habana, Sancti Spíritus y Guantánamo, así como otras regiones específicas en el país, en las cuales el período de retorno es de dos veces cada cinco años, e incluso una vez cada dos años como es el caso de la porción más Suroriental de Guantánamo.

El cálculo de los índices de aridez climáticos ha revelado la existencia de núcleos semiáridos en la porción sur de Santiago de Cuba y Guantánamo, mientras que las zonas subhúmedas abarcan buena parte de la región oriental, las costas de Camagüey y algunas otras zonas aisladas del país.

Estos elementos, ponen de manifiesto la urgente necesidad de que en Cuba se preste cuidadosa atención a los reiterados y nocivos eventos de sequía, que combinados con altas tasas de evaporación originan el agotamiento de los suelos y la disminución de las reservas de agua subterráneas. En ocasiones incluso, las fuertes tensiones ejercidas sobre la vegetación y el clima en general, se agravan mucho más, cuando la sequía es interrumpida por episodios de lluvias torrenciales que son causantes de intensos procesos erosivos en los suelos que para entonces presentan una pobre cubierta vegetativa y un alto drenaje superficial.

El uso y manejo de las tierras es la causa fundamental de la desertificación en el país, lo cual, combinado con los ambientes secos y subhúmedos secos han originado que del área total de tierras, el 53,8% está afectada por la salinidad; el 23,9% por la erosión; en el 14,5% actúan ambos factores a la vez y 7,7% presenta degradación de la cubierta vegetal.

En el año 1959 la cantidad de agua embalsada en Cuba era solamente de unos 28 millones de m³, actualmente esta cifra es superior a los 9 mil millones de m³. Indudablemente el rol de las presas es muy importante para evitar las inundaciones y almacenar agua para distintos usos tales como abasto a la población, agricultura, acuicultura, entre otros. No siempre la construcción de estas obras hidro-técnicas resuelven las demandas de agua, bien porque no existe la obra donde tiene lugar la alimentación pluvial o porque el agua embalsada no es utilizada a su máximo límite de explotación.

A pesar de los esfuerzos realizados por introducir tecnologías más eficientes y modernizar los sistemas de riego, todavía se emplean numerosas técnicas poco efectivas, un ejemplo es en la producción de arroz, cuyos valores de eficiencia han llegado en ocasiones hasta el 33.6% (INRH-CENHICA, 1999).

De todos los desastres causados por fenómenos naturales, las sequías, son las que tienen mayor impacto económico y pueden afectar al mayor número de personas. Los terremotos y ciclones pueden tener una gran intensidad física pero son de duración corta y su impacto geográfico es limitado. El número de muertes ocasionadas por dichos desastres puede ser muy alto si resultan afectadas áreas densamente pobladas. En contraste, las sequías afectan

grandes extensiones geográficas, llegando a cubrir países enteros o regiones de continentes, y pueden durar varios meses o, en algunos casos, hasta varios años. Invariablemente, tienen un impacto directo y significativo sobre la producción alimenticia y la economía en general.

Las afectaciones más grandes de la sequía se reportan en el sector agrícola, ganadero, forestal y en otros cultivos agrícolas. En todo el mundo no ocurre lo mismo.

Sector Agrícola.

Aunque las inundaciones y otros cataclismos provocan mayor conmoción social, los daños económicos de la sequía parecen de superior magnitud, a juzgar por los desembolsos de la Empresa del Seguro Estatal Nacional (ESEN). En los últimos cinco años, las indemnizaciones pagadas por el área de Seguros Agropecuarios a los agricultores y ganaderos afectados por la carencia de lluvias (más de 218 millones de pesos) duplican a las indemnizaciones por huracanes (unos 111 millones). "Incluso, en un año de ciclones como 2001 la sequía nos hizo pagar más de 60 millones de pesos, mientras por los destrozos provocados por el Michelle pagamos unos 40 millones", comenta Roberto Vázquez, subdirector de la Unidad Estratégica de Negocios de la ESEN.

Sector Ganadero.

La ausencia de precipitaciones provoca la muerte anual de varios miles de cabezas de ganado vacuno, equino y ovino-caprino, al agotarse las fuentes de abasto de agua, lo cual perjudica también a plantaciones forestales jóvenes.

Hoy en las vastas llanuras cubanas la estrategia es proteger los vacunos, sobre todo, la masa hembra joven e integrar voluntades para mover miles de cabezas hacia lugares con determinado nivel de aseguramiento en agua y alimentos, recursos imprescindibles para el sostenimiento de los animales. Una inmensa masa ganadera es atendida llevándole agua a través de pipas, otra cantidad se depaupera y hay que sacrificarla. Dentro de la estrategia para preservar la ganadería se utilizan como áreas de forraje plantaciones de caña de demolición.

Por los pronósticos de los científicos y estudiosos del clima, los ganaderos saben que habrá que coexistir con la sequía, de ahí que estén trabajando para buscar una salida definitiva a los problemas del agua, con molinos de viento, limpieza de diferentes tipos de bombas y la ayuda cooperada del Centro Integrado de Tecnología Aplicada (CITA), de Recursos Hidráulicos.

Sector Forestal.

Un estrés de agua prolongado puede causar graves daños en el ecosistema forestal como, por ejemplo, su defoliación y el deterioro de las copas de los árboles y, como consecuencia, la reducción del espesor de los anillos corticales y de la producción de madera.

Los árboles que sufren los efectos de la sequía se verán afectados, con más frecuencia, por plagas y enfermedades secundarias de insectos y hongos. En el caso de las sequías hay que prestar una atención especial a los incendios forestales por la gran magnitud de pérdidas económicas y ecológicas que pueden acarrear.

En las zonas en donde la contaminación es menor, la resistencia de los árboles contra la sequía es mayor, mientras

que en aquellas otras en las que la concentración de partículas contaminantes en el aire es más elevada, los efectos de la sequía también se intensifican.

Según el reciente informe ejecutivo del IPCC (Programa Internacional de Cambio Climático), la mayor defoliación surgió en las regiones Subatlántica y Continental en donde, respectivamente, el 38% y el 34% de los árboles sufrieron daños. Los bosques en estas zonas de transición, de subhúmedas a subáridas, son muy sensibles a la frecuencia de las sequías.

PERSPECTIVAS DEL SISTEMA DE PREDICCIÓN DE LA SEQUÍA PARA LOS SECTORES MÁS AFECTADOS Y ACCIONES.

Se están perfeccionando los métodos de predicción que se utilizan a través de proyectos. La información es utilizada para trazar medidas estratégicas, por ejemplo la siembra de caña de azúcar. También se anuncian los períodos más críticos de la sequía a fin de que se dicten medidas tácticas de ahorro de agua y de siembra de cultivos menos consumidores del líquido.

Agravada por una sequía que cada año se prolonga varios meses en las cinco provincias orientales, en Cuba se aplican medidas alternativas para el mejor aprovechamiento del riego y el drenaje de los suelos, en la búsqueda del mayor rendimiento de las plantaciones agrícolas.

A ese propósito, se añaden progresivamente el uso de materias orgánicas sustitutas de fertilizantes industriales para alimentar la tierra y el empleo del bombeo mediante sistemas electroenergéticos destinados a abaratar los costos en la irrigación de las áreas.

Con diferentes métodos aún sometidos a procesos racionales de consumo de combustible y materias primas, la Isla debe rebasar este año los resultados que la ubican con poco más del 60 por ciento del total de las actuales plantaciones cultivables alimentadas por el riego y el drenaje.

Más de 60 proyectos encaminados a la lucha contra la desertificación desarrolla la ONG cubana Sociedad Cultural José Martí, cuya estrategia prioriza la creación de jardines, bosques y áreas protegidas. Su función radica en proteger la diversidad biológica en general, particularmente las especies en peligro de extinción, y conservar los suelos, ante el grave peligro que cierne sobre el planeta. Sus acciones buscan revertir la situación en la cuenca del Río Cauto, el mayor de Cuba, y la zona de Imías, en Guantánamo, por ser las provincias orientales donde más se siente esta afectación.

Para conocer la problemática se agrupan las acciones en: Factores Favorables y Factores Desfavorables.

Factores Desfavorables.

- Poca conciencia ambientalista de los pequeños agricultores.
- Violación y no cumplimiento de regulaciones para minimizar el impacto negativo que generan los procesos productivos al medio. Ejecución de proyectos, obras y acciones no sometidas al proceso de evolución de impacto am-

biental desconociendo la legislación ambiental vigente. Ineficiencia en los mecanismos institucionalizados para orientar y fiscalizar esta actividad. Inadecuada conducción y aplicación del proceso inversionista.

- Falta de políticas y/o de un programa ambiental en los Organismos productivos involucrados.
- Insuficiente educación, capacitación y divulgación de la protección ambiental. Insuficientes políticas de educación y divulgación ambiental en los sectores económicos directamente vinculados con el tema. Insuficiente inclusión de la dimensión ambiental en los programas de capacitación de los organismos productivos.
- Manejo inadecuado de las tecnologías de cultivos. Carencia de un sistema de extensionismo que le llegue a todos los productores. Falta de sensibilización, indisciplina tecnológica. Desarraigo de las tecnologías tradicionales y conocimientos locales.
- Falta de ordenamiento territorial.
- Insuficiente ritmo de aplicación de medidas antierosivas.
- Violación de la disciplina tecnológica.
- Insuficiente ritmo en el saneamiento de cárcavas de variedades dimensiones
- Calentamiento Global.
- Elevada evaporación y existencia de núcleos semiáridos en la porción sur de Santiago de Cuba y Guantánamo.
- Deforestación.
- Agricultura migratoria
- Mal manejo de los suelos en la montaña (pastoreo incontrolado, aumento de las tumbas, desbroce y quema)

Factores Favorables.

- Presencia de una Comisión Provincial de Lucha contra la Desertificación y la Sequía formada por todos los organismos provinciales y donde tienen en cuenta acciones a corto, mediano y largo plazo.
- Amplia divulgación sobre la sequía, tanto televisiva, radial, prensa escrita así como entrevista a los especialistas del tema.
- Monitoreo de los incendios forestales.
- Existencia de Planes de Reforestación de los cuerpos de agua y las Fajas Hidrorreguladoras teniendo en cuenta el uso de sp. frutales y plantas autóctonas del lugar.
- Se continúa la producción y aplicación de biofertilizantes, humus de lombriz y compost en función de los planes de siembra y producción a pesar de las condiciones de sequía imperantes así como el uso de abonos verdes e incorporación de restos de cosecha.
- Cultivo de plantas resistentes a la sequía (yuca, plátano burro)
- Se construyen y rehabilitan molinos de para mejorar el

abastecimiento de agua a las instalaciones de la ganadería.

- Sistema de Predicción, monitoreo y alertas tempranas de la ocurrencia de sequías, más fortalecido.
- Evaluación de impacto ambiental producido por la sequía.
- Interés del Gobierno en resolver los problemas relacionados con la sequía.
- Existencia de Políticas Internacionales de lucha contra la sequía.
- Creciente concientización en el sector ciudadano.

La complejidad de los efectos de la sequía requiere de un procedimiento preventivo para reducir el riesgo. Para disminuir la vulnerabilidad respecto a la sequía los gobiernos tienen que formular medidas políticas con unos objetivos claros y establecer un plan adecuado para conseguirlos.

Es difícil estimar la cantidad de agua que se necesita para mantener estándares de vida aceptables o mínimos; sin embargo, la ONU considera que cuando la disponibilidad per cápita alcanza valores inferiores a los 1.000 m³/hab/año, la situación de escasez es crítica, y una vez que un país sufre de escasez, ésta puede amenazar la producción de alimentos, obstaculizar el desarrollo económico y dañar los ecosistemas

BIBLIOGRAFIA.

1. Lapinel, B. y Roque A., R (2003): Sexta sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención de las Naciones Unidas, La Habana, Cuba.
2. <http://enso.unl.edu/ndmc/handbook/10step/process.htm> - The Basics of Drought Planning: A 10-Step Process.
3. <http://www.camaguey.cu/Noticias/camaguey/2005/sequia.170205.php> - Ganaderos de Camagüey
4. <http://www.radioreloj.cu/otrasnoti1/otras9-8-02.htm> - Reportan daños por sequía en Guantánamo
5. <http://www.bohemia.cubaweb.cu/2004/JUN/03/SUMARIOS/ENCUBA/recuadro-sequia-cuesta.html>
6. <http://www.bohemia.cubaweb.cu/2004/JUN/03/SUMARIOS/encuba/provincias-orientales.html> Ensayamiento con los orientales
7. <http://www.radioangulo.cu/diario/2004/septiembre/090904/indemnizaciones.html> - Economía. Indemnizaciones millonarias por sequía en Holguín
8. <http://www.radiosurco.islagrande.cu/julio04/1304/disminuye.htm> - Disminuye producción de leche en Ciego de Ávila con la actual sequía.
9. <http://www.ahora.cu/valores%20agregados/exportaciones%20cubanas/noticias/noticias7.htm> - Noticias
10. <http://www.redciencia.cu/misionambiental/diagnostico.htm> - Síntesis del diagnóstico de la desertificación y la sequía en Cuba. Caracterización del archipiélago cubano

Noticias

Autodesk adquiere los activos de 3D Geo GmbH

• La compañía continúa con sus planes de expansión.

Autodesk adquiere los activos de 3D Geo GmbH, fabricante de software de estructuración urbana en 3D, con el objetivo de mejorar sus soluciones geoespaciales como AutoCAD Map 3D.

La compra de estos activos permitirá a Autodesk ofrecer a sus usuarios software y servicios eficaces para crear, agregar, analizar, administrar y distribuir a gran escala bases de datos que ofrecen un modelo de paisaje urbano de gran riqueza visual. En este sentido los profesionales podrán visualizar la infraestructura urbana y diseños de toda una ciudad a escala.

De acuerdo con Lisa Campbell, vicepresidenta de Autodesk Geospacial, "esta adquisición amplía la capacidad de Autodesk para ayudar a los clientes a visualizar la infraestructura urbana y diseños de toda una ciudad a escala. Estamos muy orgullosos de trabajar con los clientes, socios y empleados de 3D Geo GmbH".

Acerca de AutoCAD Map 3D

AutoCAD(r) Map 3D es una plataforma de ingeniería para crear y gestionar datos espaciales que conecta CAD y GIS. AutoCAD Map 3D ofrece acceso directo a formatos de datos usados en diseño y GIS.

Esta solución permite utilizar herramientas de AutoCAD para mantener una amplia variedad de información geoespacial, e integrar funciones GIS en los procesos de diseño dentro de un solo entorno para crear flujos de trabajo más eficientes.

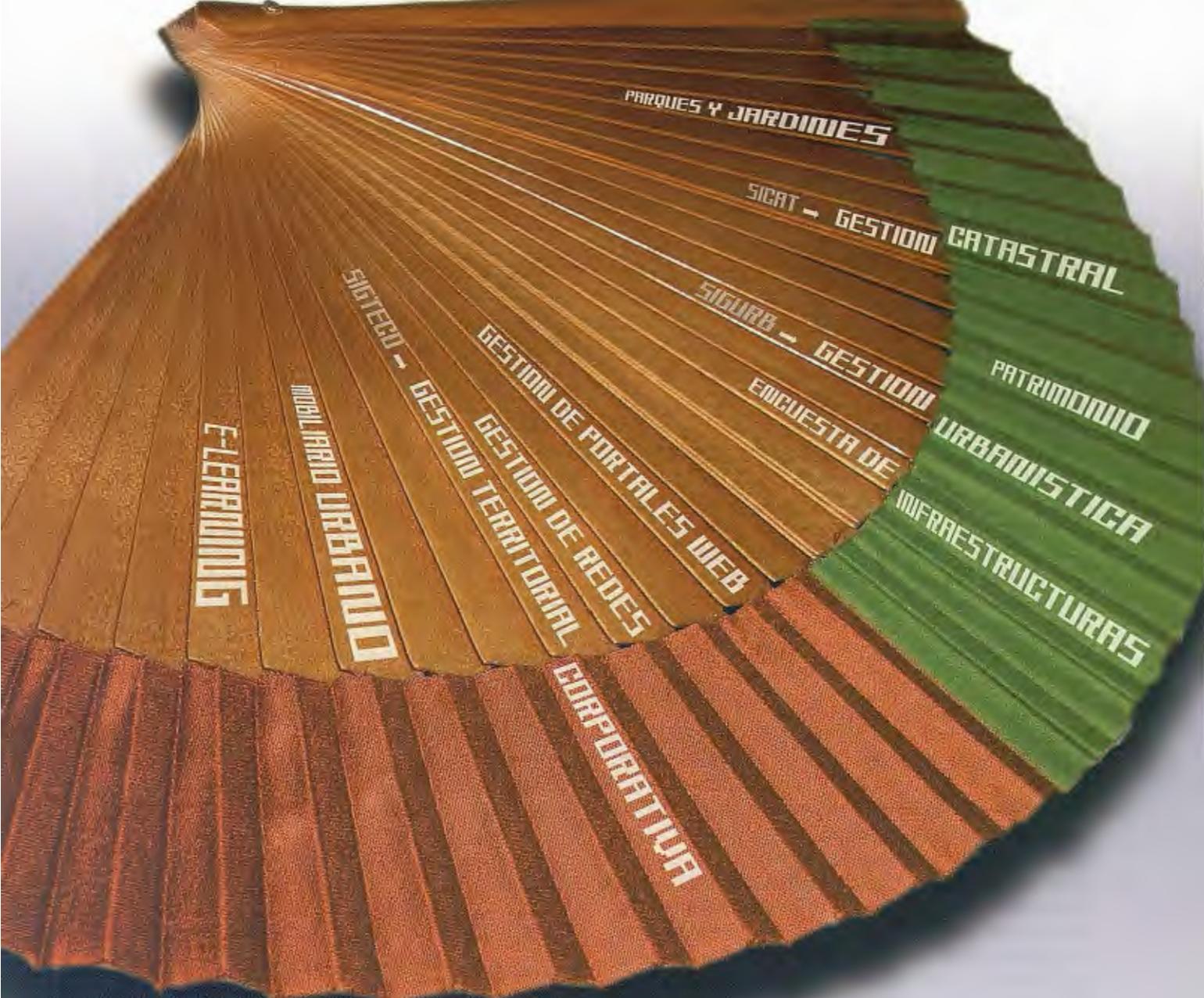
Los resultados son mejores diseños, mayor productividad y datos de mejor calidad. En combinación con Autodesk MapGuide(r) Enterprise, AutoCAD Map 3D es la forma más veloz de publicar datos en entornos web.

Acerca de Autodesk

Autodesk, Inc es el líder mundial en la creación de software de diseño 2D y diseño 3D para los mercados de industria y fabricación, infraestructuras, arquitectura y construcción y medios y entretenimiento.

Desde la introducción de AutoCAD en 1982, Autodesk ha desarrollado el más amplio portfolio de soluciones para ayudar a los clientes a experimentar sus ideas antes de hacerlas realidad.

El índice Fortune tiempo y dinero, aumentar la calidad y fomentar la innovación. Actualmente ocupa el segundo lugar en la Lista Fortune 2007 de las Compañías más Admiradas y Respetadas, asimismo Autodesk ya supera los ocho millones de licencias.



la solución más sencilla



Sadim

grupohunosa

Sadim Sociedad Asturiana de Diversificación Minera S.A.

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

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



comercial@sadim.es www.sadim.es

COMUNICACIONES GPRS Y NTRIP EN PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL

GRPS & NTRIP COMMUNICATION IN CIVIL PROJECTS

Zazo Ferreras, Arturo J. SACYR. España
Frias Cruz, Manuel.SACYR. España

RESUMEN

Dentro del campo de la topografía las comunicaciones han jugado un papel predominante habiendo sido la comunicación bajo radiofrecuencia la más extendida y usada. Sin embargo, el nuevo marco legal en España, dentro del mundo de las telecomunicaciones, pone sobre la mesa una serie de inconvenientes ha solventar. Como alternativa a la comunicación por radiofrecuencia se encuentra la comunicación mediante sistema basados en la telefonía móvil (GSM/GPRS/3G).

El objetivo del presente artículo es mostrar como emplear las nuevas tecnologías de la comunicación en la implantación de las soluciones GPRS- NTRIP para el desarrollo de los proyectos de Ingeniería Civil, así como la presentación de los beneficios que reporta.

PALABRAS CLAVE: GPRS, NTRIP, GNSS, GPS, RTK, TOPOGRAFIA, SACYR, TRIMBLE

ABSTRACT

In the topographic field the communications have played a predominate role being the radio frequency communications the most used and extended. Never the less, the new legal framework in Spain, and throughout the world of telecommunications, has placed a series of inconveniences on the table to solve. Another alternative to radio communications is to find a communication system based in mobile phones (GSM/GPRS/3G). The objective of this article is to show how to use the new communication technologies in the implantation of the GPRS -NTRIP solutions for the development of civil engineering projects as well as the presentation of how they can profit.

1. ANTECEDENTES

La tecnología GPS/GNSS y en concreto los sistemas en tiempo real, RTK, han supuesto una evolución en el desarrollo de la topografía de obra desde finales de los años 90. En estos años, los equipos RTK han evolucionado rápidamente, disminuyendo su tamaño y peso de una manera importante, al tiempo que aumentaban sus prestaciones y capacidades de software. Sin embargo, el punto en común a lo largo de todos estos años han sido los sistemas de radio utilizados para comunicar la estación de referencia y los equipos de campo ("rovers"). Las radios UHF han sido y son una limitación importante en la cobertura de radio debido al rendimiento de las **frecuencias y potencias máximas** legales utilizadas, lo que obliga a que en obras lineales de gran extensión se deba emplear un **gran número de repetidores**, además de la obligación de solicitar licencias de uso para cada obra o trabajo.

La evolución de las comunicaciones móviles GPRS/3G han favorecido la evolución de la tecnología GNSS y la forma de comunicación entre la o las estaciones de referencia GNSS y los equipos de campo.

A lo largo de este artículo veremos como esta evolución en las comunicaciones ha ayudado por primera vez en España a la optimización de recursos y a solventar los problemas de comunicación con los que los equipos RTK y la forma en la que las correcciones se integraron de una forma íntegra en la red corporativa de datos de la empresa constructora SACYR, permitiendo un **importante ahorro de costes y un gran aumento de productividad**.

2. ANALISIS DE VIABILIDAD.

Para efectuar el análisis de viabilidad así como la determinación de los pros y contras del empleo de comunicaciones GRPS/3G y NTRIP Caster, se ha utilizado como centro de estudio el proyecto de construcción, de La Autovía de Barbanza, obra civil de carácter lineal que está siendo ejecutada por la empresa constructora Sacyr entre las localidades de Padrón y Ribeira (A Coruña) en la Comunidad Autónoma de Galicia, España. La longitud aproximada es de aproximadamente 40km y cuyo objetivo es la mejora de la actual vía rápida y reducir su alta siniestralidad.



FIGURA 1. IMPLANTACIÓN DE LAS ESTACIONES FIJAS GNSS EN LA AUTOVIA DE BARBANZA

En los trabajos previos de topografía se pudo observar que la **mayor dificultad** de la topografía de esta obra lineal serían las **comunicaciones vía radio** para enlazar las estaciones de referencia GNSS con los equipos de campo. Debido a la longitud de la obra (40Km), acompañada de la topografía montañosa de la zona, es necesario la implantación de al menos dos estaciones de referencia, de forma que ningún equipo de campo estuviese alejado más de diez kilómetros y poder mantener la precisión de los nuevos equipos de campo Trimble R8 GNSS. Sin embargo, el problema fundamental está en la **cobertura de radio y el elevado número de repetidores necesarios** para poder cubrir toda la longitud del proyecto, así como los emplazamientos donde instalar cada uno de los repetidores necesarios para dar cobertura al 100% del proyecto y evitar la presencia de zonas en "sombra".



FIGURA 2. VISTA GENERAL DE LA ZONA DE TRABAJO

Como se ha dicho anteriormente, debido a la dificultad puesta de manifiesto para la utilización de un método de comunicación convencional de radios UHF para los equipos GNSS, se analizaron otras opciones de comunicación basadas en la telefonía móvil, ya fuera GSM o GPRS/3G. La comunicación vía GSM ya había sido utilizada con anterioridad, pero presentaba grandes inconvenientes entre los que podemos destacar el elevado coste, al efectuarse la tarificación por tiempo, y la falta de integración dentro de la red corporativa de datos de SACYR. Así mismo esta opción hubiese requerido un módem o línea dedicada para cada equipo de campo.

La otra opción analizada para las comunicaciones, **GPRS/3G**, se presenta como la solución "idónea", puesto que permite solventar dos de los máximos inconvenientes, por un lado, el coste y por otro la integración dentro de la red corporativa de datos. El análisis de viabilidad y la implantación del sistema se efectuó conjuntamente entre la empresa constructora SACYR y Trimble Navigation, de forma que se estableciese de forma fiable un sistema basado en comunicaciones GPRS / 3G utilizando el protocolo NTRIP para recibir las correcciones en campo, es decir, **efectuar las comunicaciones vía Internet marcando un IP estático y no dinámico como estaba establecido hasta la fecha**. Otra de las ventajas fue la excelente cobertura de la red GPRS, de la empresa Telefónica Móviles - Movistar, en toda la zona de influencia del proyecto.

Por tanto, una vez analizadas las opciones existentes, se determinó el empleo de comunicaciones vía GPRS/3G con una infraestructura, desde el punto de vista de la topografía, basada en dos estaciones de referencia GNSS de última generación Trimble NetR5 apoyadas en el Software Trimble Ntrip Caster. Ambas estaciones de referencia se encontrarán ubicadas de forma equidistante, de modo que ningún equipo de campo se encontraría a más de 10km de una estación de referencia, asegurándose así las mejores precisiones para los equipos de campo.



FIGURA 3. EQUIPOS GNSS TRIMBLE NETR5 Y ANTENA TRIMBLE ZEPHYR GEODETIC 2

El **desafío fundamental de la opción elegida ha sido la comunicación entre ambas estaciones de referencia y los equipos de campo**, puesto que en los emplazamientos para las estaciones de referencia no existía la posibilidad de líneas de banda ancha, ADSL, etc. Por tanto, el primer desafío sería llevar una línea de comunicación fiable y accesible a cada una de las estaciones de referencia Trimble NetR5 GNSS.

La solución clásica tomada en casos anteriores y en otras situaciones similares ha sido el empleo de módem GSM en cada estación de referencia. Esta opción, tal y como se comentó anteriormente, tiene unas limitaciones importantes, puesto que requiere un módem GSM en cada estación de referencia y para cada usuario (solución poco práctica) y conlleva un coste elevado en comunicaciones y la necesidad por parte de los equipos móviles de conocer el número de teléfono al que se debe marcar para cada una de las estaciones de referencia.

Entre los **principales objetivos** del proyecto se encuentran el **incremento en la productividad de los equipos de campo, la fiabilidad de los datos y el ahorro de costes**. Así mismo, también se determinó la necesidad de la **integración del todo el sistema de trabajo dentro de la propia red corporativa de datos de SACYR, con el fin de poder ampliar la solución a otros proyectos e integrar todos los proyectos y obras dentro de un mismo servidor de correcciones (Caster Ntrip)**.

Después de reuniones entre todas las partes implicadas en el proyecto y gracias al acuerdo corporativo entre SACYR - Telefónica Móviles se tuvo la idea clara de cual sería la solución ideal apoyada finalmente en la última tecnología GPS de Trimble.

La solución consistiría en la **integración de ambas estaciones de referencia GNSS Trimble NetR5 y Trimble Ntrip Caster en la intranet de SACYR a través de una RPV (red privada virtual) con tarjetas Movistar con el servicio Movistar intranet**. De este modo serían los topógrafos de SACYR con tarjetas de Movistar y con una configuración especial los únicos capaces de conectarse a las correcciones de ambas estaciones de referencia, según el siguiente esquema:

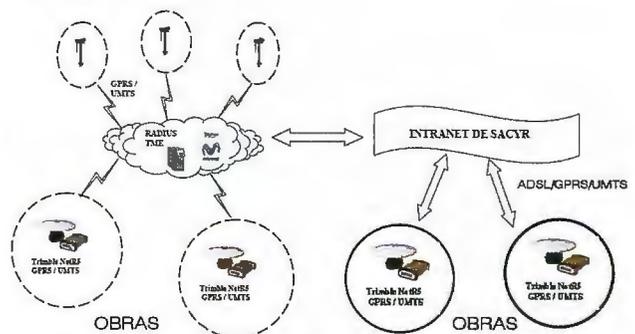


FIGURA 4. ESQUEMA AVANZADO DE COMUNICACIÓN ENTRE ESTACIONES DE REFERENCIA GNSS Y EQUIPOS DE CAMPO. INTEGRACIÓN EN LA INTRANET

Al servicio Movistar intranet se accede a través de GPRS y/o UMTS/HSDPA permitiendo en el caso de UMTS velocidades de descarga de hasta 1.8Mbps y 14.4Mbps. Las estaciones de referencia por tanto tienen dos formas de integrarse en la red, la primera sería conectando directamente los receptores Trimble NetR5 a routers GPRS/3G.

Esta opción es viable puesto que los receptores GNSS Trimble NetR5 integran tarjeta ethernet con un servidor web que permite la gestión de puertos TCP/IP. Está característica unida a la posibilidad de los routers de la traducción de direcciones IP nos abre la posibilidad del envío de diferentes tipo de correcciones por diferentes puertos al mismo Caster de Ntrip, en este caso el software Trimble GPSBase, (que es el que realiza las tareas de Caster de Ntrip).



FIGURA 5

La otra opción consiste en el empleo de módems USB - HSDPA, pero en este caso se hace necesario un ordenador para la gestión de la conexión a la red. En el caso de estudio, la Autovía de Barbanza, la solución elegida tuvo que ser la segunda.

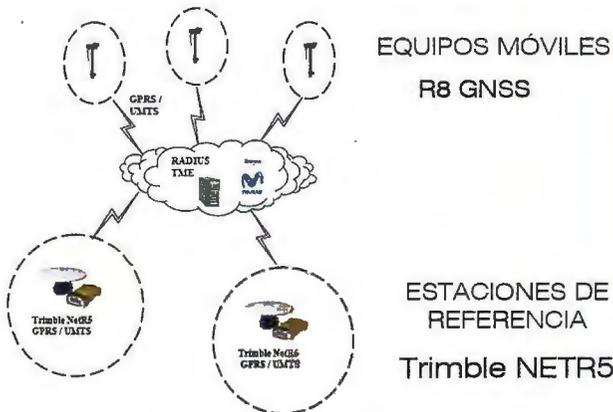


FIGURA 6. ESQUEMA BASICO DE COMUNICACIÓN ENTRE ESTACIONES DE REFERENCIA GNSS Y EQUIPOS DE CAMPO

El primer requisito técnico que debían cumplir las estaciones de referencia es que su acceso a la red debe ser fiable y estable. Por tanto, Telefónica Móviles - Movistar suministró las **tarjetas SIM utilizadas para ambas estaciones de referencia con la característica de tener direcciones IP estáticas facilitadas por Movistar para este proyecto.** De este modo, se asegura que en el caso de una desconexión, falta de suministro eléctrico u otro motivo las direcciones IP de ambas estaciones GNSS no sufrirían ningún cambio.

En este caso los equipos de campo se conectarían a la red GPRS o UMTS/HSDPA obteniendo direcciones IP del "pool" de direcciones de la RPV para trabajar como si estuviera conectado de forma local a dicha red. Para ello, la solución movistar intranet debería crear un punto de acceso privado (APN) a la red con el formato `sacyr.movistar.es`.

Este método permite garantizar que solo tendrán acceso a la red corporativa para el envío de correcciones de SACYR los terminales que estén registrados en la red con un MSISDN (Mobile Station Integrated Services Digital Network) en el que esté aprovisionado el APN privado. De esta forma, aunque un intruso o usuario externo que haya tenido acceso a un usuario/password válido no podría acceder a la red y recibir correcciones si no lo realiza con una tarjeta SIM dada de alta para esta finalidad.



FIGURA 7. CENTRO RECEPCIÓN DE DATOS DE ESTACION DE REFERENCIA GNSS: UBICACIÓN: BOIRO (A CORUÑA)



FIGURA 8. ESTACION DE REFERENCIA GNSS EN LA LOCALIDAD DE PADRON (A CORUÑA)

3. NTRIP Caster (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol)

En los últimos años el **protocolo NTRIP** (Networked Transport of RTCM via Internet protocol) ha sido uno de los avances más importantes para la comunidad de usuarios GNSS. El protocolo NTRIP permite el envío de cualquier tipo de datos GNSS basado en el protocolo http (Hyper text transfer protocol) y ha sido desarrollado por el BKG (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie).

Para esta solución en la Autovía de Barbanza de adoptó este protocolo como el ideal y estándar actual para que los equipos de campo se conectarán a las estaciones de referencia GNSS. La instalación del Caster de Ntrip, encargado de la difusión de los flujos de correcciones GNSS a los equipos de campo, corre a cargo del software Trimble Ntrip Caster.

El tipo de comunicaciones elegido permite, además, una **solución ideal para la seguridad y la extrapolación del**

sistema de comentado en este artículo a otras obras. Así pues, se instalaron dos Caster de Ntrip, el primero en una de las estaciones de referencia de la Autovía de Barbanza con el fin de dar servicio inmediato a la ejecución del proyecto y gracias a que las estaciones de referencia GNSS se encuentran en la intranet de SACYR se instaló otro Caster en las oficinas centrales de SACYR en Madrid con dos finalidades principales:

- Servir como Caster Ntrip de seguridad y
- Como Caster para centralizar las correcciones de futuras obras con sistemas similares.

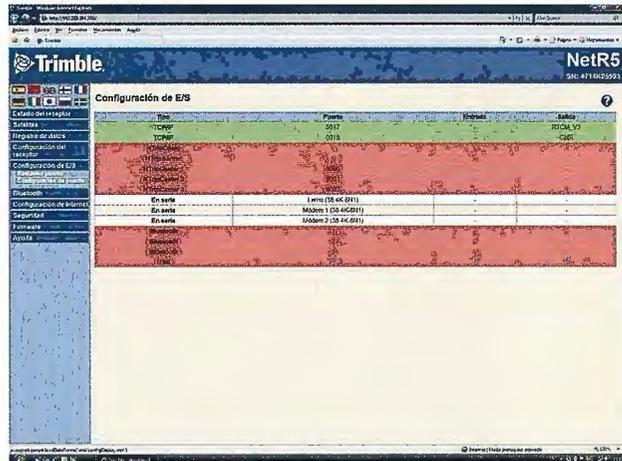


FIGURA 9. (1) VISUALIZACION SOFTWARE DE GESTION GPSBase CONFIGURACION E/S

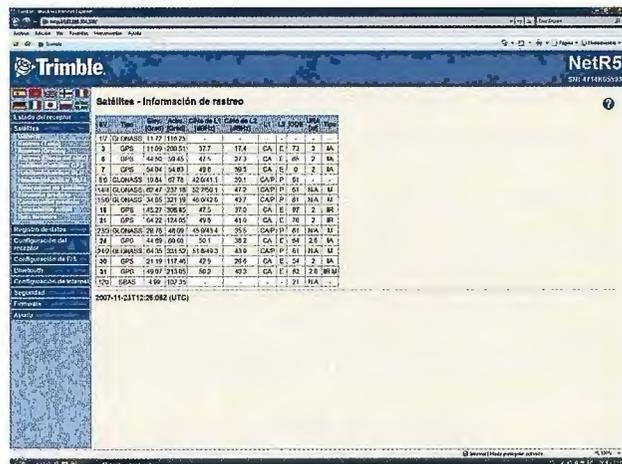


FIGURA 10. (2) VISUALIZACION SOFTWARE DE GESTION GPSBase Información de satélites

4. DIVERSIFICACION DEL SISTEMA

Una vez analizada la viabilidad en el proyecto de la Autovía de Barbanza y habiéndose obtenido unos resultados altamente satisfactorios, se ha decidido "exportar" el sistema e implementarlo en otros proyectos.

Al extrapolar esta solución a otros proyectos, las finalidades de tener centralizadas las correcciones de los diversos proyectos en un Puesto Central de Control, así como servir de Caster Ntrip de seguridad, toman un mayor grado de importancia. Así pues, todos los datos GNSS de todos los proyectos de SACYR en España en los que se ha implementado esta tecnología, son centralizados en un solo Caster de Ntrip dentro de la intranet de Sacyr a través de RPV móvil.

Este punto permite a cualquier topógrafo de SACYR acceder a las correcciones diferenciales de cualquier obra

y desde cualquier punto al mismo tiempo que permite desde el Puesto de Central, controlar, configurar y modificar cualquier parámetro y acceder a estos datos en cualquier momento con la finalidad de ayudar o soportar técnicamente a las obras, con la consiguiente reducción de tiempos y costes a la par que un aumento de la productividad.

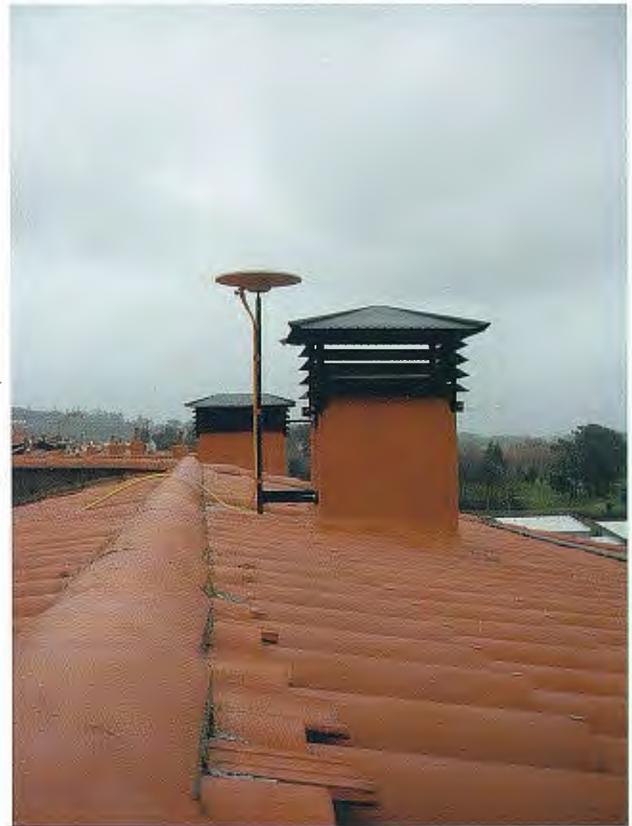


FIGURA 11. ESTACION DE REFERENCIA GNSS EN LA LOCALIDAD DE BOIRO (PONTEVEDRA)



FIGURA 12. ESTACION DE REFERENCIA GNSS EN LA LOCALIDAD DE ALCAZAR DE SAN JUAN (CIUDAD REAL)

Entre los proyectos en los que está implementado el sistema, podemos destacar:

5. BENEFICIOS

La implementación del sistema de comunicaciones GPRS/3G unido al empleo del Caster Ntrip se presenta como una solución con un alto grado de satisfacción, tanto en la faceta de viabilidad y sencillez de uso, como en la tecnológica. Con el empleo de este sistema se ha conseguido que todas las obras y topógrafos estén conectados entre sí, se puedan intercambiar ficheros y recibir correcciones en tiempo

**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 !!

po real, favorecer el intercambio equipos y medios sin cambio de configuraciones, mejorar la seguridad en la recepción de datos favorecido por un ancho de banda ideal y canales libres de interferencias. Así mismo, el hecho de tener un Puesto de Control Central permite entre otros beneficios, la gestión integral de todas las estaciones de referencia, servir de back-up de la obra o proyecto, etc.

TABLA 1: Relación de Proyectos con Sistema GPRS-NTRIP en Uso

TRANSPORTE VIAL		FERROCARRILES	
PROVINCIA	TIPOLOGÍA DE OBRA: TRAMO	PROVINCIA	TIPOLOGÍA DE OBRA: TRAMO
PONTEVEDRA	AUTOVIA DE BARBANZA	CIUDAD REAL	RENOVACION DE VÍA: ALCAZAR DE SAN JUAN- MANZANARES: 50Km
SEGOVIA	AUTOVIA: SEGOVIA – CUELLAR	GUIPÚZCOA	L.A.V. "Y VASCA": MONDRAGON
SANTANDER	AUTOVIA	GERONA	L.A.V. MADRID - FRONTERA FRANCESA: CORNELLA DE TERRI- VILADEMULS
ZARAGOZA	CIRCUNVALACION ZARAGOZA, TERCER CARRIL Y CRUCE DEL EBRO	FIGUERAS	L.A.V. MADRID - FRONTERA FRANCESA: BORRASSA - FIGUERES
	BARBASTRO ,AUTOPISTA		
MADRID - BURGOS	RENOVACION AUTOPISTA DE 1ª GENERACION: 150KM		

La consecuencia última de estos beneficios ha sido el aumento de la productividad y la reducción de costes, así como la facilidad de uso para los usuarios.

6. CONCLUSION

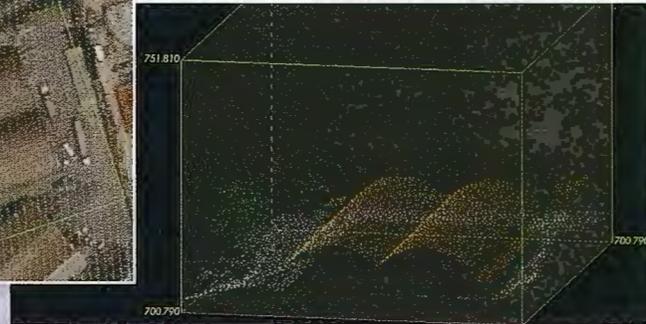
Podemos resumir a modo de conclusión que la solución innovadora descrita anteriormente permite a las grandes constructoras y empresas con obras a lo largo de toda España y con redes corporativas, la integración de los datos GNSS dentro de sus redes corporativas permitiéndole un ahorro elevado ahorro de costes y un notable aumento de productividad. Esta integración de los datos GNSS dentro de las redes corporativas no es más que el primer paso abriendo otras innumerables aplicaciones igualmente innovadoras que irán aumentando su demanda al mismo tiempo que las redes UMTS/HSDPA aumentan su cobertura.

7. REFERENCIAS

- Amor, M; Luttenberger, C. "Introducción al concepto de redes VRS (Virtual Referente Stations)". Mapping. Especial Octubre 2005.
- Trimble Navigation, Geomatics and Engineering Division. "Introducing the concept of virtual referente station in real time"
- Landau, H. "Soporte de formatos de redes RTK en tiempo real. Solución de Red. Trimble GPS Net". Mapping. Especial Octubre 2005.
- Kumar-Mills, Dinesh; Homer, John; Kubik, Kurt; Higgins, Matt. "Efficient RTK Positioning by Integrating Virtual Reference Stations with WCDMA Network". Journal of Global Positioning Systems Vol 4, Nº1-2:48-55.2005
- Retscher, Gunter."Accuracy Performance of Virtual Reference Station (VRS) Networks". Journal of Global Positioning Systems Vol1, Nº1:40-47.2002

Sensores Lidar

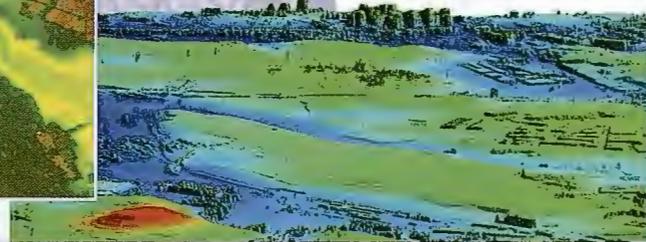
El sistema LIDAR (Light Detection and Ranging) es un sistema láser de medición a distancia, que permite la modelización rápida y precisa del terreno, compuesto por un receptor GPS y un sistema inercial (proporcionan la posición, trayectoria y orientación del láser), un emisor y un barredor (scanner)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



Vuelo digital + LIDAR. 18 cm, Comunidad de Madrid

Aplicaciones:

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



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

Productos derivados:

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



LIDAR en Almuñécar (Granada) para estudios de inundabilidad

Ventajas frente a otras técnicas:

- 1 **Precisión altimétrica:** 10-15 cm
- 2 **Densidad de puntos:** 0,5 a 8 puntos/m²
- 3 **Homogeneidad** en todas las áreas de un proyecto
- 4 **Obtención de MDT y MSD**
- 5 **Continuidad del MDT:** debajo de arbolado, debajo de edificación, eliminación de estructuras
- 6 **Precio:** Excelente relación precisión/precio
- 7 **Rapidez:** cortos plazos de entrega para grandes superficies



Paseo de la Habana, 200 • 28036 Madrid (Spain)
Tel: +34 91 343 19 40 • Fax: +34 91 343 19 41 • info@stereocarto.com

www.stereocarto.com



CARTOGRAFIADO CON GPS Y MODELADO TRIDIMENSIONAL DE SUELOS CONTAMINADOS POR DIESEL EN SAN LUIS POTOSÍ (MÉXICO)

Francisco Manzano Agugliaro. Dr. Ingeniero Agrónomo. Prof. Titular de Universidad. Dpto. Ingeniería Rural. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería.
Quetzalcoatl Cruz Hernández Escobedo. Ingeniero Mecánico. División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Este trabajo de investigación se centra en la remediación de suelos contaminados por diesel, los cuales suelen ser agentes contaminantes por situaciones, como fisuras en los depósitos de almacenamiento subterráneos (Pinto M.A, et al., 2007), volcaduras de camiones cisterna (Vieira P.A, et al., 2006) o tuberías que transportan el hidrocarburo de un sitio a otro (Iturbe R., et al., 2007), es respecto a este último tema del cual en México se tienen serias dificultades, la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX) reconoce estos problemas medio ambientales, el transporte de hidrocarburos en el país, es necesario para completar el ciclo producción-transformación-distribución del producto. Hay varias formas de transportar los hidrocarburos, por barcos, camiones cisterna, ferrocarriles, tuberías, entre otros (Halmemies S, et al., 2003). Las tuberías conectan a las zonas de producción de hidrocarburos con refinerías, zonas de almacenamiento y estaciones de distribución separadas a grandes distancias. México tiene una gran red de estas tuberías, los principales hidrocarburos transportados por dicho medio son el petróleo crudo (oleoductos), gas (gasoductos), petroquímicos y hasta poliductos donde por la misma tubería se transporta el diesel, gasolina y gas (Iturbe R., et al., 2007).

Es sabido que el suelo contaminado por algún hidrocarburo es peligroso para la salud humana (Labud V, et al., 2007), por lo anterior se han desarrollado métodos de remediación in situ y ex situ, donde el primero se efectúa en el mismo sitio contaminado y algunas veces el material contaminado es confinado, esto ocasiona costos de mantenimiento y aislamiento del suelo mediante grandes barreras, el segundo método es mover el suelo contaminado, lo que sugiere un riesgo en la excavación, manejo y transporte del material contaminado. (Vidali M., 2001). Estos métodos se utilizan para destruir completamente los contaminantes o transformarlos en sustancias inocuas. Algunas tecnologías han usado altas temperaturas para la incineración y varios tipos de descomposición química (e.g. Oxidación por rayos UV, entre otras). Dichas técnicas pueden tener buenos resultados reduciendo niveles de contaminación pero presentan varios obstáculos, principalmente la compleja tecnología, el costo de aplicarlo a lugares relativamente pequeños y especialmente por la incineración la cual incrementa la exposición de contaminantes, (Hussein M., et al., 2001).

El tratamiento biológico mediante plantas (fitodescontaminación) implica el uso de vegetales superiores para retirar, contener, acumular o degradar los contaminantes ambientales del suelo, aguas subterráneas, aguas superficiales, sedimentos y aire. Esta definición se aplica a todos los procesos biológicos, químicos y físicos sobre los que pueden influir las plantas (incluyendo la rizosfera con hongos) y que ayudan en la limpieza de espacios contaminados (Korda A, et al, 1997). Las plantas pueden ser usadas en la descontaminación aprovechando su capacidad de mineralizar determinados compuestos tóxicos o de acumular y concentrar metales pesados y otros compuestos inorgánicos del suelo (Khan A, et al, 2000).

El tratamiento microbiológico de espacios contaminados, se basa en la capacidad de diversos microorganismos, ya sean levaduras, hongos o bacterias para romper o degradar sustancias peligrosas convirtiéndolas en productos menos tóxicos o inocuos. Algunos microorganismos pueden metabolizar productos como combustibles o disolventes, que constituyen un riesgo para la salud humana y para los ecosistemas en los que son vertidos. Una vez que los contaminantes son degradados, la población microbiana decrece, al consumirse lo que constituía su fuente nutritiva (Yakubu, M.B., 2007). El objetivo de las técnicas de recuperación biológica, es la creación de las condiciones ambientales óptimas para que los microorganismos se puedan desarrollar adecuadamente y provocar la máxima remediación. La tecnología específica empleada en cada caso, depende del tipo de microorganismos de que se trate, de las condiciones del espacio contaminado y de la naturaleza y cantidad de contaminante o contaminantes. Distintos microorganismos degradan diferentes tipos de compuestos y sobreviven en diferentes condiciones (Yakubu, M.B., 2007). Los microorganismos denominados endógenos, son aquellos que se encuentran formando parte del ecosistema que se pretende descontaminar. Para estimular el crecimiento de estos microorganismos y forzar la degradación de los contaminantes, puede que sea necesario establecer unas condiciones de temperatura, oxigenación y contenido de nutrientes determinadas. Cuando en el ecosistema no esté presente la actividad biológica que se requiere para degradar la contaminación producida, pueden incorporarse microorganismos de otra procedencia cuya eficacia haya sido probada anteriormente. (Milton H.S. Jr. 2007).

En definitiva la bioremediación es un proceso espontáneo o dirigido en el cual se utilizan procedimientos biológicos, fundamentalmente microbiológicos, para degradar o transformar los contaminantes hasta formas menos tóxicas o no tóxicas y mitigar, como consecuencia, la contaminación ambiental. En presencia de oxígeno suficiente (condiciones aerobias) y nutrientes, los microorganismos convierten, finalmente, muchos contaminantes orgánicos en dióxido de carbono, agua y biomasa microbiana. Este trabajo se enfoca al cartografiado con GPS del suelo contaminado y el modelado tridimensional previo a la excavación para la bioremediación del suelo contaminado en la rotura de una tubería de diesel en San Luis Potosí, en el tramo Querétaro-San Luis Potosí en México, véase localización en la figura 1.

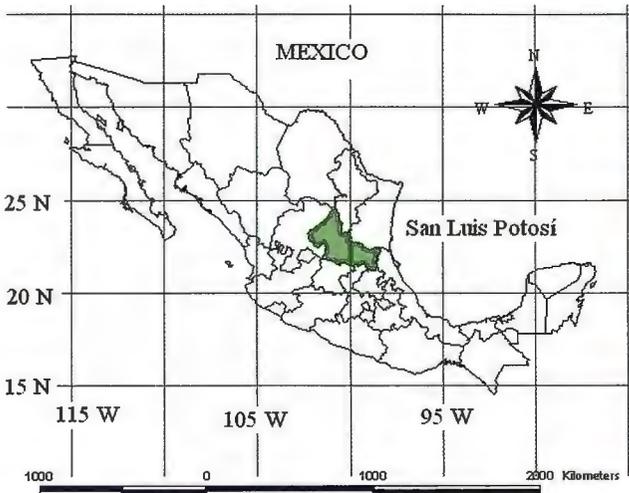


Figura 1. Localización de San Luis Potosí en México.

2. MATERIAL Y METODOS

En primer lugar, una vez detectada la fuga en una tubería por la indicación de un déficit de presión en el extremo de la tubería, se procede al cierre del flujo en la tubería. En segundo lugar se recorre esta de dos modos: "a pie" o sobre el terreno y por métodos aéreos generalmente en helicóptero. Lo usual es que el método aéreo detecte la mancha producida por la fuga del hidrocarburo por un cambio en la coloración del suelo dando el aspecto de "suelo mojado". El equipo a pie acordona el área visualmente afectada, para evitar peligros instantáneos mientras llega el equipo de caracterización. En la figura 2 puede observarse una foto del momento de la llegada del equipo de inspección a pie junto a la tubería afectada. Posteriormente el equipo de caracterización se ocupa de delimitar mediante cartografiado y toma de muestras del suelo para comprobar su afectación.



Figura 2. Fuga de diesel registrada en San Luis Potosí, México.

En la figura 3 (A) puede observarse una foto de conjunto de la zona afectada que pertenece a una parcela de cultivo de chumberas, la cual se presenta en la figura 3, donde el daño ocasionado por el derrame de combustible, se manifestará al presentar una vegetación seca y con manchas del hidrocarburo en las plantas debido al contacto directo de las plantas con el diesel. En la figura 3 (B) se observa la afectación del suelo de la parcela una vez que se ha eliminado mediante desbroce la capa vegetal, chumberas y rastrojo, donde se aprecia el color negro característico de la contaminación de este hidrocarburo.

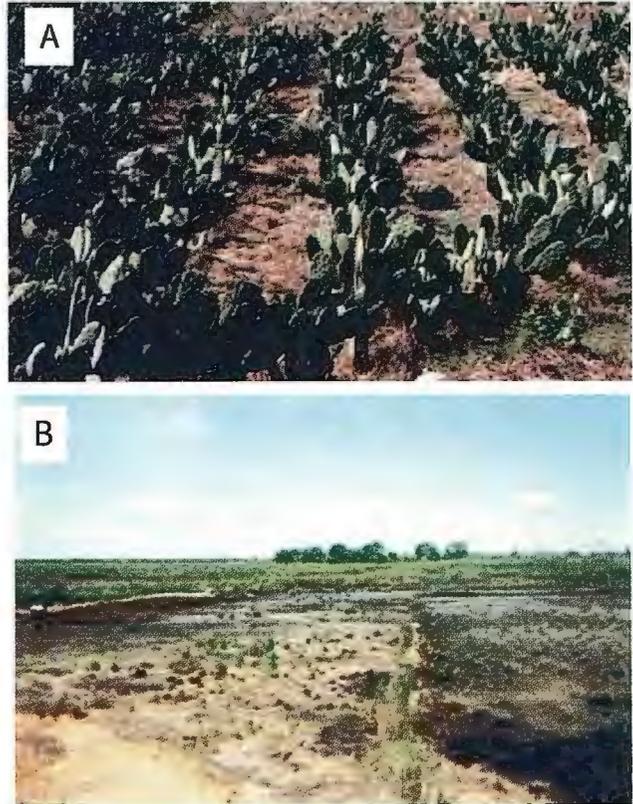


Figura 3. Afectación de fuga de combustible en la parcela de chumberas. A) Con cultivo. B) Desbrozada.

2.1 Toma de datos para la caracterización del suelo contaminado

La caracterización del suelo contaminado se hace con el instrumento Hand Auger véase figura 5, que sirve de recolector de muestras a diferentes profundidades pudiendo alcanzar los 12 m de profundidad o más, hasta que se saca una muestra de suelo sin contaminar y esta será la profundidad hasta la que se tenga que realizar la excavación en este punto. Mediante el empleo combinado con GPS, estas muestras están georreferenciadas y a base de repetir este proceso se puede sacar un modelo tridimensional del suelo afectado.



Figura 5. Hand Auger, recogedor de muestras del suelo contaminado.

La cantidad de contaminante disminuye en profundidad, debido a que la porosidad del suelo retiene parte del carburante y que existe un movimiento transversal del mismo en el suelo sobre todo en función de las características físicas del mismo.

Al final los muestreos que dieron positivo en contaminación fueron 363, de los cuales 103 se realizaron a 30 cm, 57 a 1 m, 59 a 2 m, 81 a 5 m, 49 a 9 m y 19 a 12 m de profundidad. Los muestreos que no presentaban humedad u olor a diesel representan aproximadamente un 20 % de los muestreos positivos. En la figura 6 se observa la distribución del muestreo positivo.

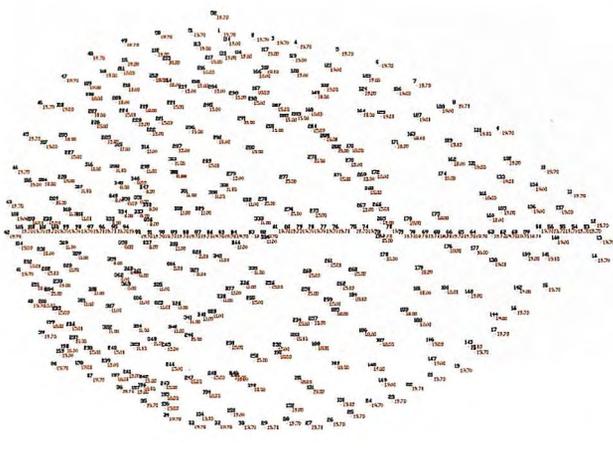


Figura 6. Puntos muestrados y con afectación de diesel
2.2. Sistema de referencia local (México).

Las coordenadas determinadas con GPS en el sistema Global WGS84, se transformaron a coordenadas locales para poder superponer los trabajos realizados en la cartografía existente.

En México existe la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) que está conformada por un conjunto de 15 estaciones fijas distribuidas estratégicamente a lo largo del territorio nacional, dichas estaciones monitorean de manera continua la constelación del sistema GPS. En este sentido, la estación de la RGNA que se ocupa durante un levantamiento geodésico, desempeña un papel activo, puesto que ya no solamente se emplean las coordenadas de dicha estación para determinar la posición del nuevo punto, relativa a ésta, sino que también se utilizan los datos derivados en ella de las observaciones a los satélites; así, esta Red ofrece información geodésica acorde a las precisiones que proporcionan los modernos equipos de posicionamiento global GPS.

De este modo un trabajo realizado con GPS se puede procesar en modo diferencial ya que el INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) ofrece, mediante las estaciones de monitoreo permanente, la utilización de la información que proporciona la RGNA. Permitiendo a los usuarios internos y externos ahorrarse el desplazamiento al terreno de más de un equipo GPS al efectuar sus levantamientos, ganando en precisión, tiempo y costo.

El INEGI adoptó oficialmente, a partir de 1998, el Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF, por sus siglas en inglés) en su versión inicial de 1992. En la actualidad, por razones de orden conceptual de avanzada, adecuación a las demandas modernas por información de mayor exactitud y en respuesta al desarrollo tecnológico, el sistema

para la RGH es el Marco de Referencia Terrestre Internacional 2000 del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS, por sus siglas en inglés), denominado ITRF00, época 2004.0, en el Sistema de Referencia Geodésico de 1980 (GRS80).

3. RESULTADOS

Para la caracterización final del suelo contaminado y poder proceder a evaluar la cantidad de hidrocarburo existente en cada capa del suelo, para proceder separarlo en base al grado de afectación para su posterior remediación, se enviaron las muestras obtenidas al laboratorio de Aguas Residuales y Suelo de la Universidad Autónoma Metropolitana en la Ciudad de México, lo cual permitió realizar este proceso con rigor. Una vez recibidos los resultados se puede representar el mapa de contaminación. La caracterización final del sitio se presenta en una vista en planta en la figura 7, la cual muestra el punto de fuga del diesel sobre la tubería en color rosa, el área contaminada exterior, que es de 41.420 m² con un perímetro de 726 m.

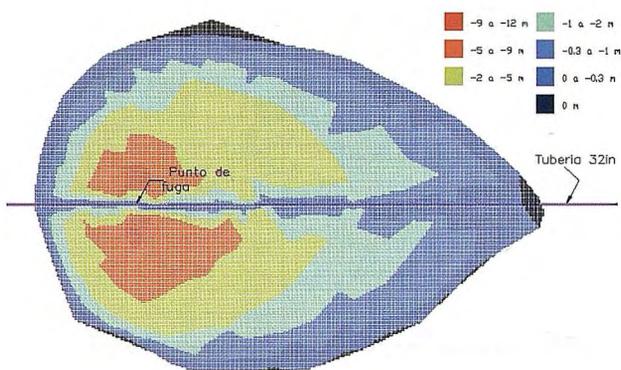


Figura 7. Mapa de contaminación de diesel

Esta afectación corresponde a 12 h, desde que se detectó la pérdida de presión y se cortó el flujo de hidrocarburo hasta cesa el vertido puesto que el equipo sobre el terreno lo empieza a recoger directamente de la tubería y ya no se vierte directamente sobre el suelo. El volumen de suelo contaminado fue de 124.803 m³. Que se extrajeron del siguiente modo, con camión y pala hasta una profundidad de 5 m, a partir de esta profundidad con retroexcavadora hasta los 10 m, y con operarios a mano hasta la profundidad final ya que los camiones no podían salir desde los 10 m de profundidad incluso con una rampa de mayor longitud.

Se observa que la contaminación no se dispersa de forma concéntrica alrededor del punto de fuga o de rotura de la tubería, esto se debe a que la capa de arena que se emplea en la colocación de la tubería, ha servido de drenaje del diesel al ser una capa de mayor permeabilidad, el cual ha circulado por ella. Esto muestra que si la capa de arena fuese mayor, esta retendría mayor cantidad de hidrocarburo y por tanto su posterior recogida para la remediación sería menos costosa.

5. CONCLUSIONES.

En este trabajo ha mostrado la importancia de la combinación de técnicas gráficas, cartografiado con GPS y modelado tridimensional, junto con otras técnicas específicas del muestreo de suelos como el Hand Auger, para el análisis espacial del fenómeno estudiado, la contaminación con diesel.

El modelo tridimensional permite deducir como se ha distribuido la contaminación, observándose que al fugarse el hidrocarburo drenó en la base de arena en la que está soportada la tubería, la cual limitó el flujo del contaminante en profundidad. Este tipo de modelo permitió la extracción selectiva del suelo contaminado, ya que sin él se hubiese tenido que extraer más cantidad de suelo, que al mezclarse con suelo contaminado habría aumentado la cantidad de microorganismos necesarios para la biorremediación.

Otra utilidad de este tipo de mapas georreferenciados, es la posibilidad de conocer el método de excavación del suelo contaminado y el tratamiento que se le debe dar a este, ya que sabiendo el nivel de contaminación, área y profundidad del suelo se puede separar este en distintas concentraciones y así remediar el suelo posiblemente en un menor tiempo.

La base de arena en la construcción de tuberías que transportan material potencialmente contaminante, como hidrocarburos, es útil no sólo por aspectos puramente geotécnicos de la resistencia del suelo si no también porque queda demostrado que reduce el impacto en el suelo al existir una dispersión más en superficie, lo cual también reduce los costes de extracción del suelo contaminado. Además cabría plantearse si sería conveniente rodear la base de arena de geomembrana para no permitir la fuga del hidrocarburo de la zona de arena.

6. REFERENCIAS

Halmemies S., Gröndahl S., Asffman M., Neninen K. (2003) Vacuum extraction based response equipment for recovery of fresh fuel spills from soil. *Journal of Hazardous Materials*. 97: 127-143

Hussein M., Jin M.H., Weaver J.W. (2002) Development and verification of a screening model for surface spreading of petroleum. *Journal of Contaminant Hydrology* 57: 281-302

Iturbe R., Flores C., Castro A., Torres L. G. (2007) Sub-soil contamination due to oil spills in zones surrounding oil pipeline-pump stations and oil pipeline right-of-ways in Southwest-Mexico. *Chemosphere* 68: 893-906

Iturbe A.R. Castro, R.A., Madrigal, M.I. (2003). Técnicas de rehabilitación de suelos y acuíferos. Series del instituto de Ingeniería UNAM, México, 612: 16-20.

Khan A., Kuek C., Chaudhry M., Khoo C.S, Hayes W.J.. (2000). Role of plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. *Chemosphere*, 21: 197-207.

Korda A., Santas P., Tenente A., Santas R. (1997). Petroleum hydrocarbon bioremediation: sampling and analytical techniques, in situ treatments and commercial microorganisms currently used. *Applied Microbial Biotechnology*, 48: 677-686.

Milton H.S.Jr. (2007). Beneficial bacteria and bioremediation. *Water Air Soil Pollut* 187: 1-3.

Pinto M.A., de Arruda A.P., Kataoka G., de Franceschi D., Bonotto D. M. (2006) Laboratory study on the Bioremediation of diesel oil contaminated soil from a petrol station. *Brazilian Journal of Microbiology* 38: 346-353

Vidali M. (2001) Bioremediation. An overview. *Pure And Applied Chemistry*, 73: 1163-1172

Vieira P.A, Viera R.B., Franca de F.P., Cardoso V.L. (2006) Biodegradation of effluent contaminated with diesel fuel and gasoline. *Journal of Hazardous Materials* 140: 52-59

Yakubu, M.B. (2007). Biological approach to oil spills remediation in the soil. *African Journal of Biotechnology*, 24: 2735-2739.

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.es

PROYECTO AGRINOVA: DESARROLLO DE UN VISOR CON MAPSERVER-KAMAP PARA EL ESTUDIO Y GEORREFERENCIACIÓN DE PARCELAS AGRÍCOLAS

Perpiñá Carolina¹, Rojas Hernán, Peñalvo Elisa, Alfonso David, Brines Natalia

Quintanilla Israel², Irimia Javier

Iborra Mercedes³, Martínez Marta

¹ Instituto de Ingeniería Energética. Ciudad Politécnica de la Innovación. Universidad Politécnica de Valencia.

² Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universidad Politécnica de Valencia.

³ Norma Agrícola S.L. Valencia.

RESUMEN

El principal objetivo de este proyecto es la georreferenciación de parcelas agrícolas ubicadas en distintas Comunidades Autónomas, y su posterior visualización, identificación y gestión a partir de sus atributos vía internet, utilizando para ello la aplicación-visor desarrollada con Mapserver-kamap. En esta línea, se ha aplicado una metodología sencilla que abarca desde la toma de datos en campo mediante dispositivos móviles (PDA+GPS) hasta la realización de un visor cartográfico desarrollado con herramientas OpenSource. Estas nuevas tecnologías de la información permiten entre otras muchas funcionalidades, capturar, visualizar, consultar y gestionar de una manera fácil y eficaz la información geográfica objeto del estudio.

Palabras clave: SIG, visor, parcela, georreferenciar, PDA y GPS

ABSTRACT

The main objective of this study is geo-referencing agricultural parcels of different Spanish Autonomous Regions, and developing a Mapserver-kamap internet application to visualize, identify and manage them with their parcels attributes. Thus, a methodology was applied at the data collection phase to gather the necessary field data using mobile devices (PDA + GPS) in order to develop a viewer map with OpenSource tools. These news information technologies allow among many others features, capturing, viewing, consulting, printing and managing in an easy and effective way the geographic information under study.

Palabras clave: GIS, viewer, parcel, geo-referencinf, PDA, GPS

1. INTRODUCCIÓN

Existen variedades de especies agrícolas que se identifican y gestionan a partir de licencias. En este caso, toma gran importancia el carácter legal de dichas licencias puesto que éstas otorgan a los propietarios unos derechos reconocidos de exclusividad en la producción de dicha variedad. Por este motivo, es necesario realizar inspecciones en origen con la finalidad de verificar el cumplimiento de especificaciones y de las normas de comercialización oficiales. Además, es necesario conocer determinada información de las parcelas, como la ubicación de cada una de ellas, la superficie, la identificación del propietario, el número de plantas y la identificación del polígono y parcela catastral. A partir de estos datos se realizan las actas de cada parcela según los datos tomados en campo por un

inspector cualificado, y se coteja con la información oficial y de referencia. La comparación de ambas fuentes, en determinadas ocasiones provoca discrepancias que deben constar como incidencias de carácter legal a subsanar por cada propietario respecto a su parcela. Como herramienta de apoyo para asociaciones agrícolas, gestores, consultores y agricultores se desarrolló la metodología que se explica detalladamente a continuación, siendo su principal objetivo la realización de un visor cartográfico personalizado, para la publicación de cartografía mediante servidores de mapas open source,

2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN. EQUIPOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Análisis Previo de los datos: Se ha realizado un análisis previo de la base de datos existente de las 1135 parcelas a estudiar, principalmente ubicadas en Andalucía, Comunidad Valenciana, Murcia, Tarragona y Portugal. Estas parcelas tienen la siguiente información: Licencia, Licenciario, Nombre Finca, Provincia, Municipio, Polígono, Parcela, Superficie, Número de Plantas, Coordenadas X e Y. Esta información se transforma en formato shapefile para poder analizarla en un Sistema de Información Geográfica como información inicial.

Análisis de Precisiones: En primer lugar, se lleva a cabo el análisis de precisiones a obtener en la medición de las diferentes parcelas. Para ello, dicho análisis se basaron en los estudios realizados en el Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría de la Universidad Politécnica de Valencia [1], y comprobando las necesidades reales del trabajo, se decidió trabajar con un GPS externo, conectado mediante bluetooth con el dispositivo móvil y con correcciones EGNOS. Gracias a este sistema de aumentación (EGNOS) podemos llegar a alcanzar precisiones submétricas en condiciones adecuadas de observación [2] y conseguir precisiones entorno a 1 metro con un 39 % de fiabilidad y a los 2,5 metros con un 95 % de fiabilidad. En cuanto a la toma de datos, cabe destacar que se efectuaron directamente en el sistema WGS84, ya que las transformaciones realizadas por el dispositivo para llevar los datos a otro sistema de referencia al trabajar en un área

tan extensa del territorio, podrían ir acumulando errores que perjudicarían directamente la calidad de los observables obtenidos y los cálculos finales realizados.

Fuentes de información: Disponemos de varias fuentes de diferente procedencia.

• **Fichas o informes** del año/años anteriores. Éstas fueron realizadas a partir de visitas a campo de algunas parcelas incluyendo, también, los atributos de cada una de ellas. Mediante estas fichas cada inspector podrá comprobar cuales son tanto las diferencias geométricas (si es que las hay) como alfanuméricas (atributos de las parcelas) in situ por comparación de las mismas. De este modo podrá anotar en su ficha las diferencias encontradas en cada una de las parcelas que vaya a medir a cerca de los errores que pueden afectarles.

• **Fichas del SIGPAC.** Localización e impresión de la ficha de cada parcela en el SIG de parcelas agrícolas SIGPAC (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) mediante su número de polígono y número de parcela. Estas fichas nos servirán para localizar las parcela en el SIG mediante sus coordenadas X e Y del centroide. Se considera una fuente de apoyo respecto a la geometría de cada parcela, además de la medida con la PDA + GPS.

• **Cartografía base.** Para la aplicación a desarrollar (visor/servidor cartográfico) con Mapserver-kamap, así como para la presentación de algunos planos de situación o de algunos de referencia se utilizan los capas temáticas explicadas detalladamente en el apartado 4. Algunas de ellas forman parte del proyecto Europeo Corine Land Cover.

• **Ortofotos.** A partir de las coordenadas de los centroides del análisis previo se llevará a cabo la adquisición de las ortofotos necesarias del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografías Aéreas, resolución: 0.5 metros), a partir de la cuadrícula oficial 1:25000. Para ello, se superpondrán los centroides de las parcelas a medir sobre la cuadrícula proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional. Los sistemas de referencia de las ortofotografías son ETRS89 y ED50 y los husos corresponden al: 29, 30 y 31. Las ortofotos utilizadas para las parcelas ubicadas en Portugal se encuentran en el sistema ETRS89 adquiridas al Instituto Geográfico Portugués. Estas ortofotos nos servirán para realizar la corrección geométrica en el SIG de la parcela medida, mediante la superposición de la capa vectorial sobre la raster.



Figura 1. Distribución de las ortofotos del PNOA según la cuadrícula oficial UTM. Los puntos verdes representan los centroides de las parcelas a estudiar

• **Toma de Datos en Campo.** Previamente, se lleva a cabo la preparación de los equipos de adquisición de datos y el marco necesario para la recogida y tratamiento de la información. El equipo de campo para cada inspector consta de una PDA (Acer c510), y un GPS externo Quik Start con correcciones EGNOS. Para la toma de datos en campo se ha empleado el programa ArcPad 7.0.1, aunque con ciertas modificaciones que se han implementado con ArcPad Studio. Con ello, se ha pretendido generar una interfaz sencilla, con los botones necesarios y justos, para que el operador final de campo no encuentre dificultad alguna en el manejo de la aplicación, eliminando cualquier botón prescindible. En la aplicación contamos con dos barras de herramientas:

Barra de herramientas Principal:

- Botón para **cerrar** y salir de la aplicación.
- Botón de opciones, para el administrador de la aplicación.
- Herramienta de **zooms**
- Herramienta para **activar el GPS:**
 - o GPS Preferences: Para el administrador del sistema
 - o GPS Position Window: muestra la ventana del GPS, con la constelación, los factores de calidad, las coordenadas actuales, sirve para consulta.

• Una vez conectado el GPS pulsamos este botón **para comenzar a dibujar** y también el siguiente para la **grabación** los puntos.

• Con esta herramienta podremos eliminar cualquier polígono erróneo.

Al comenzar a grabar se activará la Barra de herramientas de Edición:

- **cancelamos** lo que estamos dibujando.
- **cerramos** el polígono que estamos dibujando
- **deshacemos** el último punto tomado.

Una vez generado un polígono, aparecerá un formulario personalizado para la toma de datos y la posterior comprobación de los mismos, además de mostrar los datos geográficos relacionados con la parcela. En la pestaña "**Datos**" deberemos rellenar los atributos de cada una de las parcelas que se levanten, y la pestaña "**Geography**" da la información sobre el perímetro de la parcela (Length) y sobre la superficie (Área), así como las coordenadas de cada uno de los vértices que hemos levantado.

Figura 2. Formulario generado para la aplicación

A partir de los dispositivos móviles obtenemos un fichero de polígonos generado a partir de los puntos medidos por el contorno de las parcelas (formato shape). A esta infor-

mación vectorial se le aplicaran las correspondientes correcciones topológicas en el SIG.

3. METODOLOGÍA PARA LA GEORREFERENCIACIÓN DE LAS PARCELAS

Trabajo de campo: Toma de datos en campo por parte de los inspectores cualificados de Norma Agrícola. Las parcelas se dividen en zonas de actuación que se van asignando a cada inspector, donde se levantarán una a una según lo establecido y utilizando el equipo mencionado. Para cada parcela visitada se rellenará la ficha correspondiente in situ y el formulario personalizado de la PDA anteriormente descrito. El resultado de la medición se almacenará en un fichero.shp que se enviará por correo electrónico para su postproceso y tratamiento. Estos ficheros incluyen la información relativa a las parcelas levantadas, definiendo los recintos generados y la información adicional almacenada.

Tratamiento de la Información: La siguiente figura muestra el esquema del proceso seguido para la obtención de la capa de parcelas georreferenciadas y corregidas.

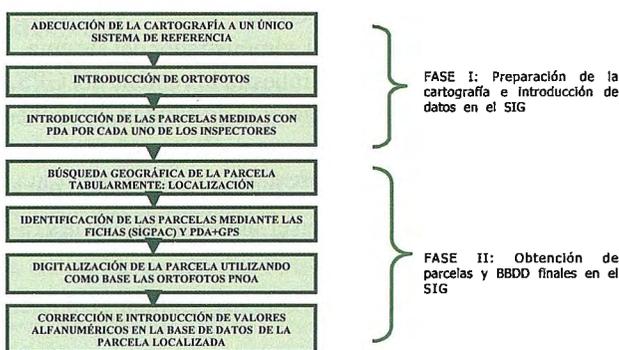


Figura 3. Esquema de la metodología utilizada para la obtención de las parcelas y BBDD

Una vez medidas las parcelas mediante los dispositivos móviles establecidos, se visualizan en el SIG y se realiza la digitalización de las mismas siguiendo un proceso adecuado con el fin de que el producto cartográfico final tenga una coherencia e integridad geométrica necesaria para este trabajo, que se conseguirá aplicando las reglas topológicas características de elementos poligonales (Ej. que las parcelas estén cerradas, que no exista duplicidad de parcelas, que no se superpongan, eliminar polígonos erróneos y huecos, los atributos de la base de datos coincidan con la parcela que se identifica, etc.). Puesto que la mayoría de las ortofotos adquiridas están en el sistema ETRS89 y las parcelas se han medido en campo con WGS84, toda la información en el SIG se transforma a ETRS89 como sistema de referencia.

El proceso que se lleva a cabo es un tanto laborioso puesto que las parcelas se localizan a partir de los atributos introducidos en las tablas y se digitalizan una a una, ubicando estas parcelas en una nueva capa. Esto nos asegura que se han visitado, digitalizado y corregido todas las que se encuentran bajo estudio. Hay que diferenciar entre las parcelas que se han medido con PDA+GPS y las que únicamente disponemos de las fichas impresas del SIGPAC. En el primer caso, la localización es muy sencilla, puesto que se selecciona cada registro de la tabla y simultáneamente se selecciona la parcela medida con el GPS en el fichero shape. En la mayoría de los casos, se digitaliza de

nuevo, dejando el contorno de la parcela perfectamente delimitado (la geometría se hace corresponder con la parcela homóloga en la ortofoto). En el segundo caso, puesto que la parcela no está incluida en las tablas del fichero shape, la localización se lleva a cabo mediante las coordenadas X e Y del centroide que nos proporciona las fichas del SIGPAC y se identifica la parcela para posteriormente digitalizarla.

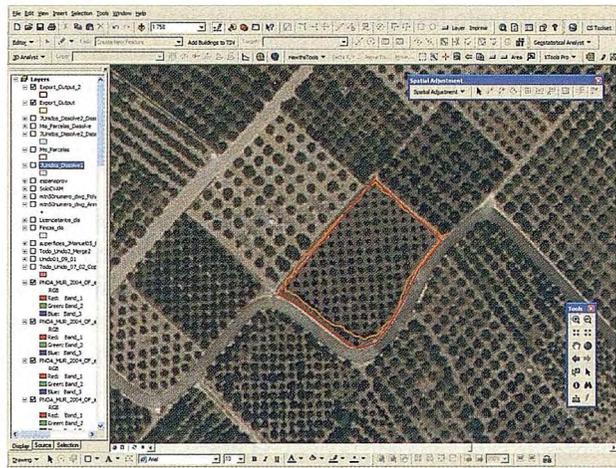


Figura 4. La parcela medida con los dispositivos móviles se representa de color naranja, la parcela digitalizada se representa con color rojo.

Debemos mencionar que dependiendo de diversos factores, tales como **dimensiones** de la parcela, la **intensidad** de la señal en el momento de la medición, si ha habido **perdida** de señal en el momento de la medición, la experiencia previa del **inspector** con dichos dispositivos, etc., los resultados medidos con la PDA+GPS pueden variar. Se da el caso de parcelas en las que la medición en campo coincide casi perfectamente con la parcela de referencia (la de la ortofoto), como vemos en la figura 4, y otras en las que la medición no ha sido tan correcta, pero se tiene en cuenta puesto que nos da la ubicación de la misma rápidamente, de modo que se digitaliza de nuevo y se almacena en la capa final. Cada vez que una parcela se digitaliza se hace una transferencia de atributos de manera semiautomática, para que estas parcelas tengan los atributos correspondientes en la base de datos de referencia. Particularmente, el **Nº de licenciatario** (unívoco), nos servirá como campo para realizar la unión de tablas. Mediante esta unión, se añadirán diez atributos más a la capa final, que provienen de una base de datos Access (de referencia). Estos **atributos** son: Nombre del licenciatario, provincia, municipio, superficie, número de plantas por parcela, ID de la finca, nombre de la finca, polígono y parcela catastral, año de plantación y observaciones. Algunos de estos, tales como la provincia, el municipio y la superficie de cada parcela podrán ser contrastados con los resultados que da el SIG a modo de comprobación, en cuanto a ubicación y superficie. Una vez se han digitalizado todas las parcelas y se ha realizado la transferencia de atributos de cada una de ellas, podemos realizar un control topológico de esta capa para eliminar los posibles errores anteriormente mencionados. Además de este control geométrico, también se realiza un control de la base de datos alfanumérica, y se comprueba que los datos que se han unido son coherentes con los datos cartográficos y con el resto de atributos.

4. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN. VISOR DE MAPAS: SERVIDOR CARTOGRÁFICO

El visor ofrece un servicio de datos cartográficos y alfanuméricos a través de una dirección http, que el usuario puede incluir en su portal web, proporcionando unas herramientas y funcionalidades para la interacción con dicho visor. Las herramientas utilizadas para el desarrollo del visor fueron:

- **Mapserver** (Windows binary distributions of MapServer -versión 2.2.6-). Permite la creación de aplicaciones SIG para visualizar, consultar y analizar información geográfica.
- **Ka-map!** (versión 1.0-20070205). Es un proyecto open-source cuyo objetivo es proveer una API (Application Programming Interface) de Javascript para desarrollar interfaces altamente interactivas usando características disponibles en los navegadores de Internet.
- **Eclipse v.3.2.0** como plataforma de desarrollo.

Instalación Mapserver-Kamap: Se siguieron las instrucciones para la instalación de Ka-map, que se encuentran en la sección Reference Manual. Al realizar el proceso de instalación, en primera instancia de **MapServer** y seguidamente de **ka-map!** se produce la siguiente estructura de archivos:

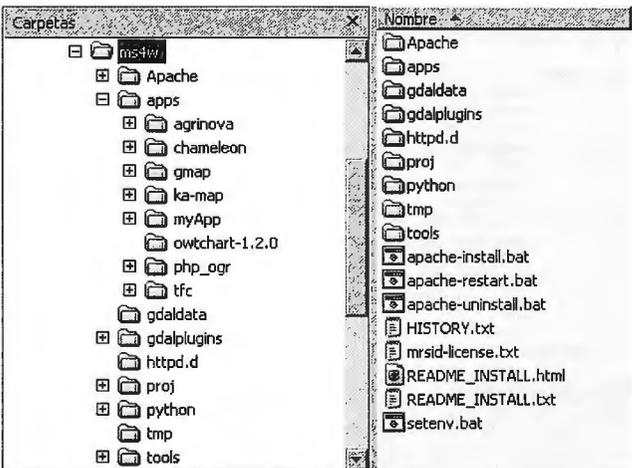


Figura 5. Estructura de carpetas después de la instalación de MAPSERVER

Se genera la carpeta **ms4w** que contiene el conjunto de directorios y archivos generados al descomprimir el instalador de MAPSERVER y se ubican los archivos de **ka-map!** en la carpeta **apps**. El Web Server Alias (`httpd_ka-map.conf`) se localiza en la carpeta `/ms4w/httpd.d`. Además se realizan las modificaciones que se explican en el apartado siguiente, en el archivo `config.php` (`/ms4w/apps/ka-map/include`). Se incluyó el archivo `php.ini` en la carpeta `/ms4w/Apache/cgi-bin`, respecto a la versión original del `ka-map`, para permitir la comunicación con los archivos `.dbf`.

Pasos iniciales para la visualización de los mapas: Para el desarrollo del visor cartográfico, se organizó la información en una carpeta que se describe a continuación. La carpeta `agrinova` se colocó dentro de la carpeta `apps` de la instalación de MapServer. Esta carpeta contiene la información necesaria para la visualización de las finca-parcelas (objeto del visor). La carpeta `agrinova` contiene las siguientes subcarpetas:

datos: contiene todos los archivos de las capas (layers) que se muestran en el visor.

images: imágenes que se utiliza como mapa de referencia.

map: contiene el archivo `.map` (`agrinova.map`)

orto: contiene las ortofotografías que se mostrarán.

src: contiene la codificación en lenguaje php para la conexión y manejo de datos de los archivos `.dbf` asociados a la cartografía

tmp: es donde se almacenan los archivos temporales generados por MapServer

var: tiene los tipos de fuente que se utilizan en el visor.

Configuración del mapa: La configuración inicial del mapa se realiza en el archivo `config.php`. Ubicación: `\ms4w\apps\ka-map\include`. En este archivo se añaden/cambian las siguientes líneas de configuración:

```
$szsParcelas = array (
    'title' => 'PARCELAS MADRACOTT - 2008',
    'path' => '/ms4w/apps/agrinova/map/agrinova.map',
    'scales' => array( 1000000, 650000, 500000, 200000, 100000, 50000, 20000, 5000, 2000,
    'format' => 'PNG'
);
```

```
$szsMapFiles = array( 'parcelas' => $szsParcelas
); /* Add more elements to this array to offer multiple mapfiles */
```

```
/*
 * Figure out which map file to use and set up the necessary variables for
 * the rest of the code to use. This does need to be done on every page load
 * unfortunately.
 *
 * $szMap should be set to the default map file to use but can change if
 * this script is called with map=<name>.
 */
```

```
$szMap = 'parcelas';
```

En primera instancia se debe definir una variable de tipo array, como lo muestra el recuadro de color rojo. Esta variable contiene los siguientes parámetros:

- **'title':** será el título que aparezca en la pantalla inicial del visor.
- **'path':** es la ubicación del archivo `.map`, que se quiere mostrar en el visor
- **'scales':** es una variable de tipo array, que contiene las diferentes escalas deseadas para el mapa que se está configurando.
- **'format':** indica la extensión de los ficheros de salida de los tiles. En este caso serán imágenes en el formato PNG.

El recuadro de color verde, se agrega el mapa a la variable `$szsMapFiles`. El formato según el ejemplo, es el siguiente:

`'parcelas' =>` `$szsParcelas` donde `parcelas` es un nombre identificativo cualquiera y `$szsParcelas` es el nombre de la variable declarada en el recuadro de color rojo.

En el recuadro de color azul, la variable `$szsMap`, indica el nombre del mapa que se mostrará primero. Sólo se acepta un valor, que para el caso del ejemplo, es el mapa identificado con el nombre `'parcelas'`. Este nombre se indica en el cuadro verde.

Creación del mapa: En esta sección se explicará a manera general el fichero `agrinova.map`, que corresponde con la información cartográfica que se mostrará.

• **Encabezado:** Los parámetros que cambian dependiendo del mapa son los siguientes:

- **NAME:** un texto identificativo único.
- **SIZE:** tamaño de salida de la sección del mapa.
- **EXTENT:** las extensiones del mapa en el sistema de referencia elegido.
- **SHAPEPATH, FONSET Y SYMBOLSET:** corresponden con las rutas relativas respecto a la ubicación del archivo `agrinova.map`. Corresponden a la ubicación de: las capas,

tipos de letra y de símbolos. A continuación se muestra el segmento de código utilizado:

```
NAME AGRINOVA
STATUS ON
SIZE 400 300
EXTENT -99565 3881350 1140796 5001800
UNITS METERS
SHAPEPATH "../datos/"
IMAGECOLOR 255 255 255
TRANSPARENT ON
FONTSET ../var/fonts.txt
SYMBOLSET ../var/symbols.sym
```

• **Formato de salida:** Representa el formato de salida de cada una de las imágenes (tiles) que formará Mapserver en el momento de generar el mapa en el visor. A continuación se muestra el segmento de código:

```
OUTPUTFORMAT
  NAME png
  DRIVER "GD/PNG"
  MIMETYPE "image/png"
  IMAGEMODE RGBA
  EXTENSION "png"
END
```

• **Configuración de salida:** Se usa para indicar como operará la interface web del visor. En el ejemplo, en la carpeta /ms4w/apps/agrinova/tmp/ se almacenarán los archivos de imágenes (tiles) que se van generando; de esta manera no se vuelven a crear sino que se reutilizan las generadas la primera vez. A continuación se muestra el segmento de código utilizado:

```
WEB
  IMAGEPATH "/ms4w/apps/agrinova/tmp/"
  IMAGEURL "../tmp/"
  METADATA
    "max_extents" "auto"
  END
END
```

• **Proyección:** Permite especificar el sistema de referencia que se usará para mostrar los datos en el visor. Para el ejemplo: epsg 23030 (ED50, proyección UTM y huso 30). A continuación se muestra el segmento de código utilizado:

```
PROJECTION
  "init=epsg:23030"
END
```

• **Mapa de referencia:** Corresponde con las configuraciones necesarias para mostrar el mapa de referencia en el visor. El mapa de referencia es un mapa de pequeñas dimensiones que permite una fácil ubicación y orientación, cuando el mapa del visor se encuentra a grandes escalas. La ruta de ubicación del fichero debe ser respecto de la ubicación del fichero .map. A continuación se muestra el segmento de código utilizado:

```
REFERENCE
  IMAGE ../images/MapaRef_gris2.png
  EXTENT -99565 3881350 1140796 5001800
  STATUS ON
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 255 0 0
  SIZE 138 105
END
```

• **Leyenda:** Corresponde a la configuración general del formato de la leyenda, el cual se aplica a las etiquetas de las capas que se muestran en la zona de información (gestor de capas). A continuación se muestra el segmento de código utilizado:

```
LEGEND
  KEYSIZE 18 12
  LABEL
  TYPE BITMAP
  SIZE MEDIUM
  COLOR 0 0 89
  END
  STATUS ON
END
```

• **Escala:** Corresponde a la configuración de la escala gráfica que aparece en el visor. A continuación se muestra el segmento de código utilizado:

```
SCALEBAR
  IMAGECOLOR 255 255 255
  LABEL
  COLOR 0 0 0
  SIZE SMALL
  END
  SIZE 150 5
  COLOR 255 255 255
  BACKGROUNDCOLOR 0 0 0
  OUTLINECOLOR 0 0 0
  UNITS kilometers
  INTERVALS 5
  STYLE 1
  STATUS ON
END
```

• **Layer:** Corresponde a la configuración de cada una de las capas que se muestran en el visor. La configuración que se muestra en el ejemplo, corresponde a la realizada según el proceso de tiling, útil para las capas que controlan ortofotografías. A continuación se muestra el segmento de código utilizado:

```
LAYER
  GROUP "Ver Terreno"
  NAME "orto1-2"
  STATUS ON
  PROCESSING "DITHER=YES"
  DUMP TRUE
  TILEINDEX "../ortos/ED50_huso30/ED50_huso30.s"
  TILEITEM "location"
  TYPE RASTER
  MAXSCALE 200000
  MINSCALE 1000
  PROJECTION
    "init=epsg:23030"
  END
  OFFSITE 255 255 255
END
```

Distribución de capas: A continuación, se muestra la definición de las capas usadas en el archivo agrinova.map. La ubicación de los ficheros se configuró en el encabezado del archivo agrinova.map (SHAPEPATH). Para una mejor organización de las capas al momento de visualizarlas se organizaron grupos temáticos, además de estar distribuidas en un rango de escalas definidas según la temática-búsqueda que se este visualizando.

- **Relieve:** Imagen 3D del relieve que se muestra al inicio del visor
- **Ciudades:** Ciudades más relevantes de España
- **Poblaciones:** Núcleos poblacionales más importantes de España
- **Áreas Agrícolas:** Posiciones agrícolas de España.
- **Comunicaciones:** Principales vías de comunicación de España
- **Forestal:** Posiciones forestales de España
- **Mar:** Representación del Mar Mediterráneo
- **Provincias:** División provincial de España
- **Zonas Húmedas:** Ubicación de elementos hídricos en España

- **Ríos:** Ubicación de los ríos más importantes en España
- **Artificial:** Zonas urbanas y otras superficies artificiales
- **Europa:** Límites de países europeos
- **Ortofotografías:** Organizadas en carpetas según su sistema de referencia y huso
- **Parcelas:** Entidades poligonales georreferenciadas de las parcelas

Configuración del archivo EPSG

El fichero epsg es necesario configurarlo para que la transformación entre los sistemas de referencia ED50 y ETRS89 alcance las mejores precisiones. Este fichero le indica a Mapserver que cuando encuentre ortofotografías o capas vectoriales en ETRS89 las transforme "al vuelo" a ED50 (sistema de referencia general en nuestro caso) y en los husos descritos (29, 30 y 31). Para esta transformación se utiliza la rejilla NTV2 determinada por el fichero sped2et.gsb proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional. Este fichero se ha de ubicar en la misma dirección que el epsg. El fichero epsg está ubicado en la ruta /ms4w/proj/nad/, y se han modificado las siguientes líneas de código para el sistema ED50:

```
# ED50 / UTM zone 29N
<23029> +proj=utm +zone=29 +ellps=intl +units=m
+nadgrids=sped2et.gsb +no_defs no_defs <>
# ED50 / UTM zone 30N
<23030> +proj=utm +zone=30 +ellps=intl +units=m
+nadgrids=sped2et.gsb +no_defs no_defs <>
# ED50 / UTM zone 31N
<23031> +proj=utm +zone=31 +ellps=intl +units=m
+nadgrids=sped2et.gsb +no_defs no_defs <>
```

En el caso del sistema ETRS89 lo que se indica en las líneas de código correspondiente a este sistema (25829, 25830 y 25831) es +nadgrids=null +no_defs no_defs <>.

Estrategia Tileindex

Esta estrategia es útil para el caso en que se deben utilizar gran cantidad de ortofotografías y no sea necesaria la generación de mosaicos. Esta estrategia consiste en la creación de un único fichero.shp, que contendrá las referencias hacia las rutas de las ortofotografías, que se visualizaran como una imagen continua en el visor. El nuevo fichero.shp se incluye como una capa más en el correspondiente fichero.map. En nuestro caso, se ha empleado esta estrategia para cada sistema de referencia y huso de las ortofotos adquiridas, distribuyendo las semejantes en la misma carpeta. Se utiliza la aplicación gdaltindex.exe que se encuentra en /ms4w/Apache/cgi-bin/, la cual se llama desde la línea de comandos con la siguiente estructura:

```
> gdaltindex.exe nombrefichero.shp nombreimagen
```

Para nuestro caso nombreimagen constituía la ruta de cada directorio de ortofotografías, seguida de *.ecw para indicar que toma todas los ficheros de extensión ".ecw". Previamente, colocamos en una carpeta temporal los ficheros de los directorios /ms4w/Apache/cgi-bin/ y /ms4w/tools/gdal-ogr/, y posteriormente se ejecuta para cada grupo de ortofotos.

Finalmente, cada uno de los ficheros.shp se incluyen en el archivo.map como una capa cada uno, y se determinan

ciertos parámetros propios del elemento LAYER, como lo describe el siguiente ejemplo para las ortofotos correspondientes al sistema ED50 y huso 29.

5. INTERFACE Y HERRAMIENTAS DEL VISOR

Este visor cartográfico esta basado en la estructura predefinida de ka-explorer!, la cual permite interactuar con los mapas por medio de botones y controles visuales de fácil utilización. Además, se han añadido una serie de herramientas personalizadas, para adaptarla a los requerimientos propios de nuestro proyecto. La ventana de inicio es la siguiente:



Figura 6. La figura muestra la pagina de inicio de la aplicación y las tres secciones

La ventana principal se encuentra dividida en tres partes: la barra de herramientas: contiene los controles que manejan el mapa y las búsquedas; la zona de información y gestor de capas: presenta la información según el servicio seleccionado y la zona de visualización: donde se visualiza la información cartográfica. En cada una de estas secciones se han realizado modificaciones adaptando la funcionalidad de la interface a los requerimientos propios de nuestra aplicación.

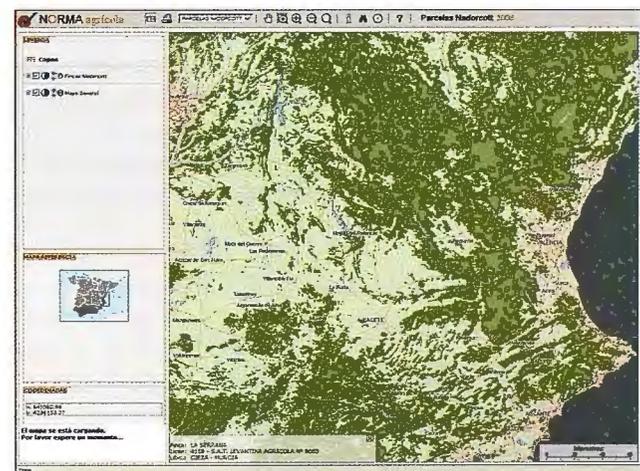


Figura 7. Mapa base: Corine Land Cover: Las zonas de color rojo representan las parcelas

A continuación se detallan los comandos más importantes de la barra de herramientas:

- **Búsqueda jerárquica.** Esta herramienta permite realizar una búsqueda jerárquica a partir de elementos administrativos georreferenciados. Esta búsqueda de una parcela concreta se realiza, seleccionando en un desplegable la Comunidad Autónoma en primer lugar, posteriormente la provincia, a continuación el municipio, seguido

del nombre del licenciario y por último el nombre de la finca. Mediante esta búsqueda obtendremos la ubicación de la parcela y se visualizará en el centro del Área de visualización y resaltada con un color para su mejor identificación.). La herramienta se realizó en JavaScript usando conceptos de creación dinámica de listas desplegables.



Figura 8. Búsqueda jerárquica para la localización y posterior impresión de la ficha

► **Búsqueda directa.** Otra posibilidad es utilizar el atributo del nombre del licenciario o el número de licencia para localizar la parcela deseada. Se mostrarán todos los resultados que contengan la cadena introducida en el cuadro de texto.

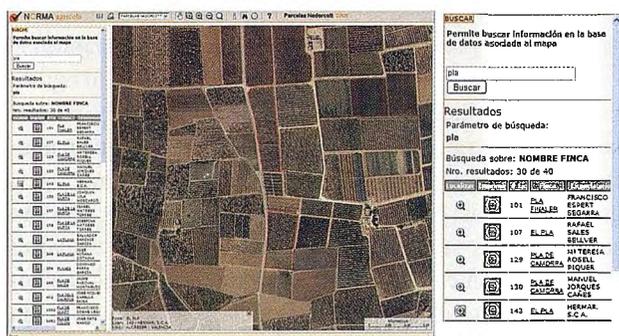


Figura 9. Búsqueda directa para la localización de una parcela por el nombre de la finca

► **Impresión de la ficha general o específica.** La herramienta de impresión proporciona una salida gráfica y alfanumérica de la búsqueda realizada en forma. La diferencia entre la general y la específica es que en la ficha general no es necesario seleccionar previamente ninguna parcela, sino que la salida gráfica es de la vista actual.

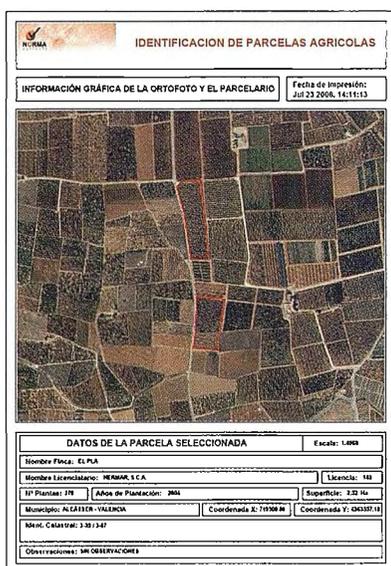


Figura 10. Impresión de la ficha específica de la parcela buscada y sus datos más relevantes

6. CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado una metodología sencilla, al mismo tiempo que efectiva para gestionar las licencias de ciertas parcelas agrícolas con una finalidad legal, para el cumplimiento de especificaciones y de las normas de comercialización oficiales.
- La aplicación desarrollada tiene una estructura flexible, ampliable, personalizable según las necesidades del cliente, y actualizable. Una de las ventajas más importantes es que es accesible a través de Internet.
- Respecto a los dispositivos móviles utilizados, así como el GPS externo que se eligieron para las visitas a campo, se ha comprobado que las precisiones de 2 metros han sido suficientes para este trabajo, con lo cual no ha sido necesario un elevado coste en la adquisición del equipo.
- Mediante esta aplicación desarrollada con Opensource se intenta cumplir con los estándares de la OGC así como promover la filosofía del software libre, al mismo tiempo que se evitan los costes en licencias de softwares para desarrollo de aplicaciones.

7. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido desarrollado por Norma Agrícola en colaboración con la Universidad Politécnica de Valencia a través del Instituto de Ingeniería Energética y el Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Así pues, agradecer a Norma Agrícola la confianza depositada en nosotros y su actitud positiva en la aportación de la información necesaria para el apropiado desarrollo de este proyecto.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Irimia J., Quintanilla I., Berné J.L., Salguero A. "Análisis de los Sistemas de Posicionamiento / Navegación Global por Satélite (GPS / GNSS) aplicado al inventariado de elementos puntuales y superficiales en tiempo real en función de tolerancias y precisiones requeridas. Integración en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Dispositivos Móviles." 2008. IX Congreso Nacional TOP-CART.
- [2] Quintanilla I., Berné J.L., Irimia J., Fortuny P., "Comparativa de GPS y EGNOS: análisis de precisiones entre receptores GPS monofrecuencia y receptores con sistema EGNOS", 2008. 6ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica.
- [3] Quintanilla I., "Análisis de la integración de sistemas (SIG, GPS y PDA) para aplicaciones medioambientales «in situ»". 2004. XI Congreso Métodos Cuantitativos, Sistema de Información Geográfica y Teledetección. Libro de Actas.
- [4] Quintanilla I., Berné J.L., Gallego A., "GPS navegadores y PDAs y su uso para aplicaciones agronómicas y medio ambientales". 2003. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universidad Politécnica de Valencia.
- [5] UMN MAPSERVER. "Publicación cartográfica con servidores de mapas Open Source.
- [6] Coll E, Martínez JC, Sanz JG, Irigoyen J. "Introducción a la publicación de cartografía en internet", 2005. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universidad Politécnica de Valencia
- [7] Mapserver. Página oficial: <http://mapserver.gis.umn.edu/>
- [8] MapTools. Página oficial: <http://ka-map.maptools.org/>
- [9] Mapfile Reference. Página oficial: <http://mapserver.gis.um.edu/docs/reference/mapfile>
- [10] Omniverdi. Web Gis free & Open Source. Pagina oficial: <http://www.omniverdi.org/>
- [11] The PHP Group, 2008. Página web: <http://www.php.net/>
- [12] ArcGis. Esri technical paper published by ESRI; 2005. California.
- [13] Hofmann-Wellenhof B. "Navigation: principles of positioning and guidance". 2004. Wien, New York, Springer.
- [14] Irimia J., Quintanilla I., Pérez J.A., Gallego A., "Estudio y análisis de receptores GPS monofrecuencia diferencial de bajo coste para la obtención de precisiones submétricas". 2008. IX Congreso Nacional TOP-CART.

PERITO MORENO, un topónimo argentino que honra a la Topografía.

Mario Ruiz Morales - Ingeniero Geografo del Estado - Universida de Granada

El topónimo Perito Moreno identifica el glaciar más conocido y visitado del manto de hielo patagónico (Andes del Sur), se trata concretamente de unos de sus ramales atlánticos¹ que desemboca justamente en el llamado Canal de los Témpanos, en el Lago Argentino; a unos 180 metros sobre el nivel del mar. En la actualidad, las coordenadas geográficas de su frente son aproximadamente las que se indican a continuación: latitud Sur de 50° 28' y longitud occidental de 73° 2'. La primera vez que figuró el nombre en una representación cartográfica² fue en la realizada a raíz del levantamiento hidrográfico efectuado por A. Iglesias, durante el año 1899.

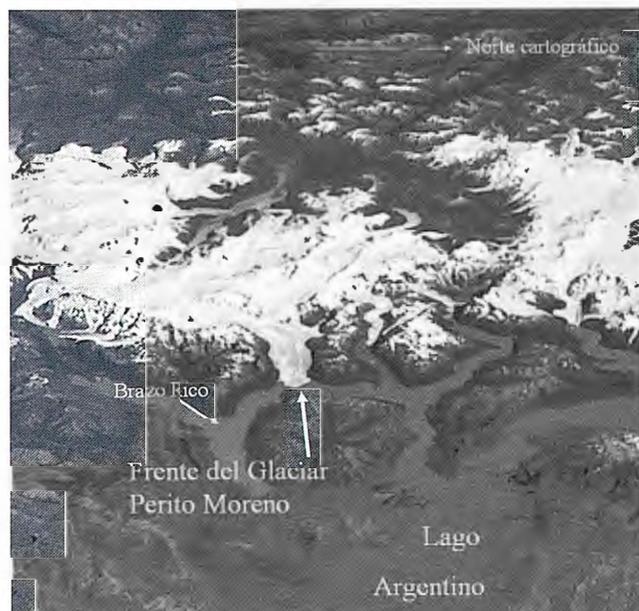


Imagen espacial del Glaciar Perito Moreno.

Su localización geográfica lo convierte en un glaciar de latitudes medias. Su desarrollo máximo es próximo a los 30 km, aunque si se sitúa su origen en el Monte Pietrobelli (2950m) solo se contarían 23 km hasta su frente, en el referido canal. La superficie estimada para el mismo es del orden de las 23000 ha, es decir 230 km². La altura de su hielo frontal oscila entre los 50 y los 70 metros. Al contrario de lo ocurrido con los glaciares de otras latitudes, en los patagónicos no se ha estudiado, con el debido rigor, el movimiento de sus hielos. No obstante, se suele afirmar que, en el de Perito Moreno, las velocidades en las zonas laterales con mayor rozamiento se encuentran comprendidas en el intervalo 0.3 y 0.5 m/día, mientras que en su zona central llega a los 2m/día; aunque sea previsible que los valores invernales sean más reducidos.

¹Realmente la mayoría de los glaciares de este manto de hielo desembocan en el Océano Pacífico.

²Hay que hacer notar en esas postrimerías del siglo XIX el glaciar fue visitado también por el alemán R. Natal, el cual pretendió bautizarlo con el nombre de Bismarck, apareciendo así en algunos mapas alemanes de la época.

La dirección predominante por la que discurre el glaciar es la de Oeste a Este. Sus principales características enlazan con las que son propias de una región con clima frío, húmedo y claramente mediatizado por el anticiclón del Pacífico. La temperatura media de la base del glaciar se estima en unos 7° C, en cuanto a las extremas: ascienden a 18° C en el verano y descienden a -2° C en el invierno. En lo que se refiere a su altitud, debe señalarse que la acumulación principal de sus hielos se produce a los 1500 m sobre el nivel medio del mar. El Servicio Meteorológico Nacional de aquel país fija la humedad media entre el 55 y el 60%.

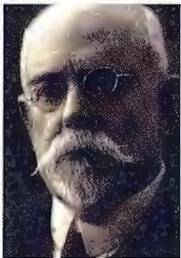
El glaciar tiene poca carga morrénica, de ahí que su color fundamental sea el blanco. Una de sus propiedades más relevantes de este glaciar es el de su estado de equilibrio, en evidente contraste con la mayoría de los del mundo, que como es sabido están en retroceso. El equilibrio del glaciar se refiere naturalmente a sus tres dimensiones: largo, ancho y grosor, que en cierto modo permanecen estables en el transcurso de la acumulación y la ablación. Una de las posibles explicaciones para ese fenómeno, verdaderamente singular, es la de que se produce una mayor acumulación de precipitaciones y una menor pérdida de agua por evaporación (la isoterma de 0° C puede alcanzar una altitud de 1500m en el verano). Igualmente se da como justificación el hecho de que su zona de acumulación es relativamente mayor en él que en los de su entorno, al contrario de lo que ocurre con la superficie de ablación, baste decir que la superficie de acumulación se puede estimar en un 72% de la total.

Otra particularidad sobresaliente de este glaciar es el fenómeno que se presenta, desde el año 1917, cuando alcanzó con su frente la península de Magallanes. De esa forma se configuró un dique natural que separó el denominado Brazo Rico del anal de Témpanos, y por tanto del resto del Lago Argentino, cuyas aguas siguen fluyendo hacia el mar a través del Río Santa Cruz. Mientras tanto el nivel de las aguas del Brazo Rico puede ir creciendo, hasta llegar a alcanzar ocasionalmente los 10 metros sobre el referido lago. El incremento del nivel de las aguas ejerce presión sobre el dique del hielo y comienza a filtrarse por la base del mismo. Producida la perforación se acelera el paso del agua y la erosión consecuente termina por hacer que el túnel bajo el hielo, previamente formado, termine por colapsar. Desde el primer contacto con la península, el cierre se ha venido abriendo en varias ocasiones, principalmente durante el verano. En ese proceso tan llamativo se pueden observar por lo tanto tres etapas bien diferenciadas, a saber: canales marginales de agua, aparición de grietas y formación de una gran galería, hasta que colapsa y vuelven a estar a nivel los dos sectores del lago.



El frente del Glaciar Perito Moreno, para hacerse una idea mejor de su altura, obsérvese a la persona que lo mira desde la pasarela.

En cualquier caso, por muy pormenorizada que fuese la descripción de este glaciar y por representativas que fueran las ilustraciones que la acompañaran, el lector estaría todavía lejos de sentir algo parecido a lo experimentado por el espectador, medianamente sensible, que lo contempla por primera vez; el cual queda del todo sobrecogido y embargado por una emoción incontenible. A ello ha de añadirse el sentimiento de estar viviendo una experiencia imperecedera. La belleza y grandiosidad de este monumento tan natural fueron refrendadas por la UNESCO que, en Octubre de 1981, lo declaró patrimonio de la humanidad, junto al resto del Parque Nacional de los Glaciares de Argentina. Merece la pena reproducir el final de su resolución: "*Que el hombre sepa preservar este sitio y más aún, preservarse a si mismo para que las generaciones futuras puedan contemplar este relictos de la edad del hielo*".



Fotografía y busto del Perito Topógrafo Francisco Pascasio Moreno, en un parque de Calafate, el núcleo urbano más cercano al glaciar que lleva su apellido.

La acuñación del topónimo fue un merecido homenaje al Perito Topógrafo Francisco Pascasio Moreno Thwaites (1852-1919). Nuestro protagonista, que había nacido en Buenos Aires, fue además un incansable explorador y un científico de reconocido prestigio internacional; de entre todos sus honores foráneos citaré solo tres: Miembro de la Orden sueca de la Estrella Polar, Socio honorario de la Real Sociedad de Londres y Miembro de la Sociedad Geográfica de París, que terminó concediéndole su medalla de oro. Con tan solo 19 años hizo su primer viaje a la Patagonia, mostrando, tanto en este como en todos los demás que realizó, un profundo respeto por las poblaciones indígenas. Al tiempo que redactaba los diarios de las expediciones, daba cuenta de los detalles topográficos más sobresalientes mediante croquis y levantamientos topográficos, expeditos o no. Los viajes realizados por Moreno no estaban exentos de serias dificultades, de hecho en el que

llevó a cabo en 1880 estuvo a punto de ser sacrificado por los indios³, aunque finalmente logró salvarse y llegar hasta Neuquén tras una penosa travesía de siete días en una rudimentaria balsa; navegando durante la noche y permaneciendo escondido durante el día.

³ A los tres días de haber sido capturado por los indígenas, decidieron que se le debía de arrancar el corazón y exponerlo en una caña para ahuyentar a los malos espíritus. Afortunadamente el jefe Sayhueque pospuso la ejecución de la sentencia, permitiendo así que F. Moreno pudiese escapar junto a dos de sus compañeros. Para algunos indios el teodolito era un cañón que podía matar cien hombres de un tiro y para otros, un interlocutor con el Sol durante un proceso de brujería.

En el año 1874 viajó a la provincia de Santa Cruz y Río Negro, navegando por él cerca de 500 km y levantando el mapa de la costa del Golfo de San Matías, así como el plano del puerto de San Antonio. Un año después logra que la Sociedad Científica Argentina le financie una nueva expedición a Patagonia, con la intención de cruzar los Andes desde el campamento instalado en el lago Nahuel Huapi y llegar hasta Chile, el 22 de enero de 1876 contempló por vez primera y durante horas el citado lago; un espectáculo que debió paliar la frustración de no poder cruzar la cordillera, por impedírselo los indios. El 15 de enero de 1877 inicia la búsqueda de los nacimientos del río Santa Cruz⁴, como parte de una misión que sufragó el gobierno; casi un mes después, el día 14 de febrero, logra su objetivo, al reconocer el gran lago que bautizó como Lago Argentinos. Cinco días después llega al glaciar que hoy lleva su nombre. Los pormenores de estas exploraciones los recogió en su obra *Viaje a la Patagonia Austral*, editada en mayo de 1879, que logró su objetivo de revelar la existencia de un territorio desconocido para la mayoría de la población; el libro contenía un interesante mapa realizado por el autor.



El vértice del frente glaciar en el Lago Argentino. La escala de la imagen la fija la embarcación que se ve en la parte superior derecha.

⁴ Durante esta expedición realizó observaciones termométricas para evaluar la altitud del lugar, en función del grado de ebullición del agua.

⁵ Un espectáculo impagable en palabras de F. Moreno, el cual le dedicó un poema: "*Lago Argentino: que mi bautismo te sea propicio; que no olvides quién te lo dio, y que el día en que el hombre reemplace al puma y al guanaco, nuestros actuales vecinos... le recuerdes los humildes soldados que le precedieron para relevarte a él, y que en este momento pronuncian el nombre de la patria, bautizándote con tus propias aguas*".

Sin embargo, su primera misión oficial le fue asignada por el gobierno de su país en 1879, situándolo al frente de la Comisión exploratoria de los Territorios del Sur, para localizar, entre otras cosas, yacimientos de nitratos y estudiar sobre el terreno la viabilidad de un proyecto de ferrocarril que uniera el Pacífico con el Atlántico, cruzando la Patagonia. Es destacable su interés por lograr representa-

ciones cartográficas fiables de los territorios implicados, al referirse a la región comprendida entre Río Negro y Chubut se lamentaba de que "los planos de las mensuras que han servido para malbaratar la tierra pública patagónica, son extraordinarios por sus deficiencias".

Una vez que fue nombrado miembro de la Sociedad Geográfica de París, el gobierno de Argentina, por medio de su Ministerio de Relaciones Exteriores, le encargó la formación de un mapa de la Patagonia y la elaboración de un informe acerca del límite jurisdiccional con Chile. En 1885 es nombrado Director del Museo de la Plata, un centro al que cedió los dos mil volúmenes de su colección particular; en ese puesto permanecería hasta el año 1905, en que cambian las directrices del museo y pierde su autonomía al integrarse en la Universidad Nacional de la Plata. Desde allí planificó, junto a su equipo de colaboradores, la exploración sistemática de las diferentes regiones del país; el resultado de sus investigaciones, fundamentalmente geográficas y geológicas⁷, fue publicado por dicha institución en sucesivas memorias; el mismo Francisco Moreno explicaba después que fue entonces cuando se sentaron las bases de la representación cartográfica de la orografía de la cordillera andina.

A partir del año 1896, su cargo de Director del Museo lo simultaneó con el de Perito Topógrafo del Gobierno argentino en la Comisión que debería de pronunciarse sobre los límites fronterizos con Chile, que reclamaba además parte de la Patagonia, y establecer una línea definitiva sensiblemente coincidente con la divisoria de las altas cumbres andinas, analizando al mismo tiempo el curso de los ríos que vertían aguas hacia ambos océanos. Al amparo de ese cometido fueron muy frecuentes sus desplazamientos a Chile, recopilando en pocos años abundante información geográfica: numerosos lagos, varios ríos, canales, islas, oteros y cadenas montañosas que hasta entonces eran desconocidas. No obstante, en 1895 ya había dirigido Moreno una importante expedición al Sur que permitió mejorar la imagen cartográfica de aquellos territorios, con estudios geográficos y científicos concluyentes.



6 Francisco Pascasio Moreno fue también Director del Mapa Topográfico y Geológico de la Provincia de Buenos Aires.

7 Moreno fundó las secciones topográfica y geológica para completar los estudios geográficos, geológicos y cartográficos que se presentarían en la reunión de los peritos encargados de supervisar la demarcación fronteriza, a celebrar en Santiago de Chile.

8 Al parecer en lo único que se ponían de acuerdo las dos naciones era en la soberanía sobre los océanos: argentina para el Atlántico y chilena para el Pacífico. A él se debió, en definitiva, la teoría de que el límite jurisdiccional debía de ajustarse, en la medida de lo posible, a la línea definida por las cumbres más elevadas; sus dictá-

menes los sustentaba con un detallado estudio del terreno implicado a ambos lados del límite fronterizo. En el año 1903 se amojona la frontera a lo largo de la Cordillera de los Andes y el gobierno argentino decidió regalar a Moreno 25 leguas de terrenos en la Patagonia, como recompensa por los servicios prestados. Un año después cedió parte de los mismos para que se pudiese crear el Parque Nacional Nahuel Huapi.

Su último viaje a la Patagonia lo hizo precisamente a esa región en 1912, en esta ocasión fue como acompañante del presidente norteamericano T. Roosevelt, el cual solicitó expresamente que Moreno le sirviera de guía; los dos personajes ya habían mantenido correspondencia sobre temas relacionados con la naturaleza y su conservación, Moreno le había regalado incluso heces fosilizadas del Mylodon, las cuales encontró en la cueva monumental que lleva el nombre de ese animal prehistórico. Más tarde le escribió Roosevelt, desde Paraguay, indicando en su carta... "aparte de que usted ha realizado una obra que sólo un escasísimo número de hombres de cada generación es capaz de llevar a cabo".

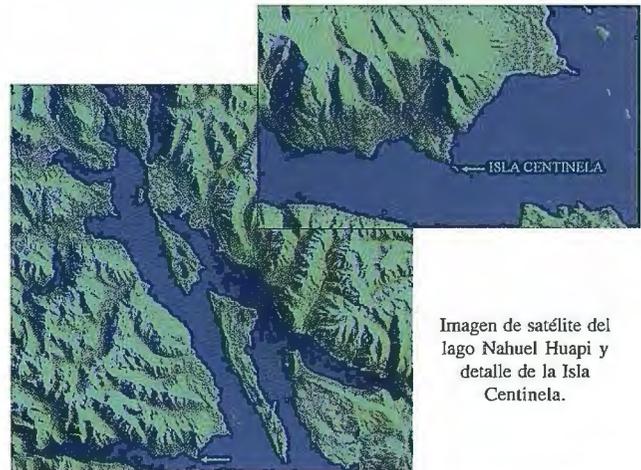


Imagen de satélite del lago Nahuel Huapi y detalle de la Isla Centinela.

Con el perito Francisco Pascasio Moreno sucedió como con tantos hombres ilustres que tuvieron mayores reconocimientos fuera de su país que en el suyo propio. Así lo pone de manifiesto R. Hosne en la página 202 de su libro Francisco P. Moreno, una herencia patagónica desperdiciada (Buenos Aires, 2008), cuando aseguraba que "A su muerte, el 22 de noviembre de 1919, no hubo para él honores oficiales, ni honras fúnebres. En su país fue virtualmente ignorado pero en cambio llegaron numerosas expresiones de pésame y condolencia desde los medios científicos de Estados Unidos, Francia, Italia, Noruega, Suecia y Gran Bretaña". La excepción, según este mismo autor, fue un solitario artículo publicado en una revista del Consejo Nacional de Educación, en el que se decía "En él las ideas se traducían en actos... Franco y leal por donde se le buscara, de una ingenuidad desconcertante, el corazón bien puesto y las manos limpias, el mismo ignoraba la potencia de su energía". Veinticinco años después de su muerte, y por iniciativa de la Dirección de Parques Nacionales, sus restos, que yacían en el cementerio bonaerense de la Recoleta, fueron trasladados al mausoleo construido al efecto en la isla Centinela del lago Nahuel Huapi, cumpliéndose así póstumamente el deseo de Moreno, el cual falleció días antes de su vuelta definitiva al lago que tanto le impresionó.

"Sinergias y costes de oportunidad producidas por la reubicación del aeropuerto de Quito: un estudio preliminar desde el punto de vista del urbanismo comercial"

Dra. Orduña Domingo, M.T.; Ledos: Estupiñán, M.; Cadena J.; Garzón, S.; León, C.; Claire, C.; Iza, A.; Franco, A.
Organización de Empresas y Comercialización-USC. FLACSO sede Quito- Ecuador

RESUMEN

Las ciudades son un espacio geográfico que tiene como eje principal y fundamental el recurso humano. Dentro de las ciudades se desarrollan todas las actividades sociales, económicas, comerciales, culturales, etc., que permiten el progreso y crecimiento de la misma. El comercio por otra parte, es la actividad más importante de los pueblos, mediante éste, las personas ofrecen y demandan productos y servicios que impulsan la economía de todo un país. Hoy en día se replantea la forma de "proyectar a las ciudades como centros de gestión con proyección global"¹, es decir brindar no solo a sus habitantes una mejor calidad de vida en cuanto a infraestructura, organización y administración, sino también a un mercado internacional que constantemente se desplaza buscando nuevos nichos para invertir.

I.-INTRODUCCIÓN

"El urbanismo promueve la reflexión colectiva sobre las condiciones de vida y sus posibilidades de mejora, ampliando la óptica de análisis de la población más allá de lo inmediato, incentiva la organización colectiva ya que afronta la mejora de la comunidad, que no puede llevarse a cabo individualmente e impulsa a la acción, porque esta es la finalidad del proceso"². El cantón Quito, objeto principal de este trabajo, pertenece a la provincia de Pichincha, cuenta con 52 parroquias, de las cuales 19 son urbanas y 33 rurales las mismas que conforman el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

"La distribución espacial del DMQ está conformada por cinco zonas"³:

- Zona Sur: residencial, con significativo uso industrial, proyecta un incremento de 169.183 habitantes hasta el año 2020.
- Zona Centro Sur: residencial y en proceso de consolidación final, incrementará su población en 78.555 habitantes hasta el año 2020.
- Zona Centro: histórica-regional, consolidada y con incorporación de usos no residenciales correspondiente al proceso de expansión de centralidad, disminuirá su población en 3.662 habitantes hasta el año 2020.
- Zona Centro Norte: en construcción y renovación concomitantes con su rol de centralidad extendida, proyecta una población de 414.613 para el año 2020.

- Zona Norte: en consolidación y probable renovación en los ejes alrededor del actual aeropuerto y con disponibilidad de áreas vacantes en la periferia occidental, proyecta una población de 361.536 habitantes para el año 2020.

1 Distrito Metropolitano de Quito, "Plan General de Desarrollo Territorial 2000-2020 del Distrito Metropolitano de Quito", Quito, 2006

2 Universidad de Santiago de Cuba, <http://www.santiago.cu/cienciapc/numeros/2004/2/articulo02.htm>

3 Distrito Metropolitano de Quito, "Plan General de Desarrollo Territorial 2000-2020 del Distrito Metropolitano de Quito", Quito, 2006

De acuerdo a los datos obtenidos del último censo del INEC del año 2001, Quito contaba con una población de 1.840.000 habitantes, de modo que para el año 2020 el área urbana actual de Quito soportará una población de 1.907.138 habitantes, con un incremento de 388.845 habitantes nuevos. Quito, cuyo casco histórico cuenta con la denominación más antigua de "ciudad patrimonio cultural de la humanidad", desde el 8 septiembre de 1978, desde su fundación por los españoles, tuvo un crecimiento espontáneo de tipo cónico desde el centro de la ciudad, característica inherente a su origen defensivo. Esta morfología, en el transcurso del tiempo fue cambiando, a una tipología policentral como consecuencia de la expansión poblacional y la topografía de la ciudad, en entorno a una macro centralidad. Una de las propuestas actuales del Municipio de Quito, es generar una nueva macro centralidad a través de la reutilización del suelo del actual aeropuerto Mariscal Sucre y reordenamiento territorial de la zona Norte en particular, y en general de toda la ciudad. Con estos antecedentes, la zona Norte se proyecta como un polo potencial de desarrollo, por lo que, en este trabajo se basará en una proyección teórica de crecimiento, de los sectores colindantes al aeropuerto Mariscal Sucre como Concepción, Cotocollao, JipiJapa, Kennedy, Ponciano y Rumipampa, de acuerdo al planteamiento general del Municipio, partiendo de un diagnóstico urbano de los sectores próximos a la zona en cuestión, para después realizar un análisis de la oferta y la demanda, y definir el marco de gestión para proponer un plan de city marketing.

A.-OBJETIVOS DE ESTUDIO: Con estas premisas, se trabaja con estos objetivos:

Generales:

- Realizar un análisis general de los sectores colindantes al aeropuerto Mariscal Sucre.

- Proyectar el desarrollo de los sectores colindantes al aeropuerto Mariscal Sucre de acuerdo al planteamiento general del Municipio.

Específico:

- Detectar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del sector para plantear una estrategia general de City Marketing en el área de estudio

B.-ANÁLISIS URBANO: El urbanismo es el proceso que permite a la sociedad urbana manipular y adecuar su espacio para dotarlo de los elementos necesarios para el desarrollo de su vida en comunidad en cada momento histórico. "La urbanística como ciencia y el urbanismo como práctica de la organización social, económica y cultural del espacio de la ciudad pone en juego a la comunidad urbana para pensar y actuar sobre su entorno"⁴. Una de las principales actividades en el desarrollo de una ciudad se da a través del urbanismo comercial considerado como "Una disciplina de estudio e intervención administrativa"⁵ que emplea el comercio como una herramienta de revitalización de las ciudades, y parte generadora de los centros urbanos. Reflexión, organización y acción son los tres niveles consustanciales a cualquier proceso de desarrollo comunitario: "el urbanismo promueve la reflexión colectiva sobre las condiciones de vida y sus posibilidades de mejora, ampliando la óptica de análisis de la población más allá de lo inmediato, incentiva la organización colectiva ya que afronta la mejora de la comunidad, que no puede llevarse a cabo individualmente e impulsa a la acción, porque esta es la finalidad del proceso"⁶. En la conformación de una ciudad la expansión y crecimientos urbanos presuponen múltiples procesos de fenómenos sociales, económicos y políticos, que históricamente se ha desarrollado bajo diferentes formas de organización territorial.

"Quito en su primera etapa adopto la forma radial-concéntrica, para luego adoptar una forma longitudinal, en un tercer momento apareció la forma longitudinal-polinuclear y, en su última etapa adquirió una forma irregular dispersa"⁷.

4 Universidad de Santiago de Cuba, <http://www.santiago.cu/cienciapc/numeros/2004/2/articulo02.htm>

5 "El nuevo Urbanismo Comercial" I Jornada de comercio Madrid, 1998.

6 Universidad de Santiago de Cuba <http://www.santiago.cu/cienciapc/numeros/2004/2/articulo02.htm>

7 Ley del distrito Metropolitano de Quito, Dirección de Planificación del Municipio de Quito.

Actualmente Quito se constituye por cinco zonas principales:

La Zona Sur, Centro Sur, Centro, Centro Norte y Norte. El Norte es la Zona donde se enmarca el área que se estudia, que toma como punto de partida la reubicación del actual aeropuerto y la reutilización de esta área como el "Parque del Lago" de acuerdo al planteamiento del Ilustre Municipio de Quito (IMQ), manteniendo el uso de una parte de la actual infraestructura como centro de Convenciones.

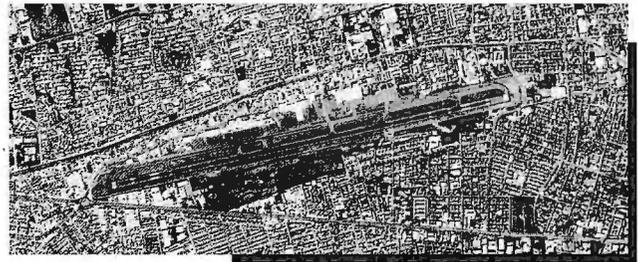


Foto aérea Aeropuerto MS

En conjunto el IMQ y el Colegio de Arquitectos del Ecuador (CAE) están desarrollando un concurso de ideas que iniciara en Agosto de este año para el diseño del Parque del Lago o Parque Bicentenario.

"La estructuración del Parque Bicentenario y El Centro de Convenciones (actual aeropuerto) está dirigida a garantizar una adecuada funcionalidad del norte de la ciudad, mediante la intercomunicación este oeste y la ocupación de la zona con áreas verdes, equipamientos y servicios -de escala local y nacional- que expresen aportes de modernidad en su morfología y un mejor ambiente y calidad de vida para los habitantes de dicha zona"⁸.

⁸ Distrito Metropolitano de Quito, "Plan General de Desarrollo Territorial 2000-2020 del Distrito Metropolitano de Quito", Quito, 2006

1.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio preliminar que del desarrollo de la demanda y de la oferta se ha planteado. Gira en torno a los sectores colindantes al Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre detallados a continuación:

- Al Norte parroquias de Cotocollao y Ponceano.
- Al Sur parroquia Jipijapa.
- Al Este parroquia Kennedy.
- Al Oeste parroquia la Concepción.

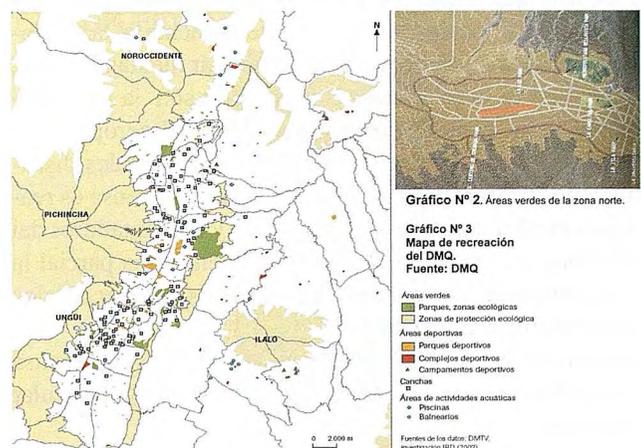
1.2 UBICACIÓN:

El aeropuerto Internacional Mariscal Sucre limita:

- Al norte con la calle Luis Tufiño.
- Al sur con el redondel del Labrador, Av. Río Amazonas y Av. 10 de Agosto.
- Al este la Av. Galo Plaza y Real Audiencia.
- Al oeste la Av. La Prensa.

1.3 DIAGNÓSTICO

• AREAS RECREATIVAS:



La zona centro Norte y Norte cuenta con un 41.8% de la población de la ciudad de Quito y actualmente uno de sus principales problemas están dados por el déficit de equi-

pa-mientos recreativos y por la existencia del aeropuerto Mariscal Sucre dentro de la urbe, que genera contaminación ambiental y disminución de la plusvalía del sector debido al alto riesgo que demanda vivir en la zona. Las normas del Municipio para equipamiento recreativo indican que el índice de áreas recreativas urbanas es de 7m² por Hab., de acuerdo a la población en el 2001 se calculo que el área verde por habitantes es de 6.35m² y la proyección hacia el 2020 es de 4.34 m², es decir que hay una tendencia del incremento del déficit de este espacio.

Con la construcción de un Parque en la parcela que ocupa actualmente el aeropuerto, se incrementaría en 170 Has aproximadamente, la cantidad de metros per cápita de áreas verdes se mantendría en 6m² para la población del año 2010. Por ello se considera indispensable la utilización del área del actual aeropuerto como parque para suplir parcialmente la actual necesidad de la ciudad.

• **ACCESIBILIDAD Y MOVILIDAD:**

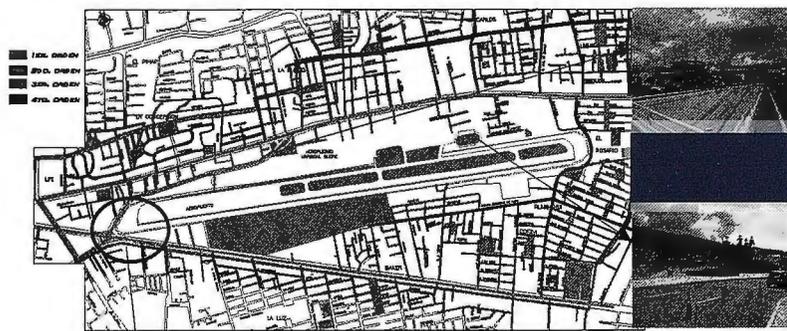


Gráfico N° 4

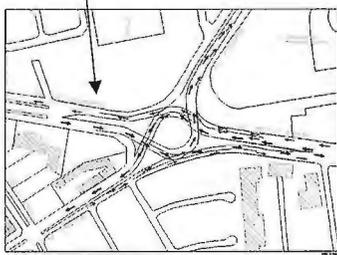


Gráfico N° 5
Fuente FAU, UCE 2005

1.3.1 ANÁLISIS VIAL

De acuerdo al gráfico N° 4 la accesibilidad al sector se realiza por cuatro tipos de vías: las principales (1°orden) son la Av. Galo Plaza, Av. La Prensa y Av. Amazonas, las secundarias (2do orden) son la Av. Luis Tufiño y Av. Del Maestro que unifican las vías principales. Las vías colectoras y locales abastecen internamente a la población del sector y tienen un flujo vehicular mediano y bajo. Otras vías de acceso indirectas al sector son la Av. Occidental y Av. 6 de Diciembre que llegan al aeropuerto a través de vías secundarias. Una de las principales distribuciones de transporte público en la Av. La Prensa es realizada por las unidades del metro bus y alimentadores del trole bus que actualmente abastecen en forma parcial la alta demanda de la zona. El sector cuenta con dos intercambiadores el 1ero ubicado en la AV. Amazonas y el 2do en la Av. La Prensa (ver gráfico 5) que facilitan la rápida distribución vehicular del sector.

• **PLAN DE TRANSPORTE. Tren Ligero de Quito TRAQ.**

En solución a los problemas de accesibilidad y movilidad que enfrenta la ciudad se propone el Nuevo Sistema de Transporte Masivo de Pasajeros, el Tren Ligero de Quito,

-que operará en el eje vial longitudinal de la Ciudad de Quito. 'La longitud del trazado sería de 29 kilómetros que uniría el extremo norte del aeropuerto, en el sector norte y San José de Turubamba en el sur en aprox. 45min ocupando posiblemente la actual vía del trole bus.

El sistema funcionaría con trenes conformados por coches de tracción eléctrica, que se desplazarán sobre el eje norte-sur de la ciudad. "Vicente Cadena, coordinador del proyecto Tren Ligero de Quito, aseguró que solo es un proyecto que debe ser estudiado según la necesidad y posibilidades económicas que tiene la ciudad.

Sin embargo, aseguró que el proyecto, si no es concesionado y netamente del gobierno local, requeriría del apoyo del gobierno central. El proyecto, según los informes técnicos, atendería a 600 mil usuarios diariamente. El costo de inversión sería de 780 millones de dólares y su funcionamiento arrancararía en el 2012" 9

"La Empresa Desarrollo Urbano de Quito - Innovar.uio está encargada del proceso para la construcción, equipamiento, operación, mantenimiento y financiamiento de este sistema denominado TRAQ" 10. Actualmente continúan los estudios para el desarrollo del proyecto. De darse su ejecución esta integraría los extremos de la ciudad y corregiría indirectamente los problemas de transporte público que se enfrentan en la Av. La Prensa. El proyecto generaría un desarrollo del sector integrando los consumidores del sur y norte de la ciudad.

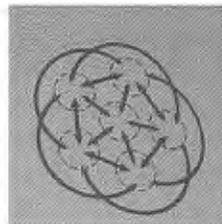
1.3.2 ANÁLISIS ESPACIAL

• **PLANE DE DESARROLLO TERRITORIAL DE QUITO. (2000-2020)**

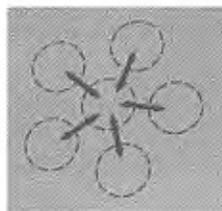
"La Estructura Territorial del Distrito Metropolitano de Quito, que propone reconstruir el DMQ, se sustenta en cinco ámbitos básicos11:

9 <http://www.telegrafo.com.ec/quitometropolitano/noticia>, Julio 2008.
10 proyecto.php.htm, Empresa Desarrollo Urbano de Quito - Innovar.uio
11 Distrito Metropolitano de Quito, "Plan General de Desarrollo Territorial 2000-2020 del Distrito Metropolitano de Quito", Quito, 2006

1. La pluri-centralidad: considerado como un sistema de malla polinodal de centralidades, cuyo núcleo es la macro-centralidad de la ciudad de Quito y un sistema integral de movilidad y accesibilidad.



2. La macro-centralidad: para posibilitar la articulación del área urbanizada del territorio y racionalizar el crecimiento.



3. La sustentabilidad: referente al manejo ambiental adecuado orientado a la protección de la identidad, recuperación y la revitalización de las áreas históricas; el correcto remate y crecimiento de los tejidos urbanos.

4. La descentralización: Implantando un nuevo sistema de manejo territorial (jurídico, planificador, normativo y administrativo), descentralizador de la gestión del desarrollo.

5. El espacio público: considerado como un sistema urbano estructurante armónico, que relacione, integre y articule los diferentes sectores y equipamientos mediante la trama ya consolidada.

En base a estos planteamientos, la ciudad en sí tendrá cambios en su organización por la creación de nuevos centros urbanos. Partiendo de lo macro a lo micro, una afectación de este cambio se da en la zona norte de Quito, que debido a la reubicación del actual aeropuerto, genera transformaciones por el posible traslado de las actividades administrativas y financieras de la ciudad hacia la zona del actual aeropuerto generando un nuevo macro centro como parte de la pluri-centralidad de la ciudad.

• USOS DE SUELO

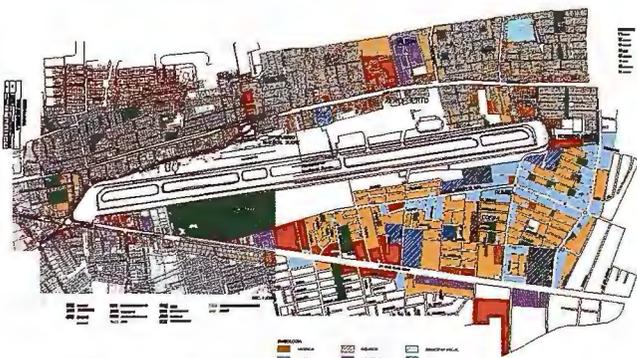


Gráfico N° 6

Fuente: FAU, UCE 12

El uso de suelo urbano predominante del sector es el de vivienda y tipología mixta (ver gráfico 6), las zonas comerciales influenciadas directamente por las actividades del aeropuerto se ubican directamente hacia la Av. La Prensa e indirectamente hacia la Av. Amazonas. Existen pocas áreas verdes y recreativas en el sector, el único espacio verde de gran dimensión es de uso privado. Hay centros educativos que abastecen al sector, áreas de culto, un hospital que brinda el servicio al sector, y áreas industriales que deberían ser trasladadas fuera de las áreas residenciales. Referente a la tipología de las manzanas son de tipo aisladas, pareadas, en línea de fábrica y continuas, de formas regulares e irregulares, con alturas de edificación que van de uno a cuatro pisos y en ciertos casos sobre pasan esta altura. El Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) del sector es casi total y la presencia de terrenos baldíos en los sectores colindantes es casi nula y hacia la zona occidental en pequeñas proporciones.

12 Planos Digitales proporcionados por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central del Ecuador, año 2005

De acuerdo a la zonificación (ver gráfico 7) la mayor área de terrenos del sector tienen una normativa máxima de 4 pisos de altura y un porcentaje mínimo para construcciones en estos terrenos de 6 pisos.

• ZONIFICACIÓN URBANA Y METROPOLITANA DE QUITO.

ZONA TIPO	FORMA DE OCUPACIÓN	LOTE MÍNIMO	FRENTE MÍNIMO	ALTURA MÁXIMA		COS TOTAL	RETIROS MÍNIMOS					DENSIDAD NETA	
				N.PISOS	(M)		F	L	I	f	EB		
A304	AISLADA	300	12	4	12	0,4	1,6	5	3	3	3	6	460
A408PB	A	400	15	8	24	0,5	3,3	5	3	3	3	6	920
B203		200	9	3	9	0,5	1,5	5	3	0	3	6	460
B304	PAREADA	300	9	4	12	0,5	2	5	3	0	3	6	5,7
B304B	B	300	9	4	12	0,8	2,1	5	3	0	3	6	5,7
B405		400	12	6	18	0,6	3	5	3	0	3	6	9,2



ZONIFICACIÓN URBANA Y METROPOLITANA DE QUITO

Gráfico N° 7 FAU, UCE 2005 13

13 Ordenanza de Gestión Urbana y territorial, Plan de Uso y Ocupación del suelo, Municipio de Quito.



ANÁLISIS DE ALTURAS DE EDIFICACION

Gráfico N° 8 FAU, UCE 2005

De acuerdo al Gráfico 8 hacia la Av. La Prensa existe una mayor tendencia de crecimiento en altura que en la Av. Galo Plaza sobrepasando los 4 pisos de altura, con incumplimiento a la zonificación B304PB y B304 en la parroquia la Concepción, que nos da una pauta de cuales serían las primeras áreas en las que se incrementaría la utilización de suelo luego de la salida del aeropuerto.

• ARCHIVO FOTOGRÁFICO

• USO DE SUELO PRINCIPAL PARQUE LA CAROLINA Y AEROPUERTO MARISCAL SUCRE

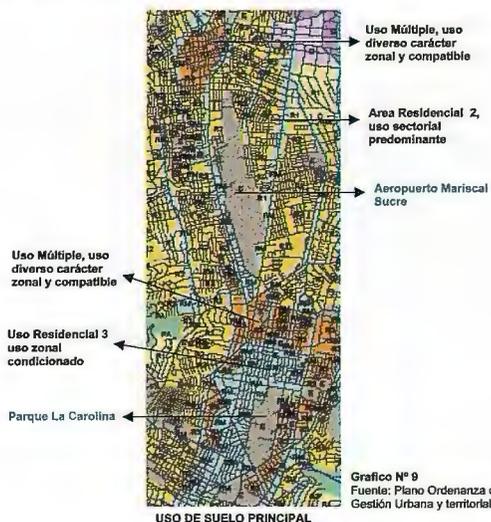


Gráfico N° 9 Fuente: Plano Ordenanza de Gestión Urbana y territorial 2003

USO DE SUELO PRINCIPAL

Actualmente en la zona se desarrollan diversas actividades comerciales como farmacias, boutiques, accesorios de autos, supermercados, restaurantes entre otros y aproximadamente un 35% del comercio del sector depende de la presencia del aeropuerto (en base a encuestas realizadas julio 2008)/ y están aglomerados en el área de acceso con una tendencia de crecimiento hacia las vías secundarias como la Av. La Florida.

En los sectores lejanos al acceso existe una presencia de actividades comerciales dispersas, que podrán desarrollarse con el planteamiento del parque en el área actual.

En el gráfico N° 9 se puede establecer una comparación entre el uso de suelo en torno al Parque la Carolina y el uso de suelo en torno al Aeropuerto Mariscal Sucre. La creación del Parque del Lago o Parque Bicentenario en el sector generaría una modificación del uso de suelo similar a lo ocurrido en la Carolina donde actualmente sus terrenos colindantes tienen un uso principal de áreas residenciales, equipamiento zonal y tipologías múltiples, con una alta densidad neta, en comparación a los usos actuales del aeropuerto que en su mayor porcentaje tiene un uso principal de viviendas y en muy menor porcentaje de comercios, usos múltiples y equipamientos sectoriales, con una baja densidad neta que tendería a incrementarse generando un crecimiento en altura y el desarrollo del sector.

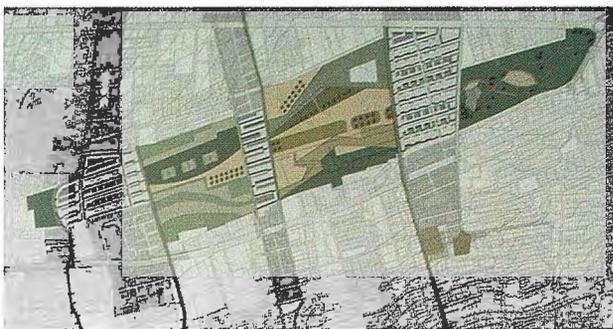
1.4 PROPUESTAS DE MODELO DE PARQUES PARA SATISFACER LA DEMANDA CIUDADANA¹⁴

Un gran parque Axial: esta estrategia propone un espacio abierto singular que reutiliza parcialmente la infraestructura actual del aeropuerto y permite la introducción de diversos programas colectivos dentro del parque.

¹⁴ Correa, Felipe y Busquets, Joan: "El Vacío como Generador de una Nueva Centralidad", Cambridge, MA : Harvard University Graduate School of Design, 2007



Tres parques con hilos de grano: esta estrategia se concentra en transformar el aeropuerto en tres espacios públicos de escala mediana. Esto permite la introducción de bandas edificadas que reestructuran la conexión entre el lado este y oeste de la ciudad.



II.-ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA DEMANDA

El objetivo de este apartado será identificar las características de la demanda ciudadana en cuanto al uso del terreno del actual aeropuerto (áreas recreativas) y, por otro

lado, presentar supuestos sobre de la demanda urbanística en las parroquias colindantes al aeropuerto (entorno).

2.1 DEFINICIÓN DE LA DEMANDA URBANÍSTICA

La demanda es una de las fuerzas que delimitan la asignación locativa de las actividades residencial y terciaria en el interior de una ciudad. Para este efecto se hará un estudio geográfico de la demanda ciudadana y sus características, así como el análisis de las encuestas realizadas por los investigadores; dividiendo el tema en dos áreas de estudio según los objetivos (parque y entorno).

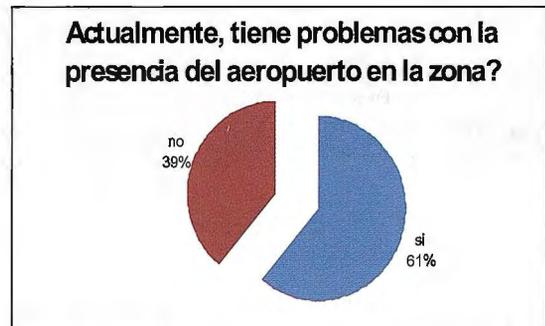
¹⁵ Ramírez Carrasco Francisco, Tesis Doctoral: "Valoración de la Congruencia Espacial entre la Actividad Residencial y Terciaria en el Centro Urbano de Barcelona", ETSAB, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2003

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA CIUDADANA EN CUANTO AL USO DEL TERRENO DEL ACTUAL AEROPUERTO

• Encuestas

Realizada una encuesta aleatoria, con una toma muestral de 49 personas en la zona Norte de Quito y a los alrededores del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, se llegaron a determinar los siguientes aspectos:

- A la pregunta sobre si los encuestados tenían problemas con la presencia del aeropuerto en la zona, el 61% piensa que existen problemas con la presencia del aeropuerto, cuyas respuestas están basadas principalmente en el criterio residencial, pero el 39% dijo que no, por lo que podemos deducir que son aquellas personas que se verán afectadas directamente en el ámbito laboral o económico.



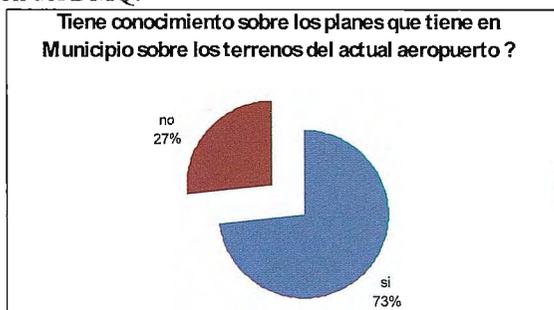
Fuente: Elaboración propia.

- En directa relación con la primera pregunta los encuestados ven que el traslado del aeropuerto es muy positivo en un 24%, mientras que un 41% lo considera solamente positivo, a un 4% les es indiferente y el 31% piensa que es negativo. Sumadas las percepciones positivas, tenemos un total de 65%, que refleja que la gente prefiere que el aeropuerto sea trasladado por situaciones tanto ambientales y de seguridad, problemas que se identifican directamente con el funcionamiento del aeropuerto en la zona.



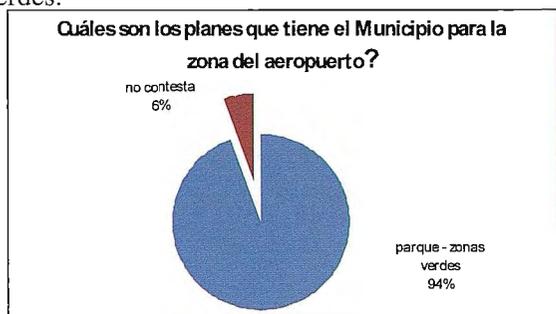
Fuente: Elaboración propia.

- Acerca del conocimiento que tienen los ciudadanos sobre los planes del Municipio de Quito para los terrenos del actual aeropuerto, 73% de los encuestados respondieron que "sí", demostrando de cierta forma que la población se encuentra informada sobre el tema, sobre todo considerando la campaña de difusión y comunicación del DMQ.



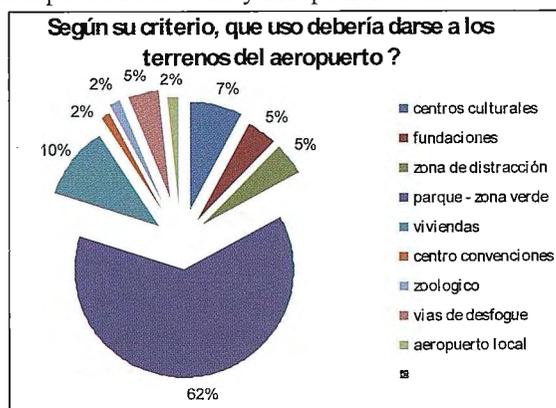
Fuente: Elaboración propia.

- Consultados sobre los planes del Municipio para esta zona, el 94% de los encuestados respondió que éstos estarán destinados a la construcción de parques y áreas verdes.



Fuente: Elaboración propia.

- Por otra parte, se consultó a las personas sobre el criterio personal acerca del uso que debiera darse a los terrenos del actual aeropuerto y el 62% preferirían que se transformen en parques y áreas verdes, el 10% en viviendas y el 7% en centros culturales, el restante 21% mencionó: zonas de distracción, fundaciones, vías de desfogue, centro de convenciones, zoológico, piscina, pista para automóviles y aeropuerto local.



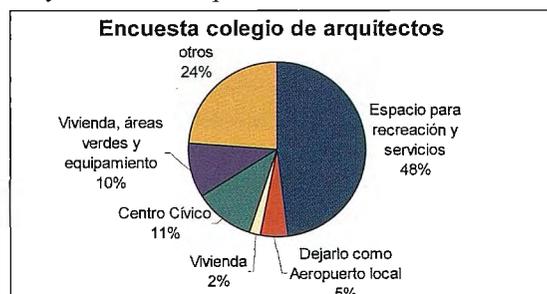
Fuente: Elaboración propia.

- La última pregunta se refirió a la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones del Municipio con respecto a los planes que se implementará en los terrenos del actual aeropuerto, el 90% de los encuestados respondieron que los ciudadanos sí deben participar en estas decisiones, indicando que la gente están conscientes de sus derechos y sobre todo de su rol, así como de su participación activa en el proceso.



Fuente: Elaboración propia.

Volviendo sobre las preferencias de los ciudadanos para el uso de los terrenos del actual aeropuerto, se tuvo acceso a una encuesta realizada por el Colegio de Arquitectos de Quito el año 2005 a 150 personas, cuya conclusión principal fue que el 48% preferiría que el uso de los terrenos del actual aeropuerto Mariscal Sucre fuera "espacio para recreación y servicios", validando de esta forma los planes del Municipio de Quito y nuestra investigación. Se consideran importantes también, las demás ideas propuestas por un porcentaje minoritario de los encuestados con la creación de: centro educativo y desarrollo tecnológico, zona hotelera, gran centro de convenciones y recinto ferial, autódromo, bibliotecas, guarderías, preescolar y escolar, lago, parque temático compendio de todos los pueblos del Ecuador, recreación acuática, mega centro cultural de recreación que no incluya canchas, área de prestación de servicios de gestión para descentralizar lo que genera el centro de la urbe, área que centralice la gestión gubernamental y vías alternas que solucionen el tráfico este-oeste.



Fuente: Elaboración propia.

2.3 LOCALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA DEMANDA.

El Municipio ha determinado que el área de actual aeropuerto será un espacio destinado a la creación de un parque para la ciudad en su Ordenanza N° 3535 y "considerando que la voluntad de la ciudadanía valida esta decisión, esta área será convertida en un espacio público"¹⁶, que esté fundamentalmente destinado a satisfacer las necesidades colectivas del Distrito Metropolitano de Quito. Según los datos del censo del INEC, la población del Cantón Quito, fue cerca de "1.840.000 Hab., en el año 2001, de aproximadamente 1.350.000 en el año 1990, lo que significa un aumento de 500.000 habitantes en el espacio de 11 años. Gran parte de este incremento debe atribuirse a las comunas suburbanas cuya población se acerca a los 430.000 habitantes. La población de hombres ascendía a 892.570 (48,51%) y de mujeres a 947.283 (51,49%)"¹⁷.

"El área urbana actual de la ciudad de Quito, soportará hasta el año 2020 (ver siguiente cuadro), una población de 1'907.138 habitantes, con un incremento de 388.845 habitantes nuevos, con una densidad bruta promedio de 101 hab/Ha."¹⁸

• Cuadro Poblacional de Quito 2001-2020

AREA \ AÑO	2001	2005	2010	2015	2020
AREA URBANA	1,397,698	1,504,991	1,649,478	1,777,976	1,917,995
ZONA QUITUMBE	190,385	235,298	291,439	347,581	403,722
ZONA ELOY ALFARO (Sin Lloa)	410,866	431,858	458,119	484,403	510,706
ZONA MANUELA SAENZ	227,173	227,151	227,124	227,097	227,069
ZONA EUGENIO ESPEJO (Sin Nayón y Zámbriza)	352,417	363,087	376,218	389,275	402,510
ZONA LA DELICIA (Sin Nono, Pomasqui, San Antonio y Calacali)	216,857	247,597	287,577	329,621	373,988
AREA URBANIZABLE	344,799	401,996	487,363	571,807	667,964
NAYON Y ZAMBIZA (Zona Eugenio Espejo)	12,837	14,661	17,398	20,209	22,841
POMASQUI Y SAN ANTONIO (Zona La Delicia)	40,157	44,166	47,822	49,582	49,125
ZONA CALDERON	93,989	113,374	137,605	161,836	186,066
ZONA TUMBACO	59,576	66,776	80,276	91,776	103,276
ZONA LOS CHILLOS (Sin Amaguaña y Píntag)	78,875	92,159	108,678	128,164	147,564
ZONA AEROPUERTO (Sin Guayllabamba)	59,585	68,859	94,585	120,240	159,092
AREA NO URBANIZABLE	99,704	100,780	103,864	107,155	112,518
LLOA	1,431	1,432	1,413	1,371	1,310
NONO	1,753	1,762	1,698	1,562	1,367
CALACALI	3,626	3,446	3,095	2,650	2,158
NOROCCIDENTE (Delegación)	11,975	11,515	10,940	10,365	9,790
NORCENTRAL (Delegación)	16,724	17,296	18,010	18,725	19,439
AMAGUAÑA	23,584	25,435	27,233	28,456	29,102
PINTAG	14,487	15,007	15,259	15,120	14,642
GUAYLLABAMBA	12,227	14,275	18,612	23,660	31,305
DISPERSO QUITO (Periferia de Quito)	13,897	10,612	7,603	5,246	3,404
DMQ	1,842,201	2,007,767	2,231,705	2,456,938	2,698,477

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2001; INEC. Elaboración: Unidad de Estudios; DMPT-MDMQ

El futuro proyecto de áreas recreativas y verdes, tiene como mercado o demanda potencial a las personas del DMQ, y como se mencionó anteriormente, el total de esas zonas verdes representa alrededor de 1.170 ha, de las cuales 773 Has. corresponden a los parques de más de 3 Has. Se debe anotar que los cuatro mayores parques de la ciudad "(el Parque Metropolitano tiene una superficie de alrededor de 570 Has, La Carolina 67 Has, el parque Itchimbía tiene 54 Has, y El Ejido 14,3 Has) sumando un total de aproximadamente 705,3 Has" ¹⁹. Cabe destacar, que el mínimo de zonas verdes establecido por la agenda HABITAT de Naciones Unidas, para países en vías de desarrollo es de 10 m² por hab, y que según las normas del Municipio de Quito para equipamiento recreativo, el índice de áreas recreativas urbanas es de 7m² por hab. Por lo que Quito, no llega a cumplir las normas mínimas, ni siquiera del Municipio.

16 León Vega, Xavier, Naranjo Márquez, Alexander: "Quito: ¿Es el Espacio Público cada vez más privado?", Centro de Investigaciones CIUDAD, Quito, 2005

"Es un lugar de esparcimiento, goce, disfrute, recreación, circulación, etc. destinado al uso de la comunidad en general, de forma gratuita, y de libre acceso. Fundamentalmente el espacio público está destinado a satisfacer las necesidades colectivas para garantizar nuestro pleno desarrollo como seres humanos; incluye plazas, plazoletas, calles, veredas, ciclovías, canchas deportivas, espacios verdes, parques, escenarios culturales, entre otros elementos".

17 Distrito Metropolitano de Quito, "Plan General de Desarrollo Territorial 2000-2020 del Distrito Metropolitano de Quito", Quito, 2006

18 Plan de Suelo de Pichincha 2009

19 Metzger, Pascale y Bermúdez, Nury: "EL MEDIO AMBIENTE URBANO EN QUITO", Dirección General de Planificación - Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), 1996

2.4 SUPUESTOS SOBRE LA FUTURA DEMANDA URBANÍSTICA EN LAS PARROQUIAS COLINDANTES ALAEROPUERTO

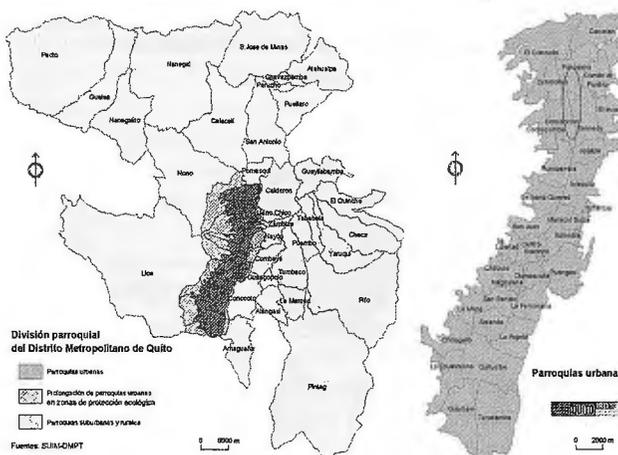
La población de la Zona Norte directamente conectada con el área de impacto (aeropuerto), como se mencionó anteriormente son las parroquias: Concepción, Cotocollao,

JipiJapa, Kennedy, Ponceano y Rumipampa, cuya población ascendía el año 2001 a 257.993 habitantes, que representaba el 14% del DMQ.

Parroquias Quito	Población 2001	Tasa de crec. Anual (1990-2001)
Ponceano	52,257	2.18
JipiJapa	34,844	0.83
Kennedy	70,333	0.4
Rumipampa	31,136	0.74
Concepción	37,001	-0.86
Cotocollao	32,422	1.23
Subtotal	257,993	
Total DMQ	1,842,201	
% del DMQ	14%	

Fuente: Censo INEC 1990 y 2001 y DMQ

La Zona Norte en proceso de consolidación y probable renovación en los ejes de alrededor del actual aeropuerto y con disponibilidad de áreas vacantes en la periferia, soportará una población de 361.536 habitantes el año 2020, con una densidad bruta promedio de 108.8 hab/Ha, producto del incremento de 112.703 habitantes²⁰.



Será importante que el Municipio genere planes de carácter sustentable en el sentido de que la zona este equipada con la infraestructura, equipamiento y servicios adecuados, para que no existan problemas en el proceso de transición de una zona aeroportuaria a un centro comercial abierto. Pero sobretodo para que la zona pueda convertirse en un modelo de transformación urbana del futuro.

Existen tres procesos que tienden a delinear los nuevos patrones de urbanización²¹:

20 Distrito Metropolitano de Quito, "Plan General de Desarrollo Territorial 2000-2020 del Distrito Metropolitano de Quito", Quito, 2006

21 Basado totalmente en el libro "La Ciudad Construida, urbanismo en América Latina". FLACSO Ecuador, Quito, 2001

- **Cambios demográficos:** En el caso específico del área del aeropuerto se podría esperar un crecimiento poblacional en la zona debido a los cambios en el uso del suelo específicamente:

- o Movimiento de personas de otras áreas de la ciudad debido al mejoramiento de las condiciones de vida el lugar.
- o Por efecto del cambio en la normativa del uso de suelo, las construcciones podrán ser de mayor altura, superando el máximo actual de 4 pisos.
- o Por el embellecimiento y progreso de la zona.
- o Por el incremento de las oportunidades de trabajo.
- o Por la facilidad de satisfacción de necesidad (cercaña y diversidad de oferta de productos y servicios).

TCP-MDT



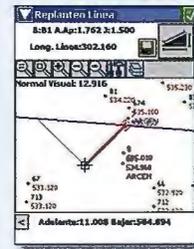
Modelo Digital del Terreno

Compatible con Autocad 2009
y Bricscad versión 8



Nueva versión 5.2

Avantamientos proyectos replanteos carreteras urbanizaciones
canteras topografía construcción urbanismo ingeniería



INTELLI-MDT

Modelo digital del terreno
3D incluido

ORTO-3D

Visualización 3D a
partir de ortofotos
y MDT's

TCP-GPS

Replanteo y toma
de datos con GPS

TCP-ET

Replanteo y toma
de datos con
estación total

TCP-TUNEL

Replanteo y toma
de datos de túnel

aplitop

Aplicaciones de
Topografía e Ingeniería Civil

Una solución para cada necesidad
www.aplitop.com

C/Sumatra nº9, 29190 - Málaga Tlf: 952 43 97 71 - Fax: 952 43 13 71

www.aplitop.com

aplitop@aplitop.com

• **La globalización (glocalización)** una ciudad abierta al mundo, significa atraer inversiones, productos, información y consumidores, los profesionales tienen que generar condiciones de competitividad (conectividad, flexibilidad institucional, innovación tecnológica, cultural y calidad de vida) y posicionamiento.

o La zona Norte, debiera transformarse utilizando el enfoque de la glocalización, de manera que pueda convertirse en atractiva tanto para el ámbito local como internacional. En el ámbito local de forma que el sector privado tenga el impulso de invertir y generar rentabilidad en el desarrollo del sector y en el ámbito internacional para que la inversión extranjera así como el turismo, puedan dinamizar la economía del sector y del DMQ en general.

• **Desarrollo tecnológico** el desarrollo tecnológico reduce la barrera espacial por la disminución del tiempo de traslado. Los medios de comunicación se convierten en una instancia para la socialización de la población el ámbito cultural y de integración social.

o Un avance importante para el área sería declarar la zona como zona de acceso libre a internet (área WiFi).

2.5 POTENCIALES OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS EN LA ZONA NORTE:

Una vez que se ha analizado la realidad de la zona y su potencial crecimiento, así como las necesidades emergentes de sus habitantes y los ciudadanos del sector, se han considerado posibles propuestas para establecer nuevos negocios desde el requerimiento de la demanda, que los detallamos a continuación:

<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de construcción y materiales de construcción • Servicios de ingeniería y arquitectura • Servicios de decoración, remodelación, readecuación y de resignificación • Servicios de reciclaje • Servicios de bienes raíces • Servicios inmobiliarios • Servicios de mantenimiento y reparaciones • Servicios culturales • Servicios de turismo • Servicios de entretenimiento • Servicios de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de salud • Servicios de educación • Locales comerciales • Telecomunicaciones • Transporte • Financieros • Hoteles • Restaurantes • Cafeterías • Franquicias • Comercio al por mayor y por menor • Centro comercial • Salud
---	--

Fuente: Elaboración propia.

III.-ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA OFERTA

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA COMERCIAL

Para determinar la situación actual de la zona comercial que se ha desarrollado alrededor del actual aeropuerto de Quito, se realizó una encuesta a 29 locales o negocios ubicados alrededor del aeropuerto. La oferta comercial está distribuida de la siguiente manera: de la zona sur norte colindante con las afueras del aeropuerto (entrada principal) la oferta comercial está enfocada a atender la demanda flotante, es decir gente que no vive en la zona, pero que la transita a diario y que requiere de una oferta diferenciada de servicios, tales como: empresas cargueras para rea-

lizar las exportaciones, renta de autos, restaurantes, servicio de taxi, entre otros.

Dada esta distribución, al consultar a los propietarios de negocios acerca de la reubicación del aeropuerto y su posible incidencia en el normal funcionamiento de su establecimiento, la mayoría respondió que no en un 52%. La razón fundamental que respalda esta respuesta es que el 46% de los consumidores habita en la zona, es decir que la mayoría de locales consultados han logrado la fidelización de sus clientes, que son gente del barrio y sectores colindantes. (Ver gráfico No.1)

• **Encuestas**

CUADRO No.1

Razones por las que la reubicación del aeropuerto no afectaría su negocio

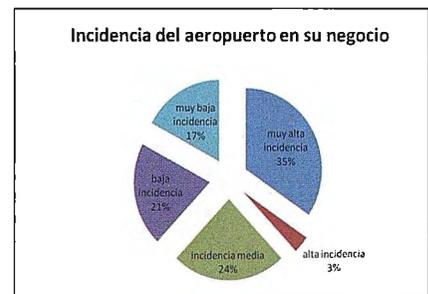


Encuesta elaborada por: Grupo MKT2-FLACSO 13-07-08

Ahora bien, si miramos a las calles y avenidas vecinas, que atraviesan por esta zona y sus paralelas no podemos decir que su actividad gira en torno al aeropuerto en si, como oportunidad de negocio. En nuestro estudio tomamos una muestra de 15 unidades de negocio ubicadas a lo largo de esta avenida y los resultados nos muestra una actividad comercial enfocada en su mayoría a negocios tales como: venta de comida, restaurantes, heladerías, panaderías, también hay farmacias, ferreterías, repuestos para autos, entre otros. De este modo, no podríamos decir que la existencia de los mismos esté condicionada a la presencia del aeropuerto, tal como lo muestra la grafica No.2.

CUADRO No.2

Incidencia del Aeropuerto en su negocio



Encuesta elaborada por: Grupo MKT-FLACSO 13-07-08

Así también, se ha determinado que la oferta comercial está dirigida a todo público (cuadro 3), claro está que en su mayoría se enfoca en los adultos (31%) por ser el segmento del mayor poder adquisitivo de las familias.

CUADRO No.3

Clientes de mayor demanda

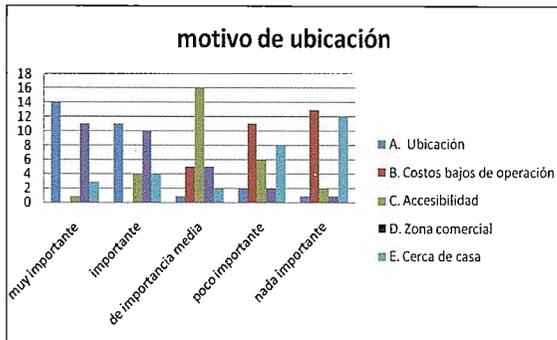


Encuesta elaborada por: Grupo MKT-FLACSO 13-07-08

Como aporte del trabajo de observación, se puede concluir que no existe merchandising en el punto de venta y mucho menos una distribución localizada, con respecto a los negocios localizados en la zona. Esto se atribuye a que existe poca competencia y estos negocios subsisten por la demanda cautiva, que debe cubrir sus necesidades en el corto plazo y no pueden optar por otras alternativas. Como se muestra en la grafica No.4, la mayoría de comerciantes opina que la ubicación es muy importante para lograr el mantenimiento de su negocio.

CUADRO No.4

Motivos de localización por orden de importancia del propietario



Encuesta elaborada por: Grupo MKT- FLACSO 13-07-08

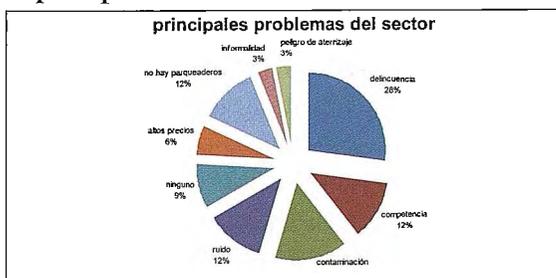
Hemos citado un párrafo de una importante publicación de España, para referirnos a los aspectos claves para la localización de un comercio.

"La Gestión de Centro Urbano se fundamenta en la colaboración público-privada para revitalizar el área central de la ciudad bajo el esquema de trabajo de las cuatro Aes: **accesibilidad, atracción, animación y acción (gestión)**. En este contexto, el modelo de centro comercial abierto supone la oportunidad de organizar la actividad comercial de un entorno urbano bajo el paraguas de una imagen común, en una concepción global de oferta que incluya asimismo ocio, servicios o patrimonio cultural y artístico en una gestión conjunta y organizada. Se trata, en definitiva, de trasladar algunos aspectos del modelo organizativo de los centros comerciales de propiedad privada, en cuanto a criterios de gestión e imagen común, al panorama urbano, considerando las particularidades que supone la gestión de espacios públicos".²³

Partiendo de este enunciado, podemos determinar la alta importancia que tiene la creación de un parque de recreo como locomotora de desarrollo para el comercio. Siguiendo con los resultados de nuestra observación, uno de los problemas fundamentales que atraviesan los comerciantes de la zona, luego de la delincuencia y factores ambientales, es la falta de accesibilidad.

CUADRO No.5

Principales problemas del sector



Encuesta elaborada por: Grupo MKT- FLACSO 13-07-08

Este resultado, guarda relación con los datos y estudios realizados por el DMQ y se los analiza en la primera parte de este estudio, al hablar del DIAGNOSTICO y ANÁLISIS URBANO.

El DMQ, y varios organismos tales como la Empresa Desarrollo Urbano de Quito - Innovar.uido, que conocen la realidad de los actuales problemas de la zona, han emprendido planes para mejorar el nivel de vida de las personas. Por ejemplo, esta en estudio un plan para la creación de un sistema moderno de transporte (**PLAN DE TRANSPORTE. Tren Ligero de Quito TRAQ.**). Así también, el tema de actualidad: la creación del **PARQUE DEL LAGO** merece un estudio pormenorizado por parte del municipio en conjunto con la ciudadanía para determinar una distribución de las vías de acceso (distribución localizada), un correcto enfoque hacia los puntos de interés que conlleva la creación de un parque recreativo, ecológico y demás, de este modo obtener los mejores resultados para el desarrollo de la ciudad.

IV.-MARCO DE GESTIÓN

Para la creación y ejecución de proyectos exitosos en el ámbito municipal, es sumamente importante contar con la participación activa de varios actores, dado que "la planificación territorial no implica solo el ordenamiento del uso del espacio, sino también las delimitaciones de localización y emplazamientos poblacionales, industriales y recreativos que se relacionan íntimamente con los planes económicos. Si bien la planificación urbana es primordialmente física, no puede ignorar los aspectos sociales y económicos implicados en el desarrollo del espacio."²⁴

22 Trabajo de campo: Estupiñán, M.; Cadena J., Garzón, S.; León, C.; Claire, C.; Iza, A.; Franco, A.;

23 Elizagarate Victoria y Zorrilla Pilar, "El comercio urbano como factor estratégico para la competitividad entre ciudades Gipuzkoa: un caso de centro comercial abierto en red" Universidad del País Vasco/Euskal Herriko, Unibertsitatea Diciembre 2004

24 Roberto Dormí, Derecho Administrativo. Buenos Aires, Argentina, 1998, página 768

25 Ley Orgánica de Régimen Municipal, Codificación 16, Registro Oficial Suplemento 159 de 5 de Diciembre del 2005, Capítulo III, De lo que está Atribuido y Prohibido al Concejo Sección 1a. De las Atribuciones y Deberes, número 5

26 Andrés Vallejo Arcos, Vice Alcalde, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Ponencia Barcelona, Foro de Autoridades Locales de Puerto Alegre, "Quito: Gestión Metropolitana de Bienes Públicos, Gestión integrada del espacio público", Barcelona, España, 2004.

En cuanto a "la administración y uso del suelo del actual aeropuerto de Quito, es el Consejo del Municipio del Distrito Metropolitano el competente"²⁵ para controlar el uso del suelo en el territorio del cantón, es por ello que mediante Ordenanza N° 3535 del 9 de agosto del 2004 manifiesta en su Art. 1 que "Los terrenos que pertenecen al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, ocupados actualmente por el Aeropuerto Mariscal Sucre serán destinados a un parque de la ciudad, en el que se aprovechará la infraestructura construida para un Centro de Convenciones, una vez que se ponga en servicio el Nuevo Aeropuerto de Quito." Sin embargo, es menester del Municipio incluir a los ciudadanos y colaborar con la empresa privada en la elaboración de las propuestas para el uso del mencionado espacio en armonía con el entorno y sus alrededores, quienes son los actores principales para lograr un proyecto integral que mejore la calidad de vida de los habitantes en la ciudad, dicha participación y formas efectivas lo analizaremos a continuación. Cabe recalcar, que los "procesos de asociación entre actores públicos-privados y de la sociedad civil, es un proceso que privilegia la solución de problemas urbanos y de prestación de servicios públicos locales, pero que debe buscar la articulación supralocal

para solventar la escala de problemas ambientales o asociados, como son la provisión futura de agua, contaminación y uso y aprovechamiento del suelo."²⁶

4.1 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Según el Plan General de Desarrollo Territorial del Distrito Metropolitano se da gran importancia al sistema de gestión participativa, siendo así "la participación ciudadana se presenta como un elemento de construcción de «ciudadanía» y soporte de una nueva concepción democrática de gobernabilidad lo que ha supuesto una dinámica social en la constitución de espacios de interlocución entre la población y los actores gubernamentales en correspondencia con cuatro niveles territoriales: el metropolitano mediante consejos temáticos y consejos sociales; los ámbitos zonal, parroquial y barrial a partir de cabildos y comités de carácter territorial, por temas y por grupos sociales."²⁷ A pesar de que se promueva en los distintos ámbitos la participación e involucramiento de la ciudadanía, se observa una gran apatía y desinformación de parte de los ciudadanos en la toma de decisiones municipales con respecto de la reutilización del suelo, tanto en el sector del aeropuerto como en general en la ciudad de Quito.

27 Distrito Metropolitano de Quito, "Plan General de Desarrollo Territorial 2000-2020 del Distrito Metropolitano de Quito". Quito, 2006, página 13.

4.2 SECTOR PRIVADO

Por otra parte, la inclusión del sector privado en la planificación del uso del suelo del actual aeropuerto y sus alrededores, puede aportar grandes beneficios para el desarrollo urbano como se ha demostrado a nivel internacional con las llamadas "alianzas público-privadas" (Public Private Partnerships, PPP). Se pueden definir como un "contrato a largo plazo entre el sector público y el sector privado, cuyo objeto puede ser la planeación, construcción, financiamiento, implementación y utilización de un proyecto."²⁸ El profesor Frank Friesecke manifiesta que estas alianzas se han constituido como el mayor método de aprovisionamiento de infraestructura para el sector público, especialmente cuando hay escasos recursos económicos combinándose así el know how del sector privado y los poderes y las facultades del sector público. Estas alianzas pueden tomar diferentes formas y figuras legales, según el profesor Werner Heinz, existen tres tipos de cooperación: informal, contractual y empresas de economía mixta²⁹. Sin embargo, cabe recalcar, que sus participantes, es decir el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y la empresa privada, tienen intereses diferentes, es así como el primero busca el beneficio de la comunidad y la segunda oportunidades lucrativas, por lo que es necesario tomar las previsiones necesarias en la forma contractual. No obstante, la necesaria inclusión del sector privado en el plan de desarrollo territorial para la zona Norte puede aportar nuevas oportunidades tanto a este espacio como a las zonas aledañas, y de igual forma ayudará a mejorar el nivel de vida de los habitantes a través de la generación de empleo, transferencia de tecnología, oferta de servicios y reactivación de la zona comercial.

28 The Increased Significance of Public Private Partnerships (PPP) for Urban Development in Germany, Ing. Frank Friesecke, Institute of Urban Planning and Real Estate Management University of Bonn, Alemania, Octubre, 2006

29 Werner Heinz, Public Private Partnerships: Principles, opportunities and risks II Conference of the Assembly of European Regions in Ponta Delgada (Azores), Mayo, 2005

V.-CITY MARKETING Y DESARROLLO URBANÍSTICO DEL SECTOR

5.1 ANÁLISIS DE ACCIONES

Las ciudades son muy importantes no solo a nivel nacional, sino también a nivel internacional, tanto por la existencia y desarrollo de sus mercados, así como el capital y tecnología que manejan. Es así que se necesita identificar y promover ventajas competitivas de las mismas. El principal objetivo de la planificación estratégica es definir y concretar la visión de futuro de una zona o de una ciudad de modo que represente algo concreto y de interés. Para el 2010, el aeropuerto Mariscal Sucre de Quito será reubicado en Puenbo, dejando con su partida un terreno de aproximadamente 170 ha. Que de acuerdo a los planes municipales serán utilizados para la creación del PARQUE DEL LAGO que ayudará a reducir el déficit de áreas verdes de la ciudad, pero que al mismo tiempo traerá consigo un desarrollo en cuanto a urbanismo comercial importante para el sector y por ende para Quito. Sin embargo, para que este desarrollo sea ventajoso, es necesario desarrollar una nueva imagen para el sector.

5.2 DEFINICIÓN DE POSICIONAMIENTO DE LA ZONA

La definición del Posicionamiento para el sector aledaño al PARQUE DEL LAGO será por medio de ATRIBUTOS, es decir, "Para ciudadanos, inversores y turistas EL SECTOR DEL PARQUE DEL LAGO será la zona financiera, comercial y administrativa más grande de Quito"

5.3 SEGMENTACIÓN DEL MERCADO

- **RESIDENTES:** personas que habitan en el sector y que se verán directamente afectadas por las actividades que se desarrollen en la zona del LAGO.
- **INVERSORES:** personas o entidades que tienen negocios en el sector o potenciales inversionistas para la zona del LAGO, una vez que el parque esté construido.
- **TURISTAS O VISITANTES:** Personas que visitan el PARQUE DEL LAGO por motivos recreativos y que pueden hacer uso de las actividades que se desarrollen en el sector.

5.4 ANÁLISIS FODA

Fortalezas

- Creación de una amplia zona de comercio localizada en un sector estratégico de la ciudad
- Mejor calidad de vida para los moradores, comerciantes actuales y futuros inversores de la zona debido a la creación de espacios verdes y desarrollo comercial alrededor del mismo.
- Zona conocida por el sector turístico
- Variedad de oferta comercial

Oportunidades

- La posibilidad de transformar el área en una zona de alta productividad y competitividad.
- Generar nuevas oportunidades de negocio
- Incrementar la plusvalía del sector
- Revitalización de la ciudad
- Incrementar las posibilidades de construcción
- Mejora en la segmentación geográfica del sitio así como la disminución de barreras urbanísticas

- Creación de grandes centros comerciales que brindan mayores productos y servicios.

Debilidades

- Poca capacidad financiera por parte de los micro empresarios
- Falta de recursos económicos para llevar a cabo el proceso.
- Falta de capacitación de los pequeños comerciantes para redefinir o emprender nuevos negocios
- Los comerciantes de la zona no están debidamente organizados.
- Creación de grandes centros comerciales que podría absorber todo el comercio de la zona, dejando a los pequeños empresarios con poca capacidad de competitividad.

Amenazas

- Conflictos de intereses y negociaciones que entorpecen los nuevos patrones de urbanización.
- Falta de una planificación adecuada del Municipio para efectuar la transformación en términos de servicios públicos, transporte y saneamiento.
- Sobrevaloración del costo de las tierras, que podría representar una barrera de entrada importante para la pequeña y media empresa
- Aumento de la delincuencia.
- Altos costos operacionales (pagos de luz, agua, impuestos) debido a la Categorización Municipal del sitio

5.5 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE LA ZONA

- Proyectar una imagen atractiva de la zona para desarrollar e incrementar el comercio en el sector.
- Reducir el tiempo y la distancia de desplazamiento para satisfacer las necesidades de los individuos de la zona
- Crear acciones para identificar al sector con una imagen positivamente diferenciada y una cultura emprendedora, desde dos puntos de vista importantes: la comercial y la ecológica
- Estimular la demanda al aumentar la tasa de uso del sector

5.6 DEFINICIÓN DE VENTAJA COMPETITIVA

La zona del LAGO se diferenciará por la comunión tanto del área comercial, área administrativa de la ciudad al mismo tiempo que contará con áreas verdes y de recreación de una extensa dimensión longitudinal, que facilitarán el desarrollo económico de Quito y disminuirá el déficit de áreas verdes por persona en la ciudad,

5.7 ESTRATEGIAS PARA AUMENTAR LA DEMANDA DEL SECTOR

- Ofrecer un "producto completo" es decir, un sector que ofrezca tanto una zona comercial como una zona verde y de recreación, de fácil acceso, con sistemas de transporte e infraestructura eficientes
- Comunicar los beneficios de la ubicación de la zona del LAGO al disminuir tanto el tiempo como la distancia de desplazamiento para satisfacer distintas necesidades.
- Disposición y distribución de comercios de manera racional, es decir, establecer sitios para distintos negocios basados en la naturaleza de los mismos.

- Aumentar la tasa de consumo, mediante el cambio de la percepción actual acerca del sector. (ver encuesta a la demanda del sector realizada por el grupo)

- Comunicar el posicionamiento y la imagen del sector del LAGO a través de mensajes claves y simples que ingresen y se queden grabados en la mente de los consumidores (ciudadanos, turistas e inversores), por medio de PUBLICIDAD Y RELACIONES PUBLICAS

- Proyectar una cultura ecológica que desarrolle nuevas costumbres en los niños, y ciudadanía en general.

VI.-CONCLUSIONES

Cabe plantearse que:

- Entre las posibles ventajas de la reubicación del aeropuerto tendríamos la integración de diversos barrios, generando desarrollo comercial al eliminar barreras físicas y facilitando la conexión entre ellos.

- Los terrenos de este sector incrementarían su plusvalía lo que conllevará al aumento de los costos para los potenciales y actuales comerciantes.

- Como aporte del trabajo de observación, se puede concluir que no existe merchandising en el punto de venta y mucho menos una distribución localizada, con respecto a los negocios ubicados en la zona. Es decir, que los propietarios de estos establecimientos necesitan diseñar un plan estratégico para estar preparados y poder enfrentar el proceso de transformación urbana.

- La mayoría de los encuestados no percibe los cambios sustanciales que conlleva la reubicación del aeropuerto, ni tampoco la creación de un parque recreativo, ecológico y funcional en la zona. Por lo que el municipio, debe propiciar espacios, paneles y debates para escuchar las propuestas y soluciones de los ciudadanos tanto del sector comercial como vecinal.

- La reordenación territorial debe responder a una planificación económica integral, lo cual supone agrupación y cooperación entre los agentes comerciales para lograr satisfacer los requerimientos de todos los sectores.

- Existe un consenso en la ciudadanía sobre los problemas que causa el aeropuerto en la Zona Norte de Quito, debido a la contaminación acústica y ambiental.

- La Zona Norte, tendrá un crecimiento intensivo y no extensivo, ya que cuenta con disponibilidad de áreas vacantes solo en la periferia, y soporta una de las densidades de población más altas del DMQ.

- Será importante que el Municipio genere planes de carácter sustentable en el sentido de que la zona este equipada con la infraestructura, equipamiento y servicios adecuados, para que no existan problemas en el proceso de transición de una zona aeroportuaria a un centro comercial abierto.

- La zona podría convertirse en un modelo de transformación urbana del futuro; si el cambio es planificado, de manera que se incremente la productividad y competitividad del sector, la zona será polo de desarrollo con la posibilidad de absorber diversos servicios principalmente y por supuesto productos.

Bibliografía

1. Andrés Vallejo Arcos, Vice Alcalde, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Ponencia Barcelona, Foro de Autoridades Locales de Puerto Alegre, "Quito: Gestión Metropolitana de Bienes Públicos, Gestión integrada del espacio público", Barcelona, España, 2004
2. Basado totalmente en el libro "La Ciudad Construida, urbanismo en América Latina". FLACSO Ecuador, Quito, 2001
3. Distrito Metropolitano de Quito, "Plan General de Desarrollo Territorial 2000-2020 del Distrito Metropolitano de Quito", Quito, 2006
4. Dormí, Roberto, "Derecho Administrativo", Buenos Aires, Argentina, 1998, página 768
5. "El nuevo Urbanismo Comercial" I Jornada de comercio Madrid, 1998.
6. Elizagarate Victoria y Zorrilla Pilar, "El comercio urbano como factor estratégico para la competitividad entre ciudades Gipuzkoa: un caso de centro comercial abierto en red" Universidad del País Vasco/Euskal Herriko, Unibertsitatea Diciembre 2004
7. Quito Metropolitano, <http://www.telegrafo.com.ec/quitometropolitano/noticia>, Julio 2008.
8. Ley del distrito Metropolitano de Quito, Dirección de Planificación del Municipio de Quito.
9. Ley Orgánica de Régimen Municipal, Codificación 16, Registro Oficial Suplemento 159 de 5 de Diciembre del 2005, Capítulo III, De lo que está Atribuido y Prohibido al Concejo Sección 1a. De las Atribuciones y Deberes, número 5
10. León Vega, Xavier y Naranjo Marquez, Alexander: "Quito: ¿Es el Espacio Público cada vez más privado?", Centro de Investigaciones CIUDAD, Quito, 2005
11. Metzger, Pascale y Bermúdez, Nury: "EL MEDIO AMBIENTE URBANO EN QUITO", Dirección General de Planificación - Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), 1996
12. Ordenanzas 2006, planos digitales B1-B Usos de suelo
13. Ordenanza de Gestión Urbana y territorial, Plan de Uso y Ocupación del suelo, Municipio de -Quito.
14. Plan de Suelo de Pichincha 2009
15. Plan General de Desarrollo Territorial del Distrito Metropolitano Memoria Técnica 2006 - 2010 elaborado por la Secretaría de Desarrollo Territorial, Dirección Metropolitana de Planificación Territorial, página 13.
16. Planos Digitales proporcionados por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central del Ecuador, año 2005
17. Proyecto.php.htm, Empresa Desarrollo Urbano de Quito - Innovar.uio.
18. Régimen de suelo Reglamentación Metropolitana.
19. The Increased Significance of Public Private Partnerships (PPP) for Urban Development in Germany, Ing. Frank Friesecke, Institute of Urban Planning and Real Estate Management University of Bonn, Alemania, Octubre, 2006
20. Universidad de Santiago de Cuba, <http://www.santiago.cu/cienciapc/numeros/2004/2/articulo02.htm>
21. Werner Heinz, Public Private Partnerships: Principles, Opportunities and Risks II Conference of the Assembly of European Regions in Ponta Delgada (Azores), Mayo, 2005

Noticias Autodesk

AutoCAD Map 3D 2009

Madrid, noviembre 2008-, AutoCAD(r) Map 3D es una plataforma de ingeniería para crear y gestionar datos espaciales que conecta CAD y GIS. Map 3D ofrece acceso directo a formatos de datos usados en diseño y GIS. Esta solución permite utilizar herramientas de AutoCAD para mantener una amplia variedad de información geoespacial, e integrar funciones GIS en los procesos de diseño dentro de un solo entorno para crear flujos de trabajo más eficientes. Los resultados son mejores diseños, mayor productividad y datos de mejor calidad. En combinación con Autodesk MapGuide(r) Enterprise, Map 3D es la forma más veloz de publicar datos en entornos web.

Novedades

Mejor Funcionalidad

- Basado en la nueva plataforma AutoCAD 2009, Map 3D 2009 ayuda a las organizaciones a disminuir el coste de explotación, porque aprovechan sus conocimientos en software de diseño de Autodesk y los nuevos trabajadores son productivos antes con un breve aprendizaje.
- AutoCAD Map 3D 2009 es una aplicación conforme con Citrix Ready™ que puede implantarse mediante un entorno de distribución de aplicaciones Citrix. La incorporación de la tecnología Citrix aporta a los usuarios:
 - o Rendimiento óptimo de la aplicación en cualquier red
 - o Más seguridad de los datos y mejor cumplimiento
 - o Menores costes globales
- Las tareas clave de creación de datos, edición y asignación de atributos se han simplificado aún más con el uso de otros comandos estándar de AutoCAD y el llenado automático de atributos usando campos calculados con la información geoespacial a la que se accede mediante tecnología FDO. Además, las nuevas reglas de división y fusión facilitan la edición de objetos poligonales.
- El nuevo Constructor de expresiones proporciona una interfaz unificada para todas las funciones, incluidas las de consulta y matemáticas con orígenes de datos FDO. Además, la función de conexión de datos se ha actualizado para facilitar la incorporación y gestión de orígenes de datos.

Mayor Productividad

- Las herramientas verticales ayudan a organizar los objetos del dibujo según los elementos del mundo real que representan. Ello permite definir normas en los dibujos para mantener la coherencia, lo que se traduce en un aumento de productividad y eficacia tanto del personal nuevo como del experimentado y en la calidad constante de los datos durante las fases de creación y captura del proyecto.
- Cuando se publican datos de diseño en la web y mapas totalmente estilizados mediante Autodesk MapGuide Enterprise, las presentaciones web se generan automáticamente.
- La API de plataforma geoespacial para producción aporta la capacidad de interactuar con la API de selección de AutoCAD.

Leica FlexLine

Tan flexible como tú



**La nueva generación de estaciones totales:
Leica TS02/06/09 tanto para usuarios de nivel básico
como avanzado que precisen flexibilidad y rendimiento**

Basada en la última tecnología y en la calidad Leica, la gama de estaciones totales FlexLine te proporciona mayor flexibilidad y rendimiento. Por primera vez, las opciones de hardware y software pueden seleccionarse para que la estación FlexLine se ajuste a tus necesidades.

La elección es tuya, y el rendimiento está garantizado.

Características y beneficios

- Total flexibilidad en la selección de características
- Tarjeta de memoria USB extraíble
- *Bluetooth*[®] tecnología sin cables
- ± 1 mm precisión en modo prisma
- >1000 m alcance en modo sin prisma
- Novedad: medición sin prisma a $+30$ m usando puntero láser
- Compensación de cuádruple eje para mayor precisión
- FlexField y FlexOffice, soluciones de software integrado
- Baterías de ión-litio para 20 horas de autonomía

Con una estación total FlexLine puedes asegurarte una total flexibilidad para hoy y mañana.

Leica Geosystems, s.l.
Nicaragua 46, 2^a 2^a, 08029, Barcelona, España
Tel.: +34 93 494 94 40 Fax: +34 93 494 94 42

www.leica-geosystems.com

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

DESARROLLO METODOLÓGICO PARA LA SIMULACIÓN HIDROLÓGICA DE CAUDALES DE ESTIAJE CON EL SIG SEXTANTE

Oscar Abarca Universidad Central de Venezuela - Dpto de Ingeniería Topográfica y Cartografía
Universidad Politécnica de Madrid

Miguel A. Bernabé P. - Grupo MERCATOR - Dpto de Ingeniería Topográfica y Cartografía
Universidad Politécnica de Madrid

1. RESUMEN

En este artículo se hace una propuesta metodológica para la caracterización y la simulación hidrológica de cuencas pequeñas destinadas al abastecimiento de sistemas de acueducto por derivación directa, utilizando el SIG SEXTANTE y evaluando las funcionalidades de este sistema para el análisis hidrológico. Para ello se aplicó el modelo TOPMODEL, implementado por SEXTANTE, sobre la cuenca del río El Limón-Estado Aragua-Venezuela (1863 ha). Se calibró el modelo ajustando manualmente sus parámetros, con el objetivo de minimizar las diferencias entre los caudales diarios de estiaje (enero-abril) observados y simulados y realizando un análisis de sensibilidad de cada parámetro. Para la determinación de los parámetros iniciales del modelo se caracterizó la cuenca con las herramientas de análisis hidrológico de SEXTANTE. También se calibró el modelo paramétrico agregado SIHID, con fines comparativos. Una vez calibrado y validado SEXTANTE se simuló caudales en tres subcuencas tributarias del río El Limón y se elaboraron sus curvas de duración de caudales diarios. La facilidad de uso del programa y los algoritmos de simulación empleados, que demandan poca información edafoclimática, hacen apropiado este SIG de distribución libre, para aplicaciones hidrológicas en estudios de abastecimiento de acueductos o sistemas de riego.

Palabras Clave: Simulación hidrológica, modelización, SIG, cuencas hidrográficas, sistemas de acueducto, estiaje, curva de duración de caudales, SEXTANTE, gvSIG, TOPMODEL, Venezuela.

2. ABSTRACT

In this article a methodological proposal is done for the characterization and the hydrological simulation of small watersheds destined for the supply of aqueduct systems by direct derivation, using the GIS SEXTANTE and evaluating the functionalities of this system for the hydrological analysis. For it there was applied the model TOPMODEL, implemented by SEXTANTE, on the basin of El Limón river (1863 ha), Aragua-Venezuela. The model was calibrated fitting manually his parameters, with the objective to minimize the differences between the observed and simulated daily flows on low water season (January - April) and realizing a sensibility analysis of each parameter. For the determination of the initial parameters of the model the basin was characterized by the SEXTANTE hydrological analysis tools. Also the parameter model SIHID was calibrated, with comparative purposes.

Once calibrated and validated SEXTANTE, flows was simulated in three tributary sub-basins of El Limon river and there were elaborated his daily flow duration curves. The facility of use of the program and the algorithms of simulation used, that demand few meteorological and soils information, make appropriate this

free distribution GIS, for hydrological applications in studies of supply of aqueducts or irrigation systems.

Key words: Hydrological simulation, modelization, GIS, watersheds, Aqueduct systems, Low water season, Flow duration curve, SEXTANTE, gvSIG, TOPMODEL, Venezuela.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. MODELOS HIDROLÓGICOS

Los modelos hidrológicos son representaciones matemáticas simplificadas del sistema hidrológico real que tienen como objeto estudiar el comportamiento del sistema y predecir sus salidas mediante un conjunto de ecuaciones que conectan las variables hidrológicas de entrada y salida. Se han desarrollado para suplir la falta de datos acerca de la cantidad, calidad o distribución en el tiempo del flujo de agua en cuencas o sectores de cuencas hidrográficas y para obtener un nivel de comprensión de los procesos hidrológicos inherentes, que permita pronosticar hidrogramas de salida a partir de datos climáticos (precipitación, evaporación) y de diferentes parámetros físicos de la cuenca (topografía, suelos, vegetación).

Existe una gran diversidad de modelos que se pueden agrupar en diferentes categorías y sistemas de clasificación pero, para los fines de este estudio, solo atañen los modelos paramétricos, también llamados determinísticos, de tipo distribuido (que consideran la variabilidad espacial de los parámetros distribuyéndola en una malla raster), como el TOPMODEL (Beven y Kirkby, 1979), implementado por SEXTANTE, y los modelos determinísticos de tipo agregado (que agregan la variabilidad espacial de los parámetros ponderándola en toda la cuenca), como el SIHID (Duque, 1991).

3.1.1. SISTEMA SEXTANTE

El Sistema EXTremeño de ANálisis TErritorial (SEXTANTE) es un Sistema de Información Geográfica (SIG) desarrollado para la Junta de la Comunidad Autónoma de Extremadura, España, por la Universidad de Extremadura, a través de la Titulación de Ingeniería Forestal. Sus capacidades de proceso trabajan mayoritariamente en formato raster, aunque también lo hace en formato vectorial y cuenta para ello con un importante número de módulos para el procesamiento en este formato. Es una aplicación informática libre y se distribuye bajo licencia GPL. Tiene más de 200 módulos programados en C++ y su código fuente se distribuye libremente (<http://www.sextantegis.com/>). Se pueden crear nuevos módulos con aplicaciones no contempladas por la distribución original, modificar las exis-

tentes o incluso modificar el núcleo central del programa (Olaya, 2006).

SEXTANTE se basa en el software SAGA (System for Automated Geographical Analysis) creado en la Universidad de Goettingen, Alemania, y también con distribución libre (<http://www.saga-gis.uni-goettingen.de/html/index.php?newlang=spa>). Actualmente SEXTANTE, en su versión 2.0, se encuentra en proceso de integración al sistema gvSIG (Sistema de Información Geográfica de la Generalitat Valenciana).

3.1.2. SISTEMA gvSIG

El sistema gvSIG es una herramienta orientada al manejo de información geográfica desarrollado por la Conselleria de Infraestructura y Transporte de la Generalitat Valenciana, Valencia, España. Es un software libre capaz de procesar datos en formato raster y vector, así como integrar datos tanto locales como remotos a través de un origen WMS, WCS o WFS (<http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=que-es-gvsig&L=0>). Puig, et al (2007) hicieron un análisis comparativo entre los SIG libres Jump, Kosmo, SAGA, SEXTANTE, gvSIG, uDIG y Quantum GIS, considerando los formatos de entrada y salida de datos, georeferenciación, opciones de visualización, simbolización vectorial, manejo de datos raster, edición de tablas, consultas simples, herramientas de análisis vectorial, opciones de presentación de resultados y el diseño de salidas. De acuerdo a este análisis gvSIG es uno de los sistemas más completos, con algunos tipos de operaciones no apoyados, como el análisis raster avanzado que realiza SEXTANTE.

La integración gvSIG-SEXTANTE reducirá estas limitaciones y permitirá la unión de los esfuerzos de los grupos de desarrollo. Se tiene planificado culminar el proceso de integración para finales de 2008 (Giménez y Olaya, 2006). Para la fecha de realización de este trabajo, algunos módulos de análisis hidrológico no se habían integrado todavía, por lo que se decidió trabajar con la versión 2.0 sobre SAGA de SEXTANTE.

El tipo de licenciamiento de SEXTANTE, la proyección y soporte que alcanza en su integración con gvSIG, el idioma y su interfase amigable, son las razones básicas para la selección de este software como herramienta de análisis. Así mismo gvSIG aporta interoperabilidad y soporte a datos remotos con variadas opciones de conectividad, por lo que ambos sistemas constituyen herramientas básicas para el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) orientada a la gestión de tierras o recursos naturales, como la propuesta para Venezuela (Abarca y Bernabé, 2008) o la existente en España para la Región de Murcia (González, 2007).

3.1.3. MODELO TOPMODEL

El módulo de simulación hidrológica de SEXTANTE es una adaptación del modelo TOPMODEL (Beven y Kirkby, 1979). Este modelo calcula la evolución de la zona saturada, como fuente de escorrentía, en base a la topografía de la cuenca y la transmisividad del suelo, para lo cual calcula un índice topográfico o índice de humedad, de acuerdo a la expresión (1):

$$W = \frac{\alpha}{T_0 \ln S} \quad (1)$$

donde:

- W es el índice topográfico o índice de humedad del suelo,
- α es el área aportante específica, que se obtiene de dividir el área aportante por el ancho de celda,
- S es la pendiente del terreno,
- T_0 es la transmisividad del suelo saturado

Este índice está relacionado con la humedad del suelo y refleja la tendencia del suelo a generar escorrentía, ya que las áreas con mayor valor del índice, como producto de su configuración topográfica y edáfica, son más proclives a saturarse y a generar escorrentía derivada de la precipitación.

El modelo TOPMODEL (TOPography base hydrological MODEL), en su versión 97.01 (http://www.es.lancs.ac.uk/hfdg/freeware/hfdg_freeware_top.htm) incluye, además del índice W, los siguientes parámetros (Beven, 1997a):

M el parámetro de la función de transmisividad exponencial o curva de recesión [m],

$\ln(T_0)$ el logaritmo natural de la transmisividad efectiva del suelo saturado [m^2/h],

SRmax la capacidad de agua disponible para transpiración en el perfil del suelo (Capacidad de Campo) [m],

SRinit el déficit inicial de almacenamiento en la zona radical [m],

ChVel la velocidad del escurrimiento superficial [m/h].

En el sistema SEXTANTE se adaptaron estos parámetros y se incluyeron algunos otros en el modelo de simulación hidrológica.

3.1.4. MODELO SIHID

El modelo agregado SIHID (SIMulación HIDrológica Diaria), desarrollado por Duque (1991), es una adaptación del modelo SWM (Stanford Watershed Model) (Crawford y Linsley, 1966).

Este modelo utiliza el esquema conceptual presentado en la Figura 1. La formulación matemática del modelo resuelve los procesos de transferencia (precipitación, infiltración, percolación, evapotranspiración, escurrimiento superficial y flujo subterráneo) y los procesos de almacenamiento (de agua superficial, de agua subsuperficial y de agua subterránea). Para ello el sistema dispone de una subrutina de optimización automática que determina la solución óptima, definida como aquella solución factible para la cual la función objetivo alcanza su valor óptimo, aunque el modelo también permite la calibración manual de los parámetros.

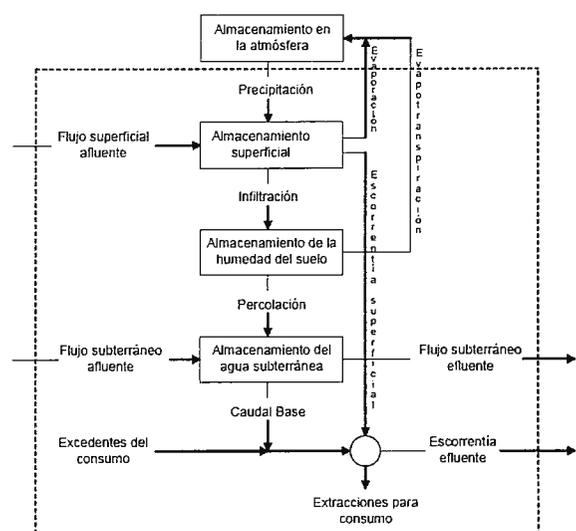


Figura 1. Esquema conceptual del modelo hidrológico SIHID. Fuente: Adaptado de Duque (1991)

En este trabajo se desarrolla un procedimiento metodológico para la caracterización y simulación hidrológica mediante el sistema SEXTANTE, para lo cual se estudia la cuenca hidrográfica del río El Limón, estado Aragua-Venezuela, calibrando el modelo distribuido TOPMODEL implementado por SEXTANTE, y simulando caudales en subcuencas componentes con fines de abastecimiento de acueductos. Como referencia comparativa se aplica el mismo proceso de calibración en la cuenca, empleando el modelo agregado SIHID.

3.2. ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca hidrográfica del río El Limón se ubica en el noroeste del estado Aragua-Venezuela (Figura 2). El punto de cierre de la cuenca, a los fines del presente estudio, se localiza en la estación hidrométrica Forestal (serial 0636), por lo que la cuenca en consideración se encuentra en su totalidad en el municipio Mario B. Iragorry, dentro de la poligonal del Parque Nacional Henri Pittier. La estación hidrométrica funcionó desde 1975 hasta 1994, con registros de limnógrafo realizados muy irregularmente, por lo que sólo se tienen dos periodos continuos de datos (1980/1982 y 1991/1993). En septiembre de 1987 se produjo en la cuenca un evento catastrófico que derivó en cuantiosas pérdidas de vidas humanas (más de un millar) y daños materiales como consecuencia de un alud torrencial que destruyó barrios, urbanizaciones y la infraestructura vial y de servicios ubicada en las inmediaciones del río y sus tributarios (Bertorelli, 1997; Hidalgo, 1987; MEM, 1987). Este evento originó la instalación de un sistema automatizado de alerta ante aludes y crecientes en la cuenca (Agencia de Cooperación del Japón, 1989), el cual funciona parcialmente en la actualidad, dado que la estación hidrométrica se encuentra inoperativa, así como algunos de los sensores sobre el río.

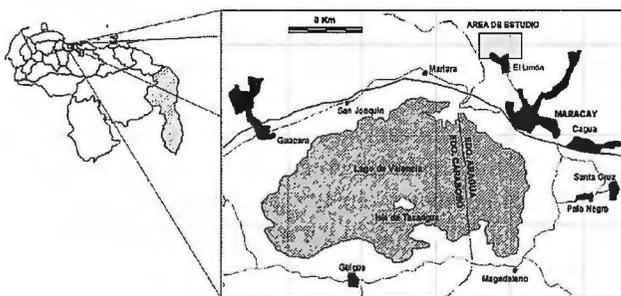


Figura 2. Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia

Los núcleos urbanos asentados en las zonas de mayor altitud en el municipio se abastecen de agua, total o complementariamente, a través de acueductos de tipo rural o artesanal ubicados sobre el río El Limón o sus quebradas afluentes. Por su posición topográfica, estas áreas urbanas no son cubiertas satisfactoriamente por el servicio de acueducto regional, por lo que la opción de abastecimiento local es necesaria para unos 50.000 habitantes del sector (Abarca, 2004). A pesar de que la cuenca del río El Limón se encuentra en una zona ambientalmente protegida, cada año se producen incendios de vegetación que están afectando la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, así como la integridad y el mantenimiento de los sistemas de acueducto. Buena parte de los cauces tributarios del río son aprovechados con sistemas de acueducto y otros tienen potencialidad de abastecimiento y no están

siendo explotados. Por otra parte, algunos de estos sistemas toman todo el caudal de las quebradas en época de estiaje, secando casi totalmente el lecho del río. Así mismo, la creciente demanda por el recurso está incrementando los conflictos entre los usuarios tradicionales y entre estos con otros usuarios que emplean las aguas de las quebradas con fines recreativos, propios del parque nacional. La situación descrita hace necesaria una evaluación hidrológica que permita elaborar el balance oferta/demanda del recurso hídrico, para optimizar su aprovechamiento. La aplicación de un modelo de simulación hidrológica permite estimar el lado de la oferta del balance, tanto para el río El Limón como para los tributarios con sistemas de abastecimiento o con potencial de aprovechamiento. La escasez de datos básicos, en especial de registros hidrométricos, lo que es común en casi todas las cuencas hidrográficas del país, obliga al uso de modelos hidrológicos de simulación y a la evaluación de las diversas opciones existentes para el modelaje hidrológico, en especial aquellas orientadas a cuencas rurales pequeñas, con poca información básica y con fines de abastecimiento de agua para acueductos o riego, en sistemas derivadores que no disponen de infraestructura de almacenamiento.

El modelo TOPMODEL implementado por SEXTANTE es un sistema sencillo que requiere muy poca información, por lo que parece apropiado para la cuenca de El Limón, que es una cuenca de montaña de poca extensión (1863 ha), ambientalmente protegida y administrativamente restringida a la producción de agua para abastecer el sistema de acueducto local. El tipo de aprovechamiento de la cuenca, con estructuras derivadoras de captación directa sin almacenamiento, orienta la necesidad de información hacia la generación de caudales mínimos o de estiaje, producidos durante la temporada de sequía (enero-abril).

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología para la aplicación del Sistema SEXTANTE en la caracterización hidrológica y la simulación continua de caudales de estiaje en cuencas de pequeño tamaño que cumplen funciones de abastecimiento de agua por derivación directa.

3.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización hidrológica de la cuenca hidrográfica del río El Limón, mediante las herramientas de análisis geográfico del Sistema SEXTANTE.
- Aplicar el modelo determinístico distribuido del sistema SEXTANTE, calibrando los parámetros del modelo en la cuenca del río El Limón.
- Analizar la sensibilidad de los parámetros del modelo calibrado.
- Calibrar el modelo determinístico agregado SIHID, que utiliza subrutinas de optimización automática, con fines de comparar los resultados de SEXTANTE.
- Simular caudales de estiaje en las microcuencas que integran el sistema de abastecimiento de agua de la cuenca del río El Limón, aplicando los parámetros calibrados por SEXTANTE.

3.4. PROPUESTA METODOLÓGICA

Para lograr los objetivos relacionados con la caracterización hidrológica de la cuenca se propone la metodología

esquemática en la Figura 3 y para realizar el proceso de simulación hidrológica (calibración, validación y simulación) el esquema de la Figura 4. La caracterización hidrológica consiste en la determinación de una serie de propiedades de la cuenca que en conjunto contribuyen con su respuesta hidrológica ante la ocurrencia de eventos meteorológicos. Para la realización de la caracterización se parte de la información básica de las variables físico-naturales y antropogénicas (topografía, hidro-climatología, suelos, cobertura vegetal y uso de la tierra), aplicando las herramientas de análisis espacial, disponibles en el SIG SEXTANTE, hasta obtener las variables de caracterización (cartográficas y atributivas), definidas como Producto Final en la Figura 3.

4.1.1. INFORMACIÓN BÁSICA

La información básica disponible para la realización del estudio se presenta en la Tabla 1.

Variable	Formato	Escala original	Características
Topografía	Shape (líneas)	1:25.000	Equidistancia: 20 m
Cobertura y uso	Shape (polígonos)	1:15.000	
Suelos	Shape (puntos)		Calicatas
Clima	Shape (puntos)	Diaria	8 Estac. Pr 1 Estac. Ev
Hidrología	Shape (puntos)	Diaria	1 Estac. Niveles Curva de gasto
Acueductos	Shape (puntos)		13 obras de captación
Ortofoto	Geo-tiff		Resolución: 2,5 m

Tabla 1. Información básica espacial y atributiva disponible. Fuente: Elaboración propia

Topografía y Modelo Digital del Terreno: el MDT fue elaborado por interpolación del mapa topográfico nacional de Venezuela a escala 1:25.000, que data de 1979. Este mapa

está configurado en hojas rectangulares de 7,5'x5' de arco, con curvas de nivel separadas cada 20 m, generadas por restitución fotogramétrica (hojas 6647-II-SO, 6647-II-SE, 6646-I-NO, 6646I-NE). El sector de las hojas correspondiente al área de estudio se escaneó y digitalizó, creando una capa vectorial de puntos a partir de las curvas de nivel digitalizadas (104.456 puntos acotados). Se interpoló el MDT con el procedimiento de Kriging Ordinario en una malla raster de 5,7 m de resolución (4.413.735 celdas), para lo cual el algoritmo de SEXTANTE tomó 6 horas, en un procesador Pentium IV de 3Ghz y 1 GB de RAM (con una resolución de 2,85 m el procedimiento se ejecutó en 62 horas). La interpolación produjo artefactos claramente identificables en las áreas planas, lo cual se corrigió parcialmente, añadiendo a la capa vectorial, los puntos de control terrestre del mapa topográfico original, así como otros puntos inter-polados visualmente. Los

defectos persistieron en las zonas planas extensas de las áreas urbanas, ubicadas fuera de las cuencas en estudio. La subcuenca mas pequeña a procesar con el modelo de simulación tiene 315.600 m², por lo que la resolución de 5,7 m (32,49 m²) está diez veces por encima de los umbrales mínimos recomendados para la resolución de los MDT a procesar en simulación hidrológica (Garbrecht y Martz, 2000).

Cobertura vegetal y uso de la tierra: este mapa

se obtuvo mediante fotointerpretación de las ortofotos disponibles, que datan del año 1997. El proceso de fotointerpretación se apoyó en la experiencia y trabajos de campos realizados entre los años 2000 y 2004 (Abarca, 2004).

En la Figura 5 se muestra la cobertura de la tierra en el área de estudio.

Suelos: la información de suelos se obtuvo de 3 calicatas realizadas por Prada y Torres (1996) en el sector nor-oeste del área de estudio. La carencia de información en otros sectores del área obliga a extrapolar los resultados de estos análisis, lo cual se considera aceptable dada la similitud geológica, geomorfológico, topográfica y de vegetación, en los sectores correspondientes a los sistemas de acueductos, al norte del área.

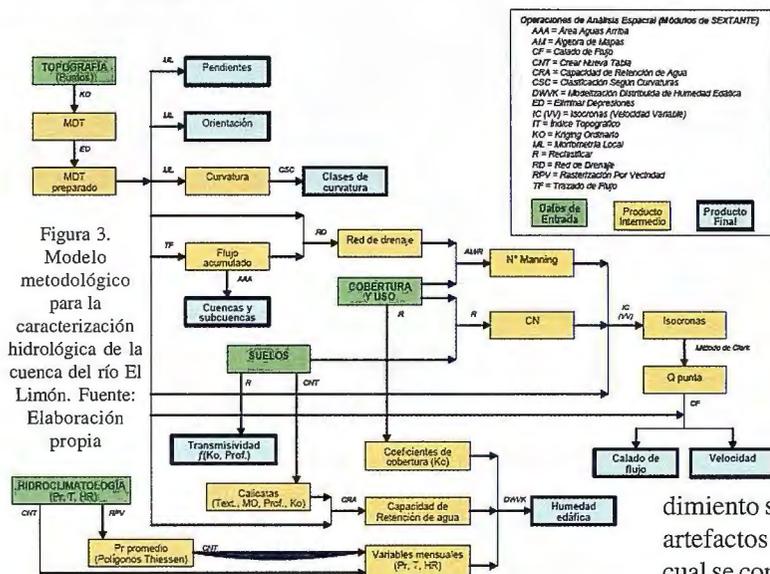


Figura 3. Modelo metodológico para la caracterización hidrológica de la cuenca del río El Limón. Fuente: Elaboración propia

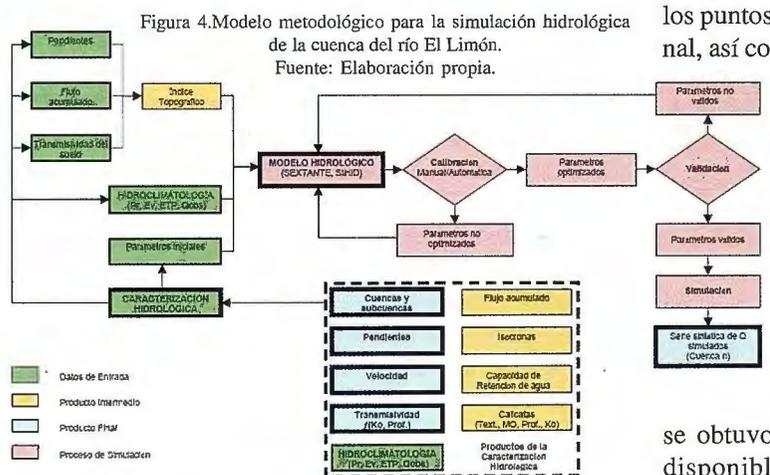


Figura 4. Modelo metodológico para la simulación hidrológica de la cuenca del río El Limón. Fuente: Elaboración propia.

Las variables de caracterización hidrológica constituyen la entrada al proceso de simulación hidrológica, que se implementa de acuerdo a la metodología detallada en la Figura 4. El resultado final esperado en esta propuesta es la serie sintética de caudales que transitan durante los meses del período de estiaje, para cada una de las subcuencas seleccionadas para simulación.

4. DESARROLLO METODOLÓGICO

4.1. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

La etapa de caracterización permite conocer las características físico-naturales del área de estudio y hacer una estimación del valor inicial de los parámetros del modelo hidrológico.

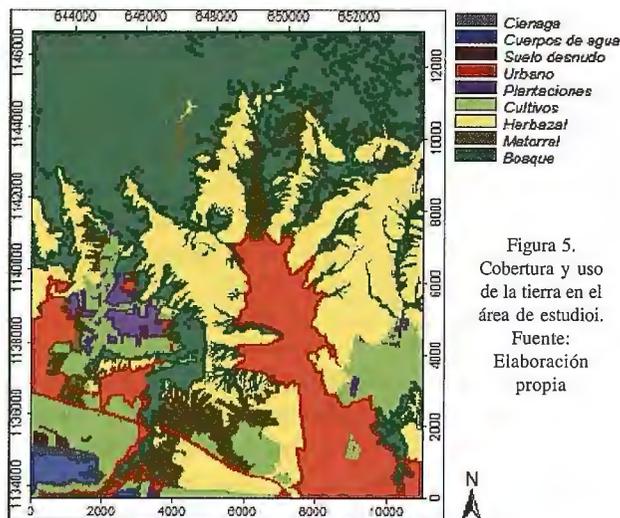


Figura 5. Cobertura y uso de la tierra en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia

Clima: en la Tabla 2 se describen las estaciones hidroclimáticas del área de estudio, ubicadas dentro y en los alrededores de las cuencas y sub-cuencas que abastecen los sistemas de acueducto (Figura 6). Se realizó un análisis de la disponibilidad de datos diarios de las variables hidroclimáticas, lo que permitió seleccionar el período 1991/1993 para la calibración y validación del modelo hidrológico y el período 1997/2000 para la simulación de las series sintéticas de caudales en las cuencas de abastecimiento.

Serial	Nombre estación	Altitud (mnam)	Coord (° ° °)		Parámetro
			Latitud	Longitud	
9325	Capuchinos	782	10-19-38.86	67-37-48.38	Pr
0435	El Mirador	940	10-20-55.00	67-39-39.09	Pr
0426	Rancho Grande	1160	10-21-09.35	67-40-58.87	Pr
0434	El Limón	530	10-19-15.00	67-38-54.00	Pr
2604	Maracay-CENIAP	455	10-17-14.00	67-36-02.00	Pr, Ev
0403	Rancho Grande - Regresiva	1090	10-21-40.42	67-41-36.10	Pr
0437	Maracay - La Trinidad	510	10-16-47.03	67-36-54.03	Pr
9319	Maracay - Agronomía	443	10-16-20.00	67-36-35.00	Pr
0636	El Limón en Estación Forestal	725	10-19-12.00	67-38-44.00	Q

Serial	Parámetro	Año:															
		A. de 87	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
9325	Pr		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
0435	Pr		S	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
0426	Pr	1997-97	S	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
0434	Pr		S	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2604	Pr, Ev	1971-87	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
0403	Pr	1970-83	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
0437	Pr	1970-83	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
9319	Pr	1970-83	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
0636	Q	1975-87	S	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

S Sin datos diarios; C: Series diarias completas; I: Series diarias incompletas; E: Series diarias con datos faltantes o englobados estimables

Tabla 2. Disponibilidad de datos diarios hidroclimáticos. Fuente: Elaboración propia

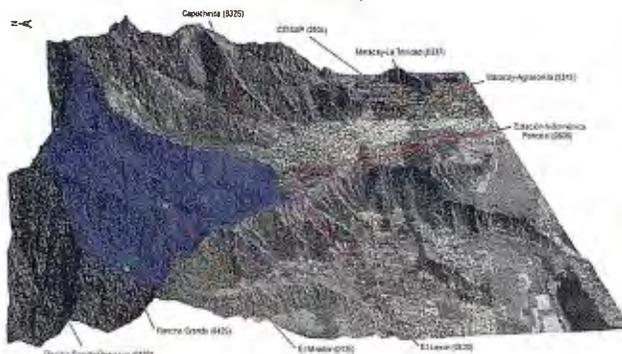
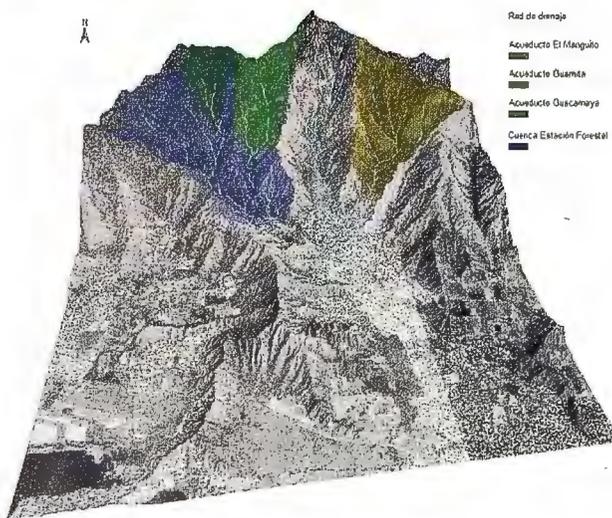


Figura 6. Estaciones hidroclimáticas del área de estudio. Fuente: Elaboración propia

Sistemas de acueducto: el sistema de abastecimiento local del municipio está conformado por 13 sistemas de acueductos gestionados por la empresa estatal de manejo del agua, por las propias comunidades beneficiadas, o en administración conjunta. En este estudio se evalúa la disponibilidad de agua para los tres sistemas de mayor impor-

tancia, dos de los cuales se ubican dentro de la cuenca del río El Limón, que cierra en la estación hidrométrica, y el tercero, en un tributario que se une al río aguas abajo de la estación. En la Figura 7 se muestran las cuencas de captación de los sistemas de acueducto y en la Tabla 3 se describen sus características.



Fuente: Elaboración propia

Captación	Superficie de cuenca (ha)	Quebrada o río aportante	Tipo de obra de captación	Capacidad de captación (l/s)	Administrador
Guacamaya	177.39	Guacamaya	Artesanal	57.40	Hidrocentro
Guamita	413.64	Guamita	Dique-toma	70.00	Hidrocentro
El Manguito	759.56	El Manguito	Dique-toma	72.50	Hidrocentro-Comunidad

Tabla 3. Sistemas de acueducto estudiados. Fuente: Elaboración propia

4.1.2. MORFOMETRÍA LOCAL

El resto de variables de caracterización se extrajo principalmente para la cuenca del río El Limón, dado que se requieren para estimar los parámetros iniciales en el proceso de calibración. Se calculó la pendiente del terreno, la orientación de la pendiente, la curvatura vertical (en la dirección de la máxima pendiente), la curvatura horizontal (la perpendicular a la máxima pendiente) y la curvatura general (un valor promedio), a partir del MDT. El método utilizado fue el de ajuste de un polinomio de grado 3 (Olaya, 2006). Las últimas 3 capas permiten conocer la concavidad y convexidad del terreno y dan una idea de los procesos de acumulación y denudación, así como el patrón de erosión predominante.

En la Figura 8 se muestra el mapa de pendientes de la cuenca, con valores que van desde los 0° hasta los 63° de inclinación.

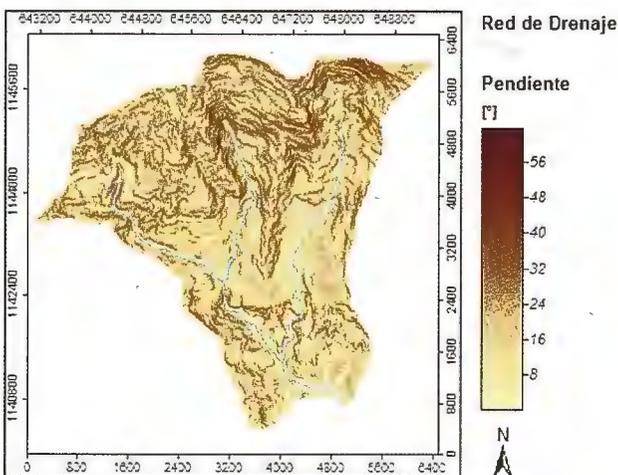


Figura 8. Pendiente del terreno en la cuenca del río El Limón. Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Preparación del MDT: se eliminaron las depresiones del MDT, derivadas de los procesos matemáticos de interpolación, para poder calcular las distintas variables hidrológicas. Para ello SEXTANTE dispone de un módulo de preprocesado que permite eliminar estas depresiones o, alternativamente, definir el comportamiento del flujo en las depresiones.

Área aportante (Flujo Acumulado): el flujo acumulado de cada celda es el valor de la superficie situada aguas arriba de esa celda que acumula todo el flujo, de manera equivalente a una cuenca hidrográfica. En sextante existen siete procedimientos de cálculo, desde el clásico flujo unidimensional, con dirección de flujo entre los centros de las celdas o con dirección de flujo libre (a cualquier parte de la celda). Para el presente estudio, el método que dio mejores resultados fue el Kinematic Routing Algorithm (KRA), que es un modelo unidimensional con flujo libre del agua por todo el MDT (Olaya, 2006). Esta capa se generó, a partir del MDT, para el área total de estudio, ya que es necesaria para la delimitación de las cuencas y subcuencas a analizar.

Cuencas aportantes: a partir de la capa de Flujo Acumulado y la capa vectorial que contiene los puntos de ubicación de las obras de captación de los sistemas de acueducto, se delimitó la cuenca de captación de cada sistema, utilizando el procedimiento interactivo de delimitación de SEXTANTE (Área Aguas Arriba). Estas cuencas, que se presentan en la Figura 7, se utilizaron como mascarar para extraer el MDT y generar el resto de información básica necesaria para cada subcuenca.

Red de drenaje: se determinó la red de drenaje en toda el área de estudio, partiendo del MDT, la capa de Flujo Acumulado y definiendo un umbral de inicio de la red. Djokic y Ye (2000) proponen un valor de umbral de 1/500 del número de celdas en el MDT para el inicio de la determinación de la red de drenaje y la delimitación de subcuencas. Se tomó este valor, que corresponde a 280.000 m² aproximadamente, y se obtuvo la red que se despliega en la Figura 7. Con un umbral 4 veces mayor, cercano a 1.200.000 m², se genera la red desplegada en la Figura 8.

Tiempos de deságüe de la cuenca (Isócronas de escurrimiento): SEXTANTE permite calcular el tiempo que tarda el flujo en salir de la cuenca desde cada una de las celdas interiores. Para ello presenta dos procedimientos, uno que considera constante la velocidad de movimiento del agua en la cuenca y otro que la considera variable, en función de las propias características de las celdas. El resultado de este módulo es un modelo digital de las curvas isócronas, que son curvas que unen los puntos de la cuenca que tienen igual tiempo de deságüe (Figura 9).

Escorrentía máxima: el histograma de frecuencia de la capa de Isócronas permite calcular el clásico Hidrograma Unitario Sintético (HUS), aunque en este caso se espera obtener un HU no sintético y de mayor precisión, al utilizar la información real del movimiento distribuido del agua a través de las celdas. Se determinó el HU, a velocidad de flujo variable, a partir del método de Clark (Bolinaga, 1999; Clark, 1945), con base en el histograma generado por SEXTANTE.

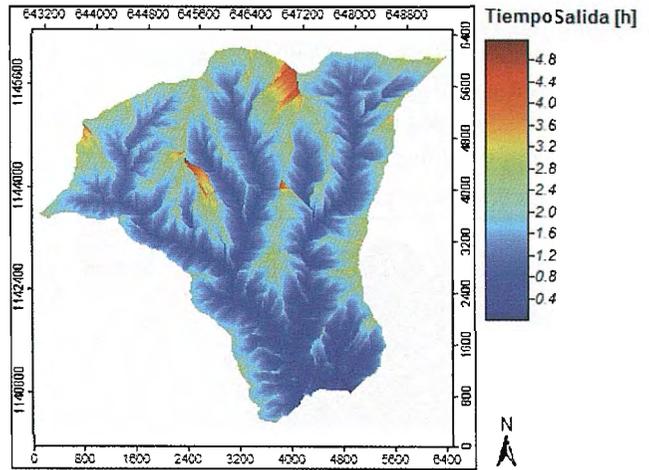


Figura 9. Modelo digital del tiempo de deságüe (Isócronas) de la cuenca del río El Limón (Velocidad variable). Fuente: Elaboración propia

El conteo de celdas del histograma, para cada intervalo de tiempo, se transforma en caudales de acuerdo a la fórmula (2):

$$q = \frac{2,78(R^2 C / 10^6)}{\Delta t} \quad (2)$$

donde:

- q es el caudal [m³/s.cm] (caudal para una lluvia unitaria de 1 cm)
- R es la resolución de la celda, en X o en Y, [m]
- C es el conteo de celdas de cada intervalo de tiempo
- Δt es el intervalo de tiempo [h].

El HU permitió calcular la creciente para una lluvia de 100 mm/h de intensidad y duración igual al tiempo de concentración, equivalente a la del evento hidrológico de 1987, descrito anteriormente. Aplicando el método del SCS de los EEUU (SCS, 1972), esta lluvia genera una escorrentía de 14,24 mm, para un Número de Curva (CN) de 75, en condición hidrológica extrema, de humedad antecedente III.

Caudal máximo: se calculó el caudal punta para la tormenta indicada, a partir del HU a velocidad variable obtenido con SEXTANTE. Este caudal se transitó con el método de Muskingum, para considerar el efecto de almacenamiento en cauce. De acuerdo a este procedimiento el caudal punta es de 45,70 m³/s, con un tiempo al pico de 1,5 h (Figura 10).

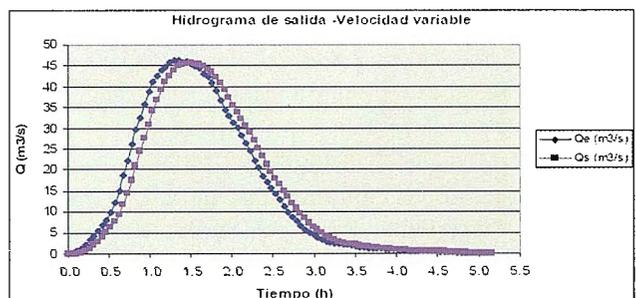


Figura 10. Hidrograma de salida del río El Limón en Estación Forestal, derivado del histograma de isócronas con flujo a velocidad variable.

Fuente: Elaboración propia

Número de Curva y rugosidad de la cuenca: como entrada al proceso de modelización, además de las capas de Elevación (MDT), Pendiente y Flujo Acumulado, se requiere información sobre el Número de Curva (CN) del SCS y del coeficiente de rugosidad de Manning. Estos parámetros pueden ser introducidos a SEXTANTE como valores pro-

medio o de forma distribuida en la cuenca. Esta última opción fue la utilizada, para lo cual se elaboraron las capas de CN y de Rugosidad, considerando las propiedades promedio del suelo, los tipos de cobertura de la tierra y las condiciones de humedad antecedentes (Figuras 11 y 12).

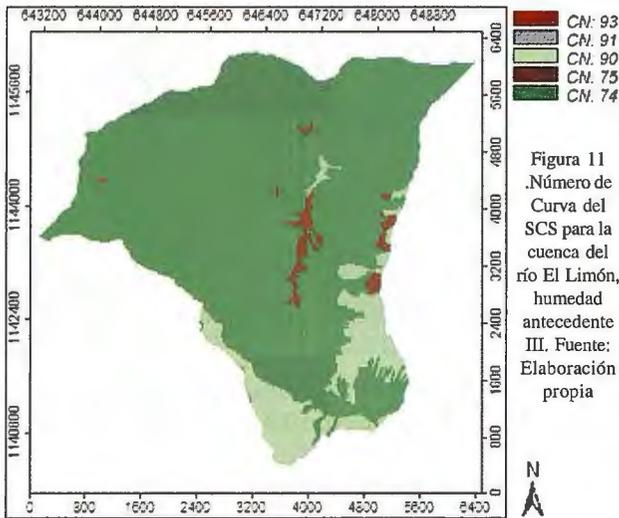


Figura 11. Número de Curva del SCS para la cuenca del río El Limón, humedad antecedente III. Fuente: Elaboración propia

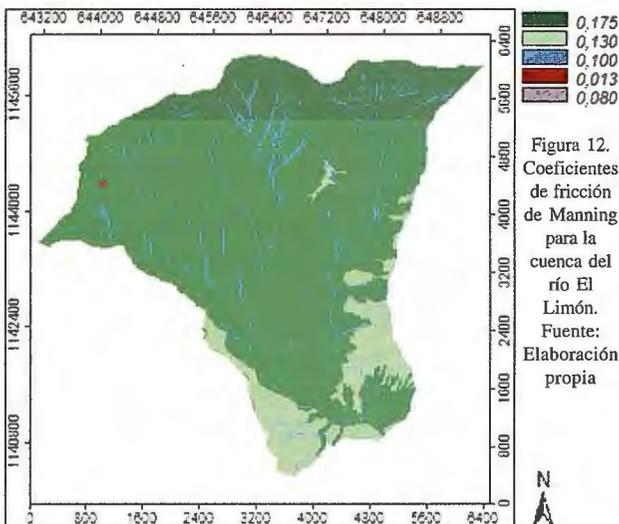


Figura 12. Coeficientes de fricción de Manning para la cuenca del río El Limón. Fuente: Elaboración propia

Modelización del flujo en canales (calado de flujo): se calculó el calado de la red de drenaje, a partir del MDT y el caudal punta de 45,70 m³/s, derivado del hidrograma de salida de la cuenca. Este caudal produce un calado de 3,25 m en el sitio de la Estación Hidrométrica Forestal. Este valor parece lógico dada la evidencia geomorfológica en el sitio de descarga y los registros del limnógrafo, que alcanzan valores de hasta 2,31 m (promedio diario), para el período de registro disponible.

Capacidad de retención de humedad del suelo: esta capa se obtiene a partir de la información edafológica disponible en el área de estudio, para lo cual se requieren datos de profundidad del suelo, proporción granulométrica (arena, limo y arcilla) y contenido de materia orgánica, por horizonte de suelo, en perfiles y calicatas. La zona carece de esta información sistemáticamente levantada para toda el área, sin embargo se han realizado estudios con análisis de calicatas y perfiles en los alrededores de la Estación Biológica Rancho Grande, al nor-oeste de la cuenca (Zinck y Huber, 1978; Zinck, 1986; Elizalde y Vilorio, 1995; Prada y Torres, 1996). Estos estudios son representativos de los suelos de la selva nublada, que cubre el 86,27% del área de la cuenca, considerada hasta la Estación Forestal. Así mis-

mo, todos los suelos se originan de esquistos micáceos y cuarzo-micáceos y gneisses de la formación geológica Las Brisas, desarrollándose en un ambiente topográfico y geomorfológico de montaña, relativamente uniforme en toda la cuenca, por lo que es factible la extrapolación de estos estudios a toda la cuenca y subcuencas, dada la falta de información.

En la Figura 13 se presenta el mapa de Capacidad de Retención de Humedad, obtenido con SEXTANTE y la ubicación de las calicatas.

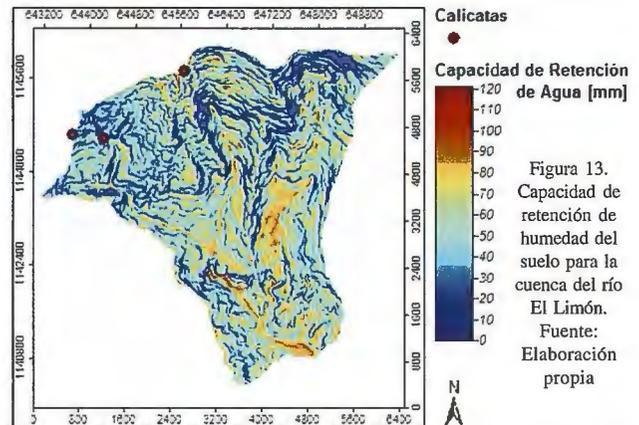


Figura 13. Capacidad de retención de humedad del suelo para la cuenca del río El Limón. Fuente: Elaboración propia

SEXTANTE también ofrece un procedimiento para hacer una modelización distribuida de la humedad del suelo, el cual permite evaluar la evolución del patrón espacial de humedad del suelo a lo largo de la unidad de tiempo, en función de la Capacidad de Retención de Agua (Capacidad de Campo), los usos y cobertura del suelo, los coeficientes de cobertura (Kc de cultivos) (Allen, et al, 2006) y los parámetros climáticos precipitación, temperatura, humedad del aire y punto de rocío. Este procedimiento es de utilidad para conocer las características y propiedades de los suelos en su interacción con el agua y la vegetación y para hacer una estimación inicial de los parámetros edafológicos del modelo de simulación hidrológica. Índice topográfico de humedad: para el cálculo de este índice, insumo del modelo TOPMODEL (Beven y Kirkby, 1979), se determinó un valor promedio de transmisividad del suelo para toda la cuenca, a partir de los valores de conductividad hidráulica y el espesor de los respectivos horizontes de las calicatas de suelo disponibles (Prada y Torres, 1996). En la Figura 14 se presenta el valor distribuido del índice topográfico de humedad, determinado con SEXTANTE a partir del valor constante de Transmisividad, la Pendiente del terreno y el Flujo Acumulado.

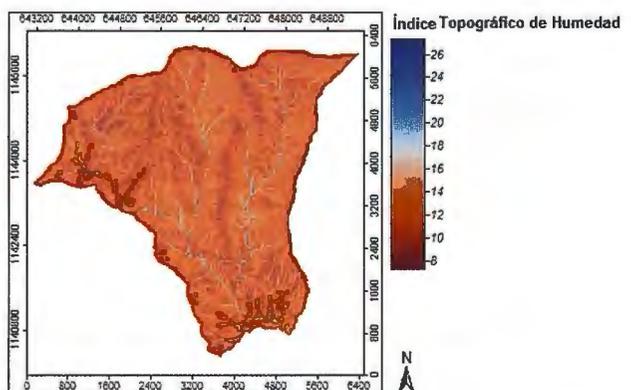


Figura 14. Índice Topográfico de Humedad para la cuenca del río El Limón. Fuente: Elaboración propia

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

4.2. MODELIZACIÓN HIDROLÓGICA

4.2.1. CALIBRACIÓN DE PARÁMETROS

Modelo TOPMODEL (SEXTANTE): para la aplicación del modelo se introduce al sistema la capa de Índice Topográfico de Humedad, los datos de las series históricas diarias de precipitación y evapotranspiración y los parámetros iniciales estimados. Con estos datos el modelo ejecuta los algoritmos de transformación de la lluvia en los componentes del flujo superficial, subsuperficial y subterráneo. Dado el corto periodo de registro histórico de caudales disponible, se calibró el modelo para la serie diaria de 1991 y se validó para 1992. Los registros de 1993 tuvieron que ser descartados por inconsistencia de los registros de niveles.

Se aplicó el método de los polígonos de Thiessen, con SEXTANTE, para seleccionar las estaciones climatológicas que tuvieran influencia en la cuenca a calibrar y en las subcuencas a simular y que, además, dispusieran de series completas de datos en los periodos seleccionados correspondientes.

Los parámetros iniciales del modelo se determinaron en función de la caracterización hidrológica realizada previamente y se fueron ajustando manualmente, hasta obtener las menores diferencias entre los flujos simulados al ejecutar SEXTANTE y los valores observados en la estación hidrométrica (registros existentes). Inicialmente se ajustaron todos los parámetros y consecutivamente se fueron seleccionando y ajustando los de mayor sensibilidad. Las diferencias entre los caudales observados y simulados se determinaron en función a los volúmenes totales de flujo en la cuenca y mediante el coeficiente de correlación lineal entre las series de datos. En la Tabla 4 se presentan los valores iniciales y finales de los parámetros de calibración del modelo y en la Figura 15 la distribución temporal de las series de caudales resultantes.

Parámetros	Valor inicial	Fuente del valor inicial	Valor definitivo
1 Flujo inicial en el subsuelo por unidad de área [m ³ /h]	0,000328	Valor por defecto de SEXTANTE	0,000145
2 Media ponderada de LnTo [Ln(m ² /h)]	-2,8	Ponderación de calicatas	3
3 Parámetro de escala M	0,03	Beven (1997b)	0,4
4 Déficit inicial en zona radicular [m]	0	Balace hídrico mensual (enero)	0,005
5 Máximo déficit en zona radicular [m]	0,120	Capa: Capacidad de Retención de Agua	0,200
6 Retardo de la zona no saturada (flujo subsuperficial) por unidad de déficit [h]	5	Capa: Láceronas de Escorrentamiento	1
7 Velocidad en canal [m/s]	3600	Capa: Velocidad (Modelización del Flujo en Canales)	750
8 Velocidad interna en subcuenca [m/s]	3600	Capa: Velocidad (Modelización del Flujo en Canales)	1750
9 Conductividad hidráulica superficial [m/h]	0,03	Mandrey (2005) (K de suelos medios)	0,03
10 Succión capilar del suelo en el frente de humedad (Ecuación de Green y Ampt, Ψ) [m]	0,06	Chow et al (1999) (Ψ de arena magosa)	0,06
11 Contenido de agua en el frente de humedad (Ecuación de Green y Ampt) (%)	0,7	Estimación por Balace hídrico (enero)	0,7

Tabla 4. Calibración de parámetros del modelo TOPMODEL (SEXTANTE)
Fuente: Elaboración propia

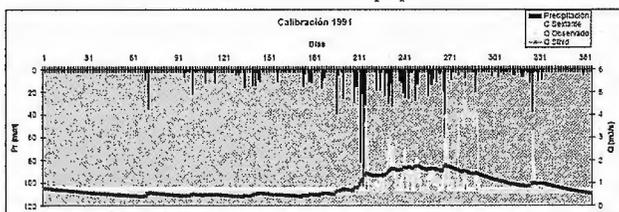


Figura 15. Calibración de parámetros hidrológicos con SEXTANTE y SIHID en la cuenca del río El Limón. Fuente: Elaboración propia

Dada la finalidad del proceso de simulación, que persigue conocer la confiabilidad en la disponibilidad del recurso hídrico en los meses de estiaje (enero-abril), se hizo énfasis en ajustar la calibración en estos meses, más que en una calibración global anual o de caudales máximos en época de lluvias.

Modelo SIHID: la calibración de parámetros con este modelo se hizo aplicando la opción de optimización automática, en combinación con el ajuste manual de los parámetros mas sensibles, hasta obtener la menor diferencia entre los volúmenes observados y simulados, así como el coeficiente de correlación lineal mas alto. En la Tabla 5 se presentan los valores iniciales y finales de los parámetros de calibración y en la Figura 15 los resultados obtenidos.

Parámetros	Valor inicial	Fuente	Valor definitivo
1 CINP Capacidad de infiltración del suelo [mm]	50	Grassi (1999) (suelos Fa)	3
2 HSN Capacidad nominal de almacenamiento de humedad del suelo [mm]	180	Grassi (1999) (suelos Fa)	24
3 CT Coeficiente de tasa para convertir evapotranspiración en ETP	0,75	Allen et al (2006)	0,30
4 CK3 Índice de pérdida de humedad por evaporación	3,5	Duque (1991)	3,0
5 PQB Fracción del almacenamiento subterráneo que sale como caudal base	0,50	Duque (1991)	0,01
6 PFSE Fracción del almacenamiento subterráneo que sale como flujo subterráneo efluente	0,50	Duque (1991)	0
7 PESQ Fracción del almacenamiento superficial que sale como escorrentamiento	0,50	Duque (1991)	0,02
8 AIHS Almacenamiento inicial de humedad del suelo [mm]	50	Balace hídrico (enero)	100
9 AIAS Almacenamiento inicial de agua subterránea [mm]	50	Estimación por Balace hídrico (enero)	350
10 AISUP Almacenamiento inicial superficial [mm]	0	Balace hídrico (enero)	0
11 FSUPA Flujo superficial afluente [mm]	0	Estimación por topografía	0
12 FSUBA Flujo subterráneo afluente [mm]	0	Estimación por topografía	0

Tabla 5. Calibración de parámetros del modelo SIHID. Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 se pueden observar las diferencias entre los volúmenes de flujo total simulado y flujo observado y las diferencias entre los coeficientes de correlación lineal, tanto en los resultados de la calibración con SEXTANTE, como con SIHID. La serie de SEXTANTE se ajusta mejor que la de SIHID en el periodo de estiaje, pero en época de lluvias la correlación disminuye, aunque se observa una mejor respuesta instantánea de SEXTANTE a lluvias de cierta magnitud y a condiciones antecedentes húmedas (ver los picos de precipitación y caudal en la Figura 15). Con SIHID hay una mejor correlación global pero la respuesta a los excesos de precipitación y a la humedad antecedente se observa atenuada.

Estadístico	SEXTANTE	SIHID
R (Periodo de estiaje)	0,93	0,67
R (Periodo de lluvias)	0,43	0,52
R (Periodo anual)	0,45	0,55
Diferencia Volumen (%)	0,21	0,21

Tabla 6. Coeficientes de correlación lineal (R) y diferencias en volumen entre las series de caudales simuladas y observadas en el proceso de calibración de parámetros con los modelos SEXTANTE y SIHID. Fuente: Elaboración propia

4.2.2. VALIDACIÓN DE PARÁMETROS

Se realizó la validación de los parámetros calibrados con SEXTANTE, simulando los caudales diarios del año 1992 y haciendo la comparación con los caudales registrados por la estación de aforo (Figura 16). Los volúmenes totales simulados en este año difirieron un 36,28% del volumen de escorrentía observada, así mismo existe un moderado valor de R en estiaje (0,59), y valores muy bajos para la época de lluvias y el periodo anual total.

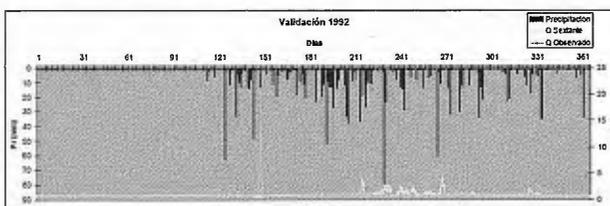


Figura 16. Validación de parámetros hidrológicos con SEXTANTE. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 16 se observa la poca correlación entre los datos simulados y los observados en la temporada de lluvias, aunque tampoco se observa correlación entre los

caudales observados y los registros de precipitación, lo cual puede ser indicativo de baja calidad de los datos de caudal, o del proceso de conversión de niveles a caudales, a partir de la curva de gastos. La serie de registros del año 1993 tuvo que ser descartada por inconsistencia de datos y a partir de este año se eliminó la estación hidrométrica. La moderada correlación en estiaje para el periodo de validación y la buena correlación durante la calibración apoya el uso del modelo para la simulación de caudales, aunque solo en época de estiaje, con fines de planificación y con las precauciones pertinentes, dada la escasez casi absoluta de datos en la cuenca y la necesidad de aprovechamiento de su recurso hídrico, situación típica de las cuencas de montaña del país.

4.2.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS DE TOPMODEL EN EL SISTEMA SEXTANTE
Durante la fase de calibración se evaluó cada parámetro del modelo, partiendo de los valores iniciales deducidos de la caracterización hidrológica y variando sistemáticamente su valor hasta alcanzar los extremos de poca sensibilidad en cuanto a la respuesta hidrológica de la cuenca. En las Figuras 17 a 24 se presentan los gráficos de sensibilidad de los primeros ocho parámetros del modelo (Tabla 4). Los últimos tres parámetros del modelo son insensibles a cualquier cambio, por lo que se les asignó el valor equivalente a la propiedad física de la variable correspondiente en la cuenca.

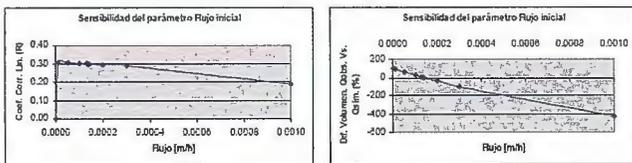


Figura 17. Sebsibilidad del parámetro Flujo Inicial en el subsuelo. Fuente: Elaboración propia

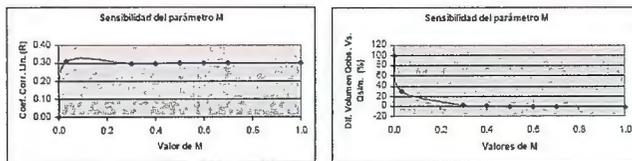


Figura 18. Sensibilidad del parámetro M. Fuente: Elaboración propia

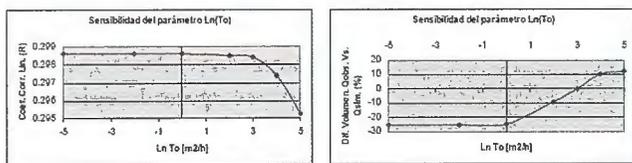


Figura 19. Sensibilidad del parámetro Ln (To). Fuente: Elaboración propia

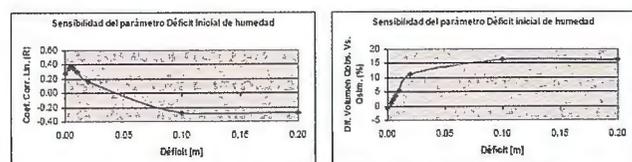


Figura 20. Sensibilidad del parámetro Déficit inicial de humedad del suelo. Fuente: Elaboración propia

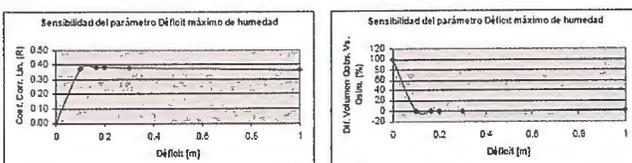


Figura 21. Sensibilidad del parámetro Déficit máximo de humedad del suelo. Fuente: Elaboración propia

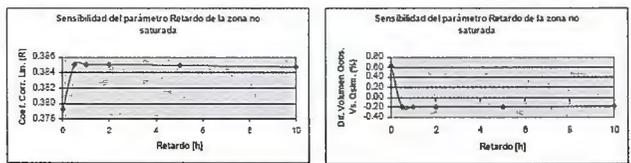


Figura 22. Sensibilidad del parámetro Retardo de la zona no saturada. Fuente: Elaboración propia

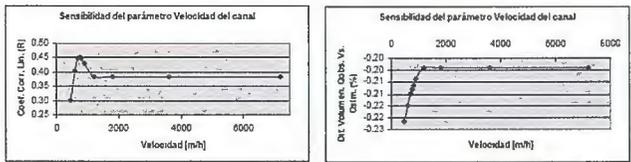


Figura 23. Sensibilidad del parámetro Velocidad del canal. Fuente: Elaboración propia

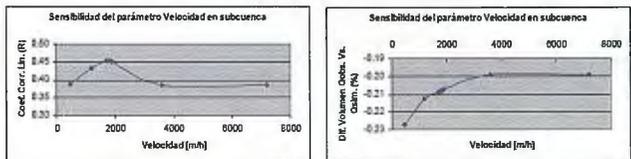


Figura 24. Sensibilidad del parámetro Velocidad en subcuenca. Fuente: Elaboración propia

4.2.4. SIMULACIÓN HIDROLÓGICA

Se generaron series sintéticas de caudales para el período 1997-2000, en las quebradas Guacamaya, Guamita y El Manguito, que forman parte de las cuencas con mayor participación en la oferta del recurso hídrico del sistema de acueducto local (Figura 25). Se seleccionó este período ya que es el de mayor número de años continuos con información diaria de las estaciones climáticas del área. Las series generadas permitieron construir las curvas de duración de caudales de cada subcuenca, las cuales conducen a la estimación del nivel de confiabilidad del suministro y a la optimización de su aprovechamiento (Figuras 26 a 28). De acuerdo a estas curvas la quebrada Guacamaya puede suministrar durante todo el año un caudal de 60,9 l/s con una probabilidad de excedencia del 90%. La quebrada Guamita, tiene un suministro de 143,0 l/s, para este mismo nivel de confianza y, por su parte, la quebrada El Manguito puede suministrar 222,3 l/s, también con un 90% de seguridad. Los sistemas de acueducto tienen una capacidad de captación de 57 l/s para Guacamaya, 70 l/s para Guamita y 73 l/s para el Manguito (Abarca, 2004), por lo que en los dos últimos se pudiera incrementar la captación para mejorar la oferta.



Figura 25. Sistemas de acueducto Guacamaya, Guamita y El Manguito, cuenca del río El Limón. Fuente: Elaboración propia

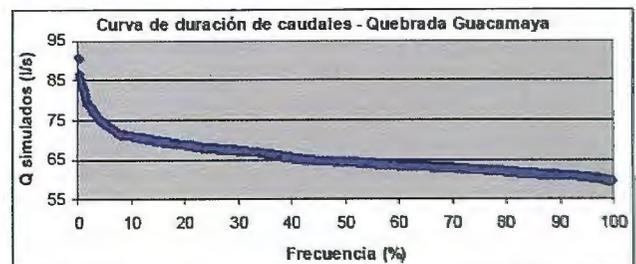


Figura 26. Curva de duración de caudales diarios en la quebrada Guacamaya. Fuente: Elaboración propia

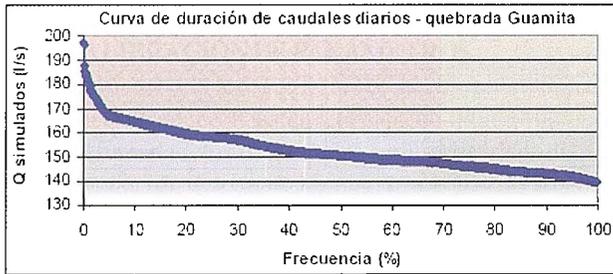


Figura 27. Curva de duración de caudales diarios en la quebrada Guamita.
Fuente: Elaboración propia

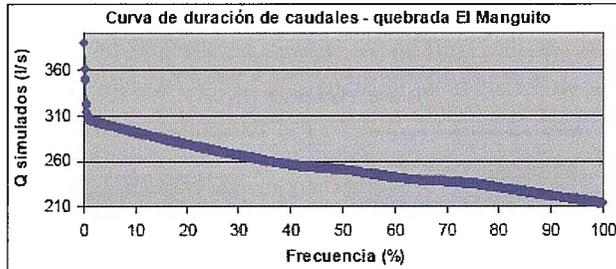


Figura 28. Curva de duración de caudales en la quebrada El Manguito.
Fuente: Elaboración propia

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El modelo metodológico propuesto resultó adecuado para el proceso de caracterización y simulación hidrológica en cuencas. Su aplicación para la evaluación de caudales de estiaje, caudales máximos o caudales promedio se determina durante el proceso de calibración manual de los parámetros, ya que en esa etapa se privilegia la selección de los parámetros que mejor se ajusten a la respuesta hidrológica esperada (mínima, máxima o promedio).

La caracterización hidrológica con SEXTANTE permitió obtener un conocimiento cuantitativo de las variables ambientales del área de estudio, por lo que se pueden estimar los parámetros iniciales del modelo de simulación con ajuste a las propiedades físicas reales de las variables ambientales del área.

El elemento clave de la caracterización y la simulación hidrológica es el MDT. En los sectores planos del mapa topográfico procesado (principalmente en las áreas urbanas) se produjeron artefactos que no pudieron ser eliminados totalmente densificando la red de puntos acotados, con interpolación visual. Los artefactos se eliminaron en las zonas planas de valles estrechos, añadiendo puntos de control separados a una distancia equivalente a la separación horizontal de las curvas de nivel en ese sector (entre 50 y 150 m). En las zonas planas más extensas, densificadas con puntos a distancias mayores a la separación promedio de las curvas, el problema se redujo, pero persistió. En todo caso estas áreas se ubican fuera de las cuencas procesadas que conforman el área montañosa. En dichas zonas planas el trazado de la red de drenaje fue parcialmente erróneo, en comparación con el mapa topográfico original, ya que el cauce trazado automáticamente, si bien transcurre por las celdas de menor altitud, en algunas zonas se desvía siguiendo el contorno de los artefactos, esto a pesar de que el MDT había sido preprocesado para eliminar falsas depresiones. Por tal razón, si es necesario trabajar en zonas planas con poca información altimétrica, la red de puntos acotados debe ser densificada, bien sea con interpolación visual de los datos disponibles o con levantamientos topográficos complementarios.

La caracterización, orientada al estudio de disponibilidad hídrica, también permite evaluar otros aspectos de naturaleza hidrológica vinculados, tales como las crecientes y su área de impacto, mediante las opciones de modelización del flujo en canales, o la relación entre las características morfométricas de la cuenca y la susceptibilidad o riesgo a eventos peligrosos. En la Figura 29A se observa un extracto del sector nor-este de la cuenca (quebradas Guacamaya y Guamita) en donde se distinguen antiguas cicatrices en la vegetación boscosa de la ladera, derivadas de los flujos torrenciales generados durante el evento catastrófico de 1987. Los mapas de curvatura del terreno muestran el patrón de concavidad y convexidad del terreno en esa ladera, en una distribución similar al de las cicatrices del bosque. Las áreas cóncavas de las laderas se desplazaron una vez saturadas, arrastrando suelo y vegetación en su trayectoria, así como material de las áreas convexas adyacentes. La clasificación del terreno según sus curvaturas permite hacer una apreciación cualitativa más clara. En la Figura 29B se observa que las áreas con curvatura vertical cóncava y curvatura horizontal cóncava, plana o convexa, coinciden con los cauces de deslizamiento histórico de la cuenca, representando por tanto las áreas de mayor amenaza, desde el punto de vista topográfico, ante el desencadenamiento de fenómenos torrenciales.

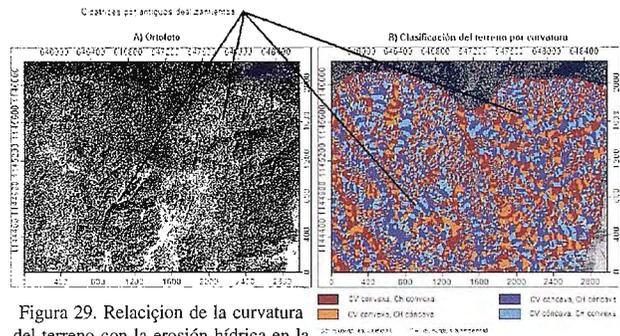


Figura 29. Relación de la curvatura del terreno con la erosión hídrica en la cuenca del río El Limón.
Fuente: Elaboración propia.

La simulación hidrológica con SEXTANTE es sencilla de implementar ya que se basa en el modelo TOPMODEL que requiere pocos parámetros de calibración y poca información climática, características adecuadas al área de estudio, que cuenta con una red de estaciones climáticas de funcionamiento irregular y una estación hidrométrica actualmente inoperativa, por lo que se dispone de series históricas de registro muy cortas. El proceso de calibración se realiza de manera manual, con lo que se logra un control constante del impacto de cada parámetro en la respuesta hidrológica de la cuenca, pero el proceso es lento y laborioso, haciéndose difícil alcanzar con precisión el óptimo matemático. Se recomienda la incorporación al programa SEXTANTE de una subrutina de optimización, que evalúe el cambio automático de cada parámetro, dentro de rangos especificados, hasta obtener el óptimo global. Esta subrutina pudiera permitir el cambio de la función objetivo, tal como lo hace la versión 97.01 de TOPMODEL (Beven, 1997a), con alternativas de función objetivo que permitan maximizar los extremos de las series, para simular series de caudales máximos (crecientes) o mínimos (estiajes).

El modelo SIHID por su parte permite la optimización automática de sus parámetros, pero no el cambio interactivo de

la función objetivo. Con este programa la calibración se hizo más rápida, aunque algunos de los parámetros se ajustaron manualmente para mejorar los resultados. Este modelo es de tipo agregado, por lo que promedia los parámetros y datos de entrada en el espacio, calculando el caudal en un punto único, sin dimensión espacial, a la salida de la cuenca, pero variando la dimensión temporal, en este caso a escala diaria. Por su parte SEXTANTE, además de la variabilidad temporal, permite la variabilidad espacial de sus parámetros, a través de la distribución de estos en la malla raster, sin embargo, las variables climáticas (precipitación y evapotranspiración potencial) son procesadas como series temporales promediadas en el espacio. Se recomienda que los algoritmos de cálculo de los procesos hidrológicos implementados por SEXTANTE permitan variables climáticas de entrada interpoladas en forma de modelos digitales de elevación (Pr, ETP), para los casos en los que se disponga de más de una estación climática, con lo que se permitiría un procesamiento distribuido integral.

SEXTANTE ejecuta la modelación distribuida, en el espacio, de las variables Flujo en Canales y Tiempos de Salida (Isócronas), mientras que las variables Humedad del Suelo y Déficit de Humedad del Suelo se pueden modelar de manera distribuida, tanto en el espacio como en el tiempo, en un proceso cuya evolución puede ser seguida en pantalla. La ejecución de este último procedimiento produce sólo una capa de salida, correspondiente al instante de tiempo final de la serie de datos climáticos. Sería recomendable que otros parámetros del modelo hidrológico, relacionados con el balance hídrico del suelo (flujo total, infiltración, escorrentía), pudieran también ser monitorizados, así mismo, que para todos ellos se pudieran generar capas de salida en instantes de tiempo seleccionados.

En la fase de calibración del modelo de simulación, el coeficiente de correlación obtenido, segregando los meses de estiaje, fue de 0,93 con SEXTANTE y de 0,67 con SIHID, mientras que al considerar la serie anual completa, fue de 0,45 y 0,55 respectivamente. Se considera que estos valores no son estadísticamente significativos dado que se está calibrando con un solo año de registro de caudales diarios, pero el área de estudio no dispone de series continuas confiables mas extensas, por lo que los resultados pueden ser tomados como referencia, con fines de planificación, complementados con campañas de aforo sistemático.

Se recomienda la puesta en funcionamiento de la estación hidrométrica, así como su mantenimiento en el tiempo, para poder contar con el insumo básico en la gestión del recurso hídrico de la cuenca, el control de los eventos extremos y la calibración del sistema de alerta instalado en la cuenca.

La evaluación de la sensibilidad de los parámetros de SEXTANTE arrojó tres parámetros no sensibles (la Conductividad Hidráulica Superficial, la Succión Capilar del Frente de Humedad y el Contenido de Agua en el Frente de Humedad), mientras que el parámetro Flujo Inicial en el Subsuelo es el que presenta mayor nivel de sensibilidad. Los otros parámetros tienen un rango claramente definido de sensibilidad, tal como se muestra en las Figuras 17 a 24.

El proceso de simulación permitió determinar que la quebrada Guacamaya tiene una disponibilidad de 60,9 l/s, un 90% del tiempo, por lo que su sistema de acueducto está hidrológicamente bien diseñado y no puede incrementar la capacidad de captación. Por su parte las quebradas Guamita y El Manguito, con 143,0 y 223,3 l/s (90% de frecuencia) respectivamente, pudieran incrementar el caudal captado. Estas aseveraciones deben ser corroboradas con campañas de aforos en estos cauces, dada la significación estadística de la serie histórica usada para la calibración del modelo.

Se recomienda aplicar el modelo y simular caudales en el resto de subcuencas tributarias del río El Limón, para evaluar el proceso de extracción en esos sistemas de acueducto, su impacto en el sistema hidrológico local y las posibilidades de uso de otras fuentes de explotación. Así mismo, se recomienda aplicar el procedimiento metodológico en una cuenca con series históricas de registros hidroclimáticos mas largas.

El régimen de protección de la cuenca del río El Limón, al ubicarse en un Parque Nacional, así como la importancia de la utilización adecuada de sus recursos hídricos y ambientales y el riesgo que representa esta cuenca ante fenómenos naturales extremos, evidencian la necesidad de creación de una Cuenca Experimental, de tal manera que se pueda gestionar apropiadamente la investigación en el área y aprovechar con mayor intensidad la infraestructura existente, como la red de estaciones climáticas, el sistema de alerta ante crecientes y aludes torrenciales, la estación hidrométrica, la red de vías, cortafuegos y senderos ecológicos y la Estación Biológica de Rancho Grande.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, O.; Bernabé, M. (2008): "Viabilidad de la implantación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) para la gestión pública y participativa de las tierras en Venezuela". Geofocus (en prensa).
- Abarca, O. (2004): Optimización del aprovechamiento de los recursos hidráulicos superficiales que abastecen a la red de acueductos locales de la población de El Limón, Municipio Mario B. Irarorry, Estado Aragua. Iera Etapa. Caracterización físico ambiental del área de estudio y evaluación hidráulico- estructural de los sistemas de acueducto. Maracay, Venezuela: CDCH-UCV. Informe Técnico. 80 pp.
- Agencia de Cooperación del Japón (1989): Informe de previas investigaciones para la asistencia en la instalación de equipos de defensa contra desastres destinados al MARNR del Gobierno de Venezuela. Caracas, Venezuela: MARNR. 111 pp.
- Allen, R.; Pereira, L.; Raes, D.; Smith, M. (2006): Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos [en línea]. Roma: FAO. 298 p. [Citado 3 enero de 2008]. Disponible en: < <http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.HTM>>.
- Bertorelli, G. (1997): A diez años del alud torrencial ocurrido en El Limón, Maracay, Estado Aragua [en línea]. Coloquio presentado en Maraven, S.A. en 1997. [Citado 11 de noviembre de 2007]. Disponible en: < <http://www.geocities.com/rainfores/vines/7195/>>.
- Beven, K. (1997a): TOPMODEL User Notes. Windows Version 97.01 [en línea]. [Citado 8 de noviembre de 2007]. Lancaster University, UK. Disponible en: <http://www.es.lanacs.ac.uk/hfdg/freeware/hfdg_freeware_top.htm>.
- Beven, K. (1997b): "TOPMODEL: A Critique". Hydrological Processes, Vol. 11, 1069-1085 (1997) [en línea]. [Citado 20 de enero de 2008]. Disponible en: < http://earth.boisestate.edu/home/jmcmamar/hydanalysis/Notes/topmodel_beven.pdf>.

Beven, K.; Kirkby, M. (1979): "A physically based variable contributing area model of basin hydrology". *Hydrological Sciences Bulletin*, v. 24, no. 1, p. 43-69.

Bolinaga, J. (Ed.) (1999): *Proyectos de Ingeniería Hidráulica. Volumen I. Demandas y Disponibilidades*. Caracas, Venezuela: Fundación Polar. 470 pp.

Chow, V.; Maidment, L.; Mays, L. (1999): *Hidrología Aplicada*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill. 584 pp.

Clark, C. (1945): "Storage and the unit hydrograph". *Transactions ASCE*, 110: 1419-1446.

Crawford, N.; Linsley, R. (1966): "Digital simulation in hydrology: Stanford Watershed Model Mark IV". Dept. of Civil Engineering, Tech. Rep. 39, Stanford University, Stanford.

Djokic, D.; Ye, Z. (2000): DEM preprocessing for efficient watershed delineation. En: Maidment, D.; Djokic, D. (Eds.): *Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with Geographic Information Systems*. Redlands, CA: ESRI Press. 216 pp.

Duque, R. (1991): *Desarrollo de un modelo de simulación a escala diaria*. Mérida, Venezuela: CIDIAT. 185 pp.

Elizalde, G. y Vilorio, J. (1995): "Descripción del perfil de Rancho Grande". XIII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Maracay, Venezuela: Guía de gira de campo. 66 p.

Garbrecht, J.; Martz, L. (2000): "Digital elevation model issues in water resources modeling". En: Maidment, D.; Djokic, D. (Eds.): *Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with Geographic Information Systems*. Redlands, CA: ESRI Press. 216 pp.

Grassi, C. 1999. *Drenaje de tierras agrícolas*. Mérida, Venezuela: CIDIAT-Universidad de Los Andes. 318 p.

Giménez, J.; Olaya, V. (2006): "SEXTANTE 2.0. Adaptación del Sistema Extremo de Análisis Territorial sobre gvSIG". 2 Jornadas gvSIG, 23 y 24 de noviembre de 2006. Valencia, España.

González, C. (2007): "Un SIG medioambiental entrando en el lenguaje de las IDEs". 3 Jornadas gvSIG, 14-16 de noviembre de 2007. Valencia, España.

Hidalgo, R. (1987): *Algunos aspectos físico naturales y antrópicos relacionados con el evento erosivo del 6 de septiembre de 1987 ocurrido en la cuenca alta y media del río Limón*. Edo. Aragua. Caracas, Venezuela: MARN-Dirección de Suelos, Vegetación y Fauna. 38 pp.

Maderey, L. (2005). *Principios de hidrogeografía. Estudio del ciclo hidrológico* [en línea]. Instituto de Geografía-UNAM. Serie Textos Universitarios, Núm. 1. 102 pp. [Citado 9 enero de 2008].

Disponible en: <<http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/libros/hidrogeografia/index.html>>.

Ministerio de Energía y Minas-MEM (1987): *Evaluación geotécnica de procesos extremos de vertiente ocurridos el 06-09-1987, en la cuenca del río Limón, Estado Aragua*. Caracas, Venezuela: Dirección de Geología. 48 pp.

Olaya, V. (2006): *Fundamentos de Análisis Geográfico con SEXTANTE* [en línea]. [Citado 9 de mayo de 2007]. Disponible en: <<http://campusvirtual.unex.es/cala/cala/course/view.php?id=146>>

Prada, R. y Torres, S. (1996): "Características estructurales de tres perfiles de suelo de la selva nublada de Rancho Grande en el Parque Nacional Henri Pittier". Maracay, Venezuela: *Venesuelos*, Vol. 4, N° 1-2, enero-diciembre 1996, p. 40-48.

Puig, C; Casas, I.; Ribot, M.; Gilavert, J. (2007): "Uso de los Sistemas de Información Geográfica en proyectos de cooperación al desarrollo". 3 Jornadas gvSIG, 14-16 de noviembre de 2007. Valencia, España.

Soil Conservation Services (SCS) (1972): *Hydrology*. Sec 4, En: *National Engineering Handbook*. Washington, D.C.: U.S. Department of Agricultura (USDA).

Zinck, A. (1986): "Una toposecuencia de suelos en el área de Rancho Grande - Dinámica actual e implicaciones paleogeográficas: El Ejemplo de Rancho Grande, Cordillera de la Costa, Venezuela". En: HUBER, O. (Ed.): *La selva nublada de Rancho Grande Parque Nacional Henri Pittier*. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, p. 91-105.

Zinck, A. y Huber, O. (1978): "La fragilidad de los suelos en la selva nublada de Rancho Grande - Cordillera de la Costa". V Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Barquisimeto, Venezuela. 17 pp.

Zinck, A. y Huber, O. (1978): "La fragilidad de los suelos en la selva nublada de Rancho Grande - Cordillera de la Costa". V Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Barquisimeto, Venezuela. 17 pp.

Noticias

Máxima asistencia a la II Edición de Territorio e Infraestructura: Autodesk User Meeting

• Autodesk confirma el éxito absoluto logrado con una concurrencia de más de 400 profesionales de Territorio: Cartografía y GIS, e Infraestructura: Urbanismo, Construcción y Obra Civil.

Madrid, 5 de noviembre de 2008.- Autodesk finaliza la segunda edición de su Conferencia para Usuarios: **Territorio e Infraestructura** logrando un éxito rotundo de asistencia con aproximadamente 400 profesionales. La conferencia se centró en dos contenidos principalmente, el área de Territorio incluyendo temas de cartografía y sistemas de información geoespacial -GIS-, así como el área de Infraestructuras que abarcó temas de urbanismo, construcción e ingeniería civil.

Las intervenciones de La Junta de Castilla y León que presentó la ponencia Normalización de la redacción del planeamiento para su integración en la Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León, y de La Diputación de Valencia que expuso el tema Diseño y Gestión de carreteras en el ámbito local, fueron muy aplaudidas por parte de los asistentes. Así mismo la colaboración de la empresa Terratest Medioambiente con la ponencia Innovación tecnológica y eficacia en el diseño de proyectos de ingeniería medioambiental, fue reconocida por todos como una de las más interesantes por la magnífica exposición que ofreció.

En esta segunda edición, la conferencia volvió a lograr su triple objetivo, por un lado potenciar y contribuir al reconocimiento de los profesionales, ya que han sido los propios profesionales y clientes de Autodesk quienes han protagonizado las ponencias comentando proyectos de éxito o aplicaciones desarrolladas tanto del área de cartografía y GIS como del área de Ingeniería civil, construcción y urbanismo, por otro lado promover un punto de encuentro entre los asistentes, motivando el desarrollo de nuevos proyectos de los que Autodesk quiere ser participe para facilitarles las herramientas y soporte técnico necesario para que lleguen a ser una realidad, y por último dar a conocer las aplicaciones 3D más innovadoras en el terreno de los sistemas de información geográfica y en el diseño de infraestructuras.

La conferencia transcurrió de forma dinámica e interactiva, en un ambiente distendido tanto por parte de los asistentes como por parte de los responsables de Autodesk, cercanos éstos en todo momento a las personas interesadas en obtener más información sobre los proyectos presentados o sobre las soluciones de Autodesk.

De acuerdo con **Nicolás Loupy**, Director de la Unidad de Negocio de Infraestructuras, Cartografía y GIS, "Autodesk se está posicionando como uno de los principales proveedores de soluciones en las áreas de Cartografía y GIS, y Construcción y Obra Civil. Autodesk provee soluciones de diseño, análisis y simulación en distintas áreas con plena interoperabilidad".

Según Alicia Oriol, Responsable de Marketing de la división de Infraestructuras, Cartografía y GIS de Autodesk en Iberia, estamos muy satisfechos con el éxito logrado.

ingesis

En distribución de material topográfico abarcamos desde venta y alquiler de equipos hasta un servicio postventa muy efectivo. El equipo técnico de INGESIS está formado por personal cualificado para atender cualquier consulta o duda que pueda surgirle al cliente.

Al ser usuarios de los productos ofertados estamos habituados a encontrarnos con todo tipo de situaciones, ofreciendo al cliente no solo una formación sino también nuestra experiencia.

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO PARA ANDALUCÍA

Leica when it has to be **right**
Geosystems

Autodesk® diseña herramientas especializadas y las acerca a sus clientes a través de sus distribuidores autorizados para ofrecerles una atención personalizada.

INGESIS como distribuidor autorizado está cerca de sus clientes para atender sus necesidades y darle el soporte necesario en el momento adecuado.



GPS 1200

SMARTOVER

TOTALMENTE COMPATIBLE CON LA RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO

GPS 900

CON PRECISIÓN CENTIMÉTRICA A UN PRECIO EXCEPCIONAL

CÓRDOBA

Periodista Antonio Rodríguez Mesa_L.10_14010

957 752 392

957 751 388



MÁLAGA

Iván Paulov, 8_bloque 1_oficina 1_29590

Parque Tecnológico de Andalucía

952 020 240

952 020 171

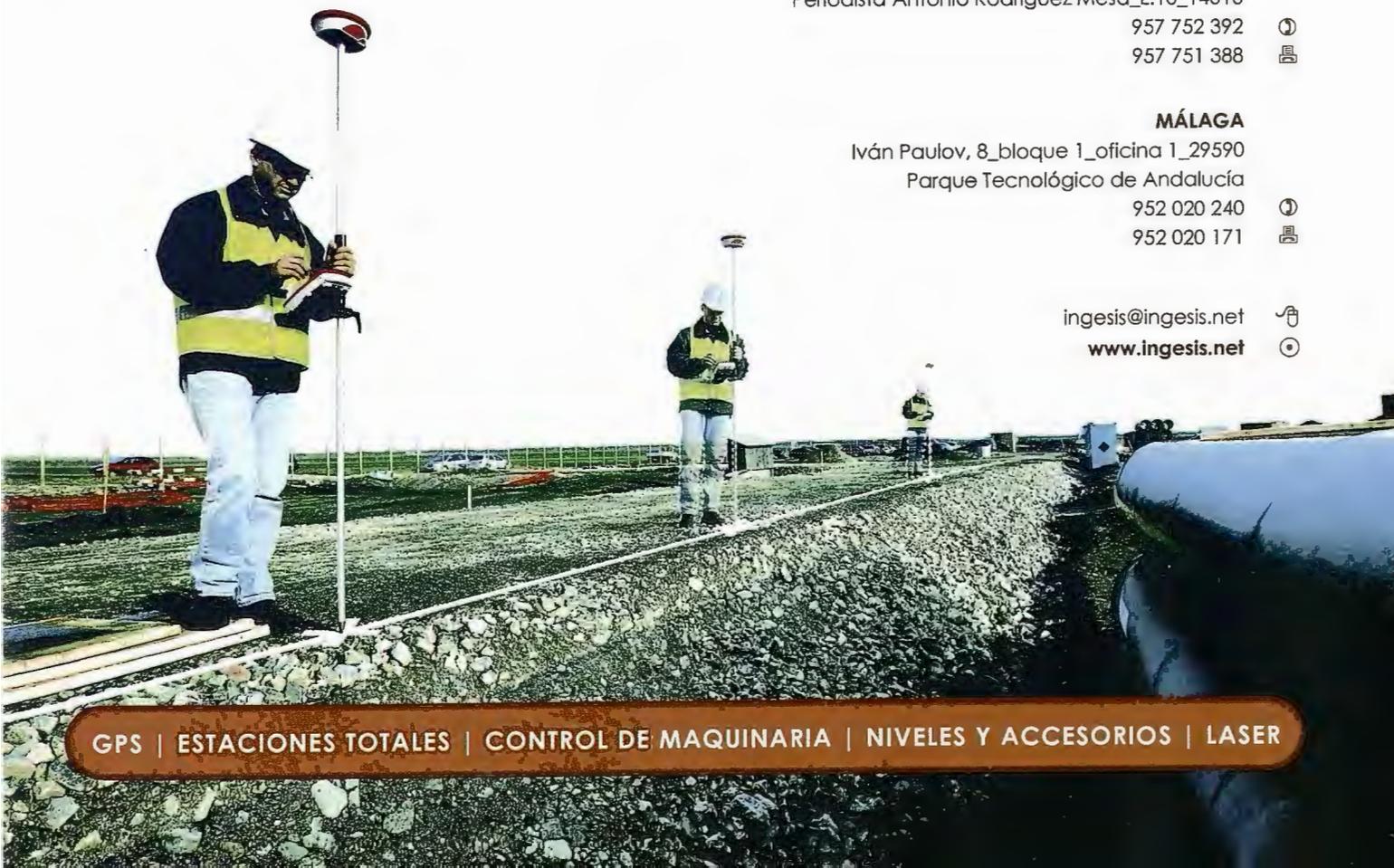


ingesis@ingesis.net

www.ingesis.net



GPS | ESTACIONES TOTALES | CONTROL DE MAQUINARIA | NIVELES Y ACCESORIOS | LASER



Algunas aplicaciones del Catastro Nacional con interés agropecuario

MSc. Felipe Samuel Kelly, UCT GEOCUBA Investigación y Consultoría

MSc. Francisco D. Salas Rosette, GEOCUBA Pinar del Río

XII Convención y Expo. Internacional

RESUMEN

El desarrollo de un nuevo Sistema Informativo Automatizado para el Catastro Nacional en Cuba, ha significado una diversificación en el empleo de los datos catastrales con diferentes fines.

Básicamente, el objetivo planteado con el sistema informativo del Catastro está dirigido a la automatización de los procesos a partir del empleo de un Sistema de Información Geográfica como herramienta principal para el manejo y mantenimiento actualizado de los datos relacionados con el uso y tenencia de la tierra.

Sin embargo, el sistema informativo del Catastro tiene un carácter general y no es capaz de satisfacer las necesidades particulares de cada uno de los posibles usuarios de los datos catastrales. Por tal motivo surge la necesidad de desarrollar algunos subsistemas particulares para el manejo de la información específica de otros usuarios tomando como base los datos del catastro nacional y dirigido fundamentalmente a usuarios que no son especialistas en SIG.

De esta forma se han desarrollado varias aplicaciones informáticas con interés agropecuario entre las cuales exponemos el Sistema Informativo Agropecuario Territorial FS_AGROSIG y el Inventario Catastral Pecuario FS_GEOPEC.

El Sistema Informativo Agropecuario Territorial FS_AGROSIG constituye una herramienta para el manejo de la información a nivel de Consejo Popular que le permita realizar los análisis correspondientes y la toma de decisiones oportuna.

Este sistema se nutre de la información catastral del municipio utilizando para ello la base de datos del Catastro reestructurada y organizada en tal sentido y muestra sus resultados a través de Listados, Mapas, Resúmenes y Gráficos.

Por otra parte el Inventario Catastral Pecuario FS_GEOPEC tiene como objetivo el diseño e implementación de una herramienta de trabajo dirigida al empresario ganadero para el conocimiento real, control y administración eficiente de los bienes inmuebles de la empresa a partir de la utilización de herramientas de SIG que integren la información gráfica y literal utilizando como base la información del Catastro Nacional.

Palabras claves: Catastro, Sistema Informativo, Inventario Catastral

INTRODUCCIÓN

Uno de las principales actividades que desarrolla nuestra empresa es el Catastro Nacional, para lo cual existe un sistema informativo que almacena, maneja y mantiene actualizada la información catastral con una orientación netamente estatal dirigida a dar respuesta las necesidades de los OACE del territorio. Sin embargo, existen necesidades particulares de diferentes usuarios de la información catastral en el territorio que requieren de sistemas personalizados y dirigidos fundamentalmente a usuarios que no son especialistas en SIG, tal es el caso de este sistema dirigido a la delegación de la agricultura en el territorio para el manejo de la información a nivel de Consejo Popular que le permita realizar los análisis correspondientes y la toma

de decisiones oportuna así como el Inventario Catastral Pecuario elaborado para el manejo de los datos relacionados con la empresa Ganadera.

Ambos resultados tienen gran actualidad en nuestro país ya que se orienta a la solución de una problemática de la Delegación de la agricultura en Ciudad de la Habana en cuanto al control y ordenamiento de su patrimonio y de las Empresas Pecuarías en el Territorio.

Precisamente en estos momentos en que se trabaja en la automatización de los datos catastrales y su implementación en un Sistema Informativo, estas aplicaciones cobran vigencia y empleo práctico como parte de todo un sistema que se encuentra en proceso de generalización y desarrollo.

Desarrollo

A. El Inventario Catastral Pecuario FS_GEOPEC

Una de las aplicaciones que se expone en el presente trabajo es el Inventario Catastral Pecuario FS_GEOPEC, herramienta dirigida al empresario ganadero para el conocimiento real, control y administración eficiente de los bienes inmuebles de la empresa a partir de la utilización de herramientas de SIG que integren la información gráfica y literal utilizando como base la información del Catastro Nacional.

El inventario, denominado FS_GEOPEC se utiliza para el manejo de la información relacionada con el Uso de la Tierra, La tenencia de la Tierra, La situación de las Instalaciones Ganaderas, La caracterización del sistema de cercado y acuartonamiento y la ubicación de las redes técnicas. Todo referido al área de la empresa ganadera.

Además la posibilidad de obtener mapas temáticos a partir de los usos del suelo y otros atributos, así como la impresión de los datos usando diferentes criterios tales como: General, Por granja, Por Vaquería, Para otros Poseedores, Por Usos del Suelo, Personalizados, etc.

Todas las herramientas desarrolladas se implementan sobre una plataforma SIG que les permitirá a los usuarios trabajar con las mismas de forma amena y fácil.

Conocemos que en los últimos años, para el análisis de información del medio geográfico han tenido gran aceptación y aplicación los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que no es más que un conjunto de herramientas informáticas que captura, almacena, transforma, analiza, gestiona y edita datos geográficos (referenciados espacialmente a la superficie de la Tierra) con el fin de obtener información territorial para resolver problemas complejos de planificación, gestión y toma de decisiones apoyándose en la cartografía.

Sin embargo, en nuestro caso consideramos que los datos deben llegar al empresario ganadero de forma sencilla y útil para su empleo y máximo aprovechamiento de la información. Es por ello que, surge la idea de elaborar una herramienta que no llega a ser un SIG en su primera etapa pero que contiene la información necesaria para la toma de decisiones en este momento de organización de la empresa pecuaria a partir de datos precisos del territorio de la misma.

La terminología utilizada en este caso es Inventario Catastral Pecuario y la definición surge tomando como base los conceptos de Inventario, Catastro y Pecuario.

Además, es importante continuar el desarrollo de aplicaciones sencillas de visualización y análisis de datos con componente espacial para microcomputadoras con un costo inferior y características diferentes a un SIG que permiten el uso de datos espaciales por partes de usuarios que no son expertos en cartografía digital, SIG, geodesia, etc. Por tanto definimos el Inventario Catastral Pecuario Digital como una herramienta informática para el asiento y consulta de los bienes inmuebles relacionados con la administración, desarrollo y control del ganado en una organización ganadera.

Información contenida en el Inventario

A partir del diagnóstico realizado en la empresa de conjunto con sus directivos definimos los elementos que han tenido mayor incidencia negativa en el óptimo funcionamiento de la misma y que a su vez pudieran servir al empresario ganadero en la toma de decisiones referidas a la organización y proyección de la entidad.

Así se determinó la importancia de:

El conocimiento de la superficie real de cada parcela del terreno a nivel de vaquería, granja y empresa.

El uso que en la actualidad tiene cada parcela así como quién se encuentra explotando dicha tierra en carácter de usufructo o no. En este caso es importante destacar con precisión el volumen de tierras utilizadas para pastos y forrajes así como en otros cultivos y en especial las tierras que se encuentran ociosas o infestadas de marabú.

La ubicación y empleo de las instalaciones ganaderas y el uso arbitrario de las mismas en carácter de viviendas para los trabajadores de las unidades ganaderas y sus familias.

La caracterización del sistema de cercado y acuartonamiento en el área

La cantidad y distribución del ganado por especie y proyecto genético

La ubicación y caracterización de las redes técnicas que incluyen redes eléctricas, sistemas de riego, drenaje y evacuación de residuales.

Todos estos elementos fueron objeto de levantamiento y estudio en esta etapa por lo que fué necesario definir la

organización de los datos de forma tal que llegue al empresario ganadero de forma sencilla y útil para el trabajo. Entonces, la información que contendrá el inventario catastral la definimos como:

Información grafica

Información literal

La información gráfica constará de polígonos, líneas y puntos atendiendo a las diferentes Temáticas

La información literal estará constituida básicamente por la base de datos del Catastro Nacional existente en el territorio y la información complementaria recogida durante el proceso de investigación de campo.

Durante el trabajo de campo

Se visitan todas las unidades ganaderas del territorio y será necesario llevar el mapa oficial catastral (previamente duplicado para este proyecto) donde como parte de la conciliación inicial se identifican los límites de empresa, granja y vaquería que no se recogen en la cartografía catastral actual.

Se lleva al campo además del mapa, una Planilla PEC 1 diseñada al efecto donde se recogen todos los datos de carácter específico que completarán la Base de Datos.

Durante el trabajo de campo además, se levantan todas las cercas aunque no constituyan límites de parcelas. En el caso de las cercas se especificará si se encuentran en estado malo, bueno o regular.

Otro elemento a tener en cuenta durante el trabajo de campo es la determinación de las áreas de forrajes para lo cual se empleará un código especial (20 12 70) del Catastro Nacional especificando el tipo de forraje (Kingrass, Leucaena, Caña etc.)

Por otra parte también se realiza el levantamiento de los pozos y tanques de agua, estaciones de bombeo, redes eléctricas hasta los transformadores que se encuentran a la entrada de cada vaquería.

Seguidamente se realiza el procesamiento digital de toda la información recogida que incluye el procesamiento de los



cambios detectados y constituye una fuente de información para el mantenimiento actualizado del Catastro en el territorio.

HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL MANEJO DE LA INFORMACION

Interfaz General del Sistema

Para el trabajo con el sistema el usuario cuenta con una

ventana principal que le posibilita realizar todas las tareas contempladas en la aplicación para la obtención de listados, resúmenes y mapas.

Como se puede apreciar el sistema tiene varias opciones que explicamos brevemente

Listados

Mediante esta opción el usuario obtiene:

- *Listado Parcelario* (Todas las parcelas que están en el área)

- *Listado Numérico de Poseedores* (Listado de todos los poseedores de tierras en el área ordenados por el número del poseedor dado por catastro).

- *Listado Alfabético de Poseedores* (Listado de todos los poseedores ordenados alfabéticamente).

Todos estos resultados se pueden obtener en Vista Preliminar o en Vista Diseño, si se selecciona esta última podrá rediseñar el reporte creado por el sistema, dándole la posibilidad de cambiar colores de textos, campos, formato de la página, etc.

Relación de Tenencia

Mediante este menú se puede obtener una relación de las parcelas agrupadas por su uso y en dependencia de la opción de agrupamiento seleccionada (Vaquerías, Granja, Empresa Niña Bonita, Centro de Desarrollo), al igual que en el menú anterior también se puede obtener en vista de diseño o vista preliminar.

Viviendas

Este menú me permite listar las parcelas que tienen viviendas, brindando además la cantidad de familias y personas, en dependencia del nivel de selección realizado (General, Por Granjas, Por Vaquerías, Empresa Niña Bonita, Centro de Desarrollo).

Animales

Este listado nos permite obtener una relación de animales tanto hembras como machos por razas y por tipos. En todos los casos se obtiene de forma General, Por Granjas, Por Vaquerías, Empresa Niña Bonita, Centro de Desarrollo y personalizado.

Cercas

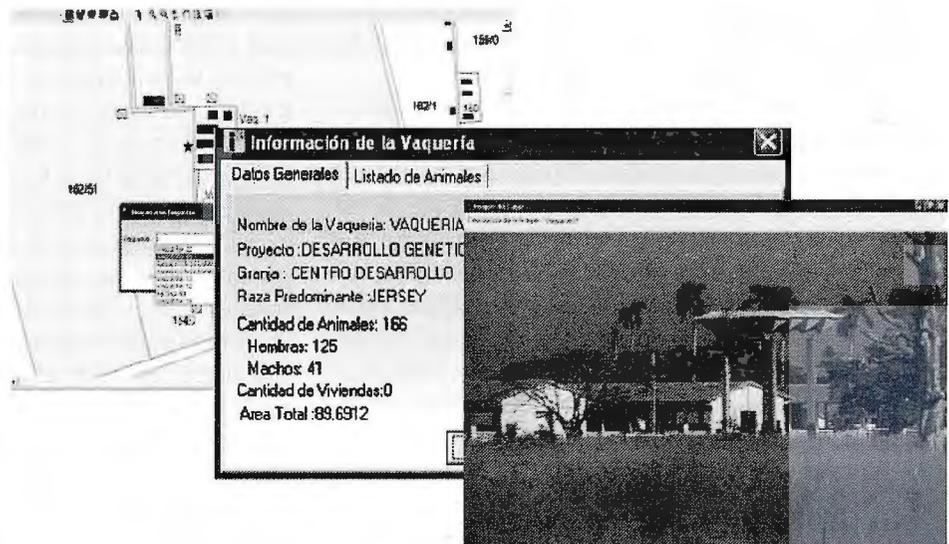
Mediante este menú de trabajo se resume por el estado (Bueno, Malo o Regular de la cerca dando la cantidad de metros que presenta en dependencia del nivel de selección realizado General, Por Granjas, Por Vaquerías, Empresa Niña Bonita, Centro de Desarrollo).

Mapas Temáticos

- **Uso de la Tierra:** Se realiza un mapa teniendo como tema la información de usos de la tierra de las parcelas.

- **Tenencia de la Tierra:** Este mapa temático se realiza teniendo en cuenta el nivel de selección realizado (General, Por Granjas, Por Vaquerías, Parcelas en usufructo etc), además si se selecciona la opción General se podrá obtener un mapa temático por número del poseedor o por Nombre del poseedor y si se selecciona por vaquerías se ten-

drá la posibilidad de realizar un mapa temático según el nombre de la vaquería, la Raza o Cruce aplicada en ella, el Proyecto a que pertenece así como la Granja a que pertenece. Siempre que se realice un mapa temático se activará el Botón *Mapa Temático* el cual dará la posibilidad de cerrar el mapa temático, modificar la leyenda u ocultar la leyenda así como definir el formato de página, la escala, etc.



- **Cercados y Acuartonamientos:** Mediante esta opción se obtiene un mapa temático del estado o el tipo de cercado o acuartonamiento que se encuentra en el área.

- **Personalizado:** Esta opción permite realizar un mapa temático teniendo en cuenta otros criterios no establecidos como opciones de trabajo.

El sistema además permite incorporar imágenes, videos o vista 360 para ilustrar cualquier elemento que se desee destacar.

B. El sistema Informativo Territorial FS_AGROSIG

Este sistema también constituye una aplicación sencilla diseñado para el análisis de la información relacionada con el uso y la tenencia de la tierra a nivel de municipio, Consejo Popular

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE FS_AGROSIG

El sistema Informativo FS_AGROSIG ha sido diseñado para el análisis de la información relacionada con el uso y la tenencia de la tierra a nivel de municipio y Consejo Popular, asimismo la información puede ser obtenida a través de listados, mapas, resúmenes y gráficos.

Precisamente FS_AGROSIG cuenta con un entorno de trabajo que permite fácilmente al usuario acceder a la información a través de:

Listados;

Parcelario, Contiene de todas las parcelas del territorio seleccionado así como el uso de las mismas, área, etc

de Poseedores, Contiene todos los poseedores del territorio seleccionado organizados convenientemente

Relación de Tenencia, incluye la Relación de las Parcelas de un poseedor específico o varios, organizada por tipos de cultivo

Mapas;

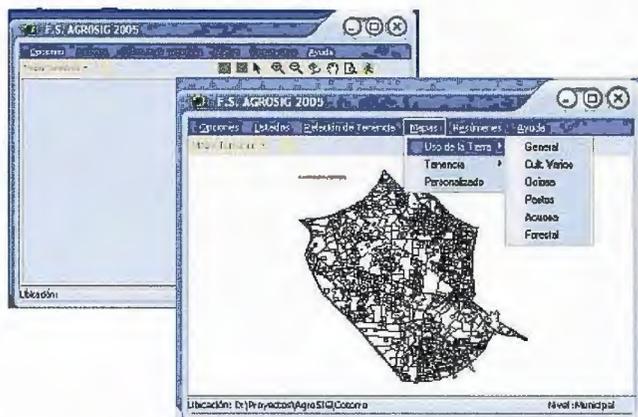
Permite visualizar diferentes mapas según la temática seleccionada. Es posible escoger una temática del menú o personalizar el mapa a obtener a través de una consulta SQL

Resúmenes

Permite obtener resúmenes de uso y tenencia de la tierra por Consejo Popular, Zona de Defensa o Municipio así como de forma personalizada para un poseedor o varios.

Contiene la opción de elaborar gráficos comparativos para los diferentes análisis que se realicen

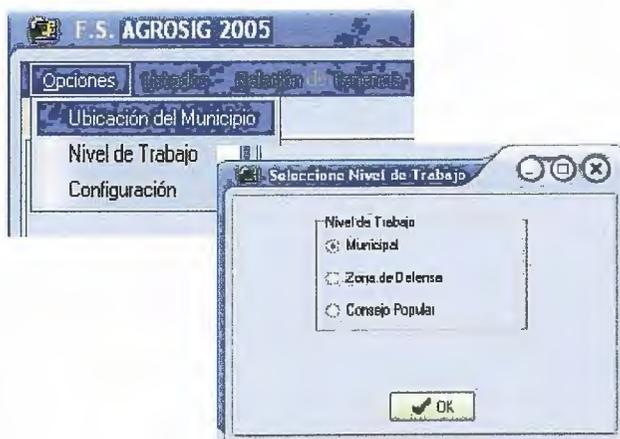
Entorno de trabajo FS_AGROSIG



El sistema además permite trabajar en Modo “Vista Preliminar”, “Diseño” o “Exportar” lo que permite visualizar la información, modificar los reportes y exportar a diferentes formatos respectivamente ver Figura



Otra característica particular de FS_AGROSIG es la posibilidad de escoger el nivel de trabajo al cual se referirá toda la información solicitada que puede ser Municipal o por Consejo o como se muestra en la siguiente Figura

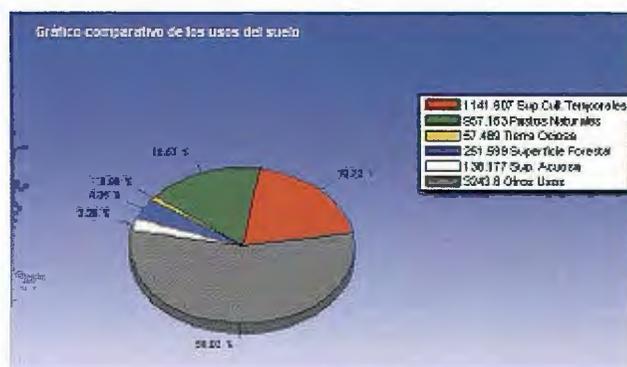


EJEMPLOS DEL TRABAJO REALIZADO EN LA PROVINCIA CIUDAD DE LA HABANA (MUNICIPIO DEL COTORRO)

Mapa temático



Gráfico comparativo



Principales referencias bibliográficas

- ◆ Norma Cubana 13-18:83 “Catastro Nacional”.
- ◆ Alvarez, Sofía, "ADOOSI Visual (Metodología de análisis y diseño orientada a objetos para sistemas informáticos en medios ambientes visuales), ISPJAE,1997.
- ◆ Borland Database Desktop , User Guide, 1995, p152.
- ◆ GEOCUBA Geodesia, Proyecto General: Desarrollo del Catastro Nacional en Cuba,
- ◆ Mas Mayoral, Sebastián “Las Bases de Datos Catastrales en el proceso de Actualización Catastral”. Revista de la Dirección General del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, Centro de publicaciones del Ministerio de Haciendas, España,
- ◆ Ministerio de Hacienda, Instituto de Estudios Fiscales, “XI Curso sobre usos y aplicaciones del Catastro”, España, 2001.
- ◆ CAT, 1991: Producción Agrícola Sostenible: Consecuencias para la investigación agraria internacional. Estudio FAO investigación y Tecnología 4. Comité Asesor Técnico. Grupo consultivo sobre investigación agrícola internacional. Roma. p.131
- ◆ FAO., 1991: El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Política y cuestiones agrícolas: los años 80 y perspectivas para los 90. Org. Nac. Uni. Agr. Alim. Colección FAO: Agricultura. No. 24: 288 p, Roma
- ◆ Koeslag, J., 1992: Sustainable agriculture. Newsletter. 2 - 4. L.I.A.C., Deventer, The Netherlands.



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

IX PREMIO INTERNACIONAL FRANCISCO COELLO

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

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



ÁMBITO

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

PRESENTACIÓN

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

PREMIOS

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

CERTIFICADOS

Todos los participantes recibirán un certificado de participación.

PLAZO

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

JURADO

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

FALLO

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

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

El fallo del jurado será inapelable.

PROCEDIMIENTO

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

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

COMUNICACIONES

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

Premio Internacional Francisco Coello

Escuela Politécnica Superior de Jaén,
Universidad de Jaén (España)
Campus Las Lagunillas, s/n.,
Edificio B5, Jaén - 23071 - España

Tlf: +34 953-212424 / Fax: + 34 953-212400

<http://www.coello.ujaen.es/coello/index.html>

coello@ujaen.es

Organiza:



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Extensión Universitaria
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Patrocina:



CAJA DE JAÉN
UNA PROVEDORA DE SERVICIOS ECONÓMICOS

Colaboran:



JUNTA DE ANDALUCÍA

Comité Nacional
de Información
Geográfica



INTERGRAPH
Mapping and GIS Solutions



GeoMedia



Leica

MAPPING

MAPINFO

Noticias

LA EMPRESA CONSTRUCTORA SANDO ORGANIZA LA TERCERA JORNADA ANUAL DE TOPOGRAFÍA EN LA QUE PARTICIPAN ATICSA E INGESIS

Construcciones Sánchez Domínguez (SANDO) organizó una jornada técnica en Antequera (Málaga) bajo el nombre de *Tecnología & Talento* para sus jefes de topografía. Dicho evento fue patrocinado por **Aticsa e Ingesis**, empresas especializadas en servicios a la ingeniería y apoyado por **Leica Geosystems**, fabricante de equipos de topografía más avanzados y con las últimas tecnologías.

El **Departamento de Oficina Técnica y Topografía de SANDO** cuenta con 150 topógrafos y 20 personas de apoyo en la Oficina Técnica y está considerado un área fundamental de la compañía, no sólo por su dimensión sino por su capacidad de **innovación y aprendizaje**. **Juan Antonio Báez**, director de este departamento, entiende que "la tecnología permite conseguir metas que antes se consideraban imposibles, pero son las personas y los equipos de trabajo quienes hacen realidad cualquier tipo de proyecto".



Susana Vega durante su presentación junto con Juan A. Baez

La intervención más ambiciosa de la jornada estuvo a cargo de **José Antonio Pacheco**, jefe de la Oficina Técnica de la Delegación de Sevilla, el cual dio a conocer el proyecto formativo creado por los profesionales del departamento, una plataforma *e-learning* que permite completar la docencia tradicional con una manera diferente y personalizada de concebir el desarrollo formativo. Los cuarenta jefes de topografía asistentes pudieron resolver dudas e intercambiar puntos de vista en las diferentes ponencias técnicas. La primera de ellas a cargo de **José Luis Acosta**, responsable de Desarrollo de Autodesk de Ingesis, que presentó las ventajas de una de las mejores plataformas de gestión de datos geoespaciales. La siguientes exposiciones fueron de la mano de **Antonio López**, especialista en Soporte Técnico del Área de Redes y Auscultación de Leica, centrándose en las redes de estacionamiento de referencia y en especial la R.A.P. (Red Andaluza de Posicionamiento); **Roberto Chinarro** miembro de Soporte Técnico y especialista en productos GPR de Leica y **Rodrigo García** responsable Técnico de productos HDS de Leica que dio a conocer las posibilidades del láser escáner.

Todas estas exposiciones técnicas fueron organizadas por las empresas **Aticsa e Ingesis** y pudimos hablar con su representante en dicha reunión, **Susana Vega**, directora del departamento comercial de topografía.

Mapping: Susana, ¿podría hacer una breve presentación de las empresas?

S.V.: Tanto Aticsa como Ingesis pertenecen a un grupo de empresas que tiene sus comienzos en el año 1989 y desde entonces no ha parado de crecer. Disponemos de oficinas en Málaga, Sevilla, Córdoba, Badajoz y Mérida, Madrid, Valladolid, Asturias y también en Portugal desde el año 2000. Nuestras áreas de actuación son dentro de la Ingeniería, Consultoría, Nuevas Tecnologías, Construcción, Medio Ambiente y Suministros.

Mapping: ¿Qué actividades más concretamente desarrollan Ingesis y Aticsa?

S,V: Las actividades en las que se mueve **Ingesis** son: Catastro, Innovación Tecnológica, Desarrollo, Topografía, Venta y Alquiler de equipos de topografía. Este último departamento es el que yo soy responsable con oficinas en Andalucía, más concretamente Sevilla, Málaga y Córdoba. Siendo **distribuidor oficial de la marca Leica Geosystems** y trabajando con Sando estos últimos años. Otra de nuestras distribuciones es con Autodesk siendo Partners en Andalucía y Extremadura



Asistentes a la jornada de SANDO, ATICSA, INGESIS y LEICA

El éxito de Ingesis, ofrecer productos y servicios personalizados.

Mapping: ¿y Aticsa?

S.V.: La forman los siguientes departamentos: Topografía, Innovación y Desarrollo, Venta y Alquiler de equipos de topografía que como puede ver este último se comporta igual que para Ingesis y así poder estar cerca de cliente dando mejor servicio, en este caso para el mercado extremeño.

Mapping: Sois entonces unas empresas muy bien posicionada en el mercado español.

S.V.: Sí, y actualmente con un fuerte proceso de expansión exterior y respaldando a todo esto una plantilla con algo más de 300 profesionales.



Seys se adjudica el concurso de urbanismo del Ayuntamiento de Tarragona

El proyecto asciende a 313.455 euros

Barcelona, 15 octubre 2008,- La empresa española Seys (Semiconductores y Sistemas, S.A.) especializada en soluciones de informática gráfica, ha sido la adjudicataria por 313.455 euros del concurso del Ayuntamiento de Tarragona para diseñar y desarrollar su Sistema de Información Geográfica (SIG) de urbanismo.

El sistema, además de gestionar y publicar el urbanismo municipal, proporciona la nueva plataforma del SIG para que todos los departamentos puedan acceder y trabajar con la información corporativa desde sus respectivos entornos y sin requerimientos especiales, y para ello se integrará con los otros sistemas ya existentes en el ayuntamiento, tales como Catastro y Bienes, entre otros.

El proyecto de Seys, que concluirá a finales de este año, contempla también los mecanismos para el continuo mantenimiento y actualización de la cartografía de base del municipio.

Abaco presenta lo último de la suite DbMAP Suite en la JIDEE2008

Abaco Srl, líder en la investigación y desarrollo de aplicaciones y herramientas GIS, estuvo presente en las V Jornadas Técnicas de la IDE España – JIDEE2008 en Tenerife, España.

Los visitantes tuvieron la posibilidad de ver las nuevas versiones de los productos de la suite DbMAP, incluido el reciente estreno del GeoFlyer Pro.

Abaco también presenta en la conferencia la completa integración con el nuevo Oracle 11g Spatial y la gestión de datos con una integración de un visor 3D para áreas rurales urbanas, con el fin de gestionar la información espacial sobre el medio ambiente, almacenadas directamente sobre la base de datos.

El DbMAP 3D Flyer y el DbMAP 3D GeoFlyer Pro de Abaco permite realizar vuelos 3D sobre modelos del territorio, con un vuelo continuo e incomparables representaciones; los modelos pueden ser creados o salvados en la Geodatabase en cuestión de minutos a partir de los formatos estándar gracias a las herramientas Abaco.

En el Newsletter mensual, disponible en el sitio Web www.abacogroup.eu, Abaco ha publicado referencias Web publicas para comprobar en vivo varias versiones de sus soluciones.

"Con alguno de los proyectos que se iniciaron en España durante 2008, estamos muy comprometidos en proporcionar nuevas herramientas, tecnologías y aplicaciones para el mercado español", dijo Fabio Slaviero, Business Development Manager de Abaco. "Ahora la tecnología 3D y los sistemas de ordenación del territorio 3D están a un paso de integrarse en las Infraestructuras de Datos Espaciales, ofertados a precios muy bajos y siempre con mayor calidad".

Tele Atlas amplía su cobertura cartográfica a Argentina

Tele Atlas, proveedor global de cartografía digital y contenido dinámico para soluciones de navegación y localización, ha alcanzado un acuerdo con la argentina Datamap, por el cual la compañía belga extiende su cobertura a Argentina con más de 200.000 kilómetros de carreteras e información cartográfica de sus tres ciudades más importantes: Buenos Aires, Córdoba y Rosario.

De esta forma, Tele Atlas ofrecerá contenido dinámico e información sobre puntos de interés (POI's) a sus clientes de navegación personal, dispositivos inalámbricos, Internet, automoción y corporaciones de todo el mundo, así como las actualizaciones cartográficas derivadas de los cambios que se produzcan en su red viaria.

En la actualidad, Argentina es una economía en crecimiento con un gran mercado potencial que comienza ya a utilizar dispositivos personales de navegación y aplicaciones de localización móviles, por lo que el área de América Latina representa una región estratégica para Tele Atlas y sus socios industriales.

En este sentido, el proveedor belga prevé ampliar progresivamente su oferta cartográfica en esta región con la incorporación de los mapas de Chile y Uruguay que estarán disponibles en el mercado en 2009. En la actualidad, Tele Atlas cuenta con mapas navegables de 75 países de todo el mundo, incluidos los de Brasil y Méjico.

Las ventas de navegadores portátiles crecerán un 16% en España en 2008

Las ventas de sistemas de navegación portátil alcanzarán los 1,4 millones de unidades en España durante el presente ejercicio 2008, lo que supone un crecimiento del 16% con respecto al año anterior, según las últimas estimaciones de Becker, fabricante alemán de sistemas de navegación. De esta forma, España representa casi el 7% de las ventas europeas de estos dispositivos.

Este incremento de las ventas nacionales de dispositivos portátiles es ligeramente inferior al previsto para el mercado europeo que experimentará una subida cercana al 25%, hasta aproximarse a los 11 millones de unidades en 2008. No obstante, el sector europeo de la navegación continuará creciendo en los próximos dos años, aunque a un ritmo inferior, hasta alcanzar un incremento cercano al 20% en 2010. Entre los factores que explican este crecimiento futuro se encuentra la existencia todavía de un fuerte mercado potencial integrado por más de 160 millones de clientes; de esta forma, de los más de 180 millones de vehículos que integran el parque circulante europeo, tan sólo 20 millones cuentan con sistema de navegación.

Además, la extensión de la cartografía digital a países emergentes como China o India e incluso Latinoamérica contribuirá a que el sector de la navegación portátil irrumpa con fuerza en estos nuevos mercados, respondiendo al fuerte potencial de consumo que representan y al que están contribuyendo nuevas marcas de automoción como Tata, Mahindra, etc.

EXPO-GEOMÁTICA

MÁLAGA 2009

SALONES DE EXPOSICIÓN DE LA DIPUTACIÓN DE MÁLAGA

C/ PACÍFICO, 52-54 MÁLAGA

20, 21 Y 22 DE MAYO



PATROCINADOR OFICIAL

M

málaga.es diputación

PATROCINADORES



NORMAS PARA AUTORES

CONTENIDO

Mapping es una revista internacional en lengua española que publica artículos sobre Ciencias de la Tierra con un enfoque tanto investigativo como profesional. Mapping no es una revista especialista sino generalista donde se publican artículos de Topografía, Geodesia, SIG, Medio Ambiente, Teledetección, Cartografía, Catastro, Turismo y Ciencias de la Tierra en general. El amplio campo cubierto por esta publicación permite que en ella el lector, tanto científico como técnico, pueda encontrar los últimos trabajos publicados con las nuevas investigaciones y desarrollos en el campo de las Ciencias de la Tierra en la comunidad hispanohablante.

La revista Mapping invita a los autores de artículos en el campo de las Ciencias de la Tierra a la colaboración mediante el envío de manuscritos para su publicación, según las siguientes normas:

ESTILO

El artículo será enviado como documento de texto con las siguientes normas de estilo:

- La fuente será "Times New Roman" a tamaño 12.
- Interlineado a doble espacio.
- Sin espaciado adicional al final o al principio de los párrafos.
- Justificación en ambos laterales.
- Títulos de los diferentes apartados y subapartados del artículo ordenados de manera numérica, en mayúsculas y en negrita.
- Tamaño del papel DIN A4.
- Márgenes verticales y laterales de 2,5 cm.
- No se admiten encabezados ni pies de página.

LONGITUD

La longitud de los artículos no está establecida, recomendándose una extensión en torno a las 10 páginas para el texto con el estilo propuesto.

SISTEMAS DE UNIDADES

Salvo excepciones que serán evaluadas por el Comité Editorial el sistema de unidades será el Sistema Internacional.

FORMULAS MATEMÁTICAS

Las fórmulas matemáticas se incluirán en el cuerpo de texto en una línea aparte y con justificación centrada. Las fórmulas se numerarán correlativamente por su orden de aparición con su número entre paréntesis a la derecha.

TABLAS

Las tablas se incluirán en el artículo cada una de ellas en una hoja aparte a continuación del texto, numeradas en orden de aparición y con su leyenda. En el lugar del texto, en el cual deberán ser insertadas para la maquetación final se incluirá una línea con la palabra "tabla" y su número en, mayúsculas, con justificación centrada.

El diseño de las tablas será tal que permita su lectura con maquetación a una columna (8 cm de ancho) y excepcionalmente a 2 columnas (16 cm de ancho).

En ningún caso se admitirán tablas en formato apaisado.

FIGURAS

Las figuras se incluirán en el artículo cada una de ellas en una hoja aparte a continuación de las tablas, numeradas en orden de aparición y con su leyenda. En el lugar del texto, en el cual deberán ser insertadas para la maquetación final y se incluirá una línea con la palabra "figura" y su

número en mayúsculas, con justificación centrada. El diseño de las figuras será tal que permita su visibilidad con maquetación a una columna (8 cm de ancho) y excepcionalmente a 2 columnas (16 cm de ancho). Se admiten figuras en blanco y negro y color.

REFERENCIAS

En el cuerpo del texto del artículo las referencias se citarán por el apellido del autor y el año de publicación separados por una coma y entre paréntesis. Las referencias se incluirán al final del texto como un apartado más del mismo y se documentarán de acuerdo al estándar cuyo modelo se incluye a continuación:

LIBROS

Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título. Edición. Editorial, ciudad de publicación. Número de páginas pp.

REVISTAS

Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título del artículo. Revista, número (volumen), pp: pagina de inicio-pagina final.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título del documento. Enlace de Internet.

En todos los casos se incluirán tantos autores como figuren en las referencias.

No se admitirán artículos sin referencias.

FORMATO DEL MANUSCRITO

El documento que será enviado al comité editorial en el siguiente formato:

HOJA DE PORTADA

En la hoja de portada se incluirán los siguientes datos

TÍTULO

El título del artículo deberá tener menos de 15 palabras y estar escrito en español e inglés.

AUTORES Y FILIACIÓN

A continuación del título se incluirán los autores en el orden de aparición, sus datos de filiación y contactos en el siguiente formato:

Apellido, nombre.

Institución o empresa. Teléfono.

Correo electrónico. País

ARTÍCULO

El artículo estará formado por el cuerpo del texto, las tablas y figuras. **Irà precedido de su título en mayúsculas, un resumen de 100-200 palabras y palabras claves, todo ello en español e inglés.** El artículo comenzará en una hoja aparte y no contendrá ningún dato de los autores para la revisión anónima del mismo. La estructuración de los artículos es decisión de los autores pero se recomienda la estructura habitual en los artículos en publicaciones científicas.

ENVIO DE LOS MANUSCRITOS

Los manuscritos serán enviados en formato digital, preferentemente PDF o WORD a la dirección de correo electrónico manuscritos@mappinginteractivo.com

FORMULAS DE LA FOTOGRAMETRIA ANALITICA EN EL DISEÑO DE RELOJES DE SOL

José E. Juliá - Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

Resumen:

Las ecuaciones de colinealidad brindan una buena posibilidad para diseñar relojes de sol, especialmente cuando se desea que el plano que recibe las sombras del gnomon esté ubicado en una posición arbitraria. La aplicación de esas ecuaciones, a través de un programa escrito en MATLAB, ha permitido establecer con relativa facilidad las líneas de las horas correspondientes a la hora oficial de un país, tanto para clásicas posiciones horizontales y verticales del cuadrante, como para cualquier otra posición. Se muestran ejemplos de dos relojes solares con el gnomon perpendicular al plano del cuadrante: uno con cuadrante horizontal y otro con dos cuadrantes inclinados, uno hacia el este y el otro hacia el oeste.

Abstract:

The colinearity equations provide a good possibility to design sun dials, especially if an arbitrary position for the plane receiving the shadow of the gnomon is desired. Applying these equations, by means of a program written in Matlab, has made possible to establish with a certain facility the hour lines corresponding to the official hour of a country, not only in the classic horizontal and vertical positions but in any other position. Two examples of sun dials with the gnomon perpendicular to the dial plane are shown: one with horizontal dial and the other with two dials which are inclined, one to east and the other to the west.

1. Introducción

Para aprender un lenguaje de computación, nada mejor que tratar de escribir un programa sobre algún ejemplo concreto. Es precisamente lo que hizo el autor de este artículo para comenzar a familiarizarse y adquirir un mínimo de soltura con el lenguaje Matlab. El ejemplo elegido, el diseño de un reloj de sol, si bien no constituía un ejemplo típicamente fotogramétrico, en mucho se le parecía. También tuvo influencia en la elección del ejemplo el pedido de varios amigos, entre los cuales el más insistente fue el del Profesor de Economía, Franco E. Nanni, quien desde hace tiempo bregaba por tener un reloj de sol en el jardín de su casa de vacaciones en Tafí del Valle.

La mayoría de los relojes solares da el tiempo solar y por este motivo no puede conocerse la hora oficial puesto que, aún en el caso de que el observador sea un entendido en el tema, seguramente no tendrá consigo una efeméride astronómica donde consultar la ecuación del tiempo y, posiblemente, tampoco conozca la longitud geográfica del lugar. Para el no entendido la situación será francamente desconcertante. En la ciudad de San Miguel de Tucumán, por ejemplo, la diferencia entre el tiempo solar y la hora oficial es de 1 hora y 21 minutos, a lo cual debe agregarse el valor de la ecuación del tiempo, que varía entre un máximo y un mínimo de unos 16 minutos según la época del año.

Para un geodesta, diseñar un reloj de sol que dé sólo el tiempo solar puede no resultar suficientemente desafiante. Más bien tratará de construir otro que dé el tiempo civil.

Una suerte de comprobación de esta aseveración es el hermoso, y a la vez exacto, "cadran solaire", del Profesor Rafael N. Sánchez, dos versiones del cual lucen gallardamente en el parque principal de la ciudad de Québec y el campus de la Universidad de Laval. El Prof. Sánchez, un destacado geodesta, que antes de asumir en la cátedra de Geodesia en la Universidad de Laval, trabajó muchos años en la Universidad de Tucumán en la cátedra homónima, diseño y construyó un reloj solar (Sánchez, 1995) con medios y materiales modernos (ordenador y plexiglás transparente respectivamente), que amalgama la belleza con la exactitud (el tiempo civil puede leerse al minuto). Dispuso el gnomon paralelo al eje del mundo, el cuadrante en un plano horizontal, y la hora se lee en escalas elípticas que él denomina "calles" (una por cada mes del año).

En este trabajo se ha optado por otra disposición: El gnomon es perpendicular al plano del cuadrante y éste puede asumir, no sólo las típicas posiciones horizontal y vertical, sino también cualquier otra posición en el espacio.

Precisamente, la posibilidad de emplear las ecuaciones de colinealidad de la Fotogrametría Analítica para diseñar cuadrantes de relojes solares en posiciones arbitrarias, surgida a poco de iniciar el aludido entrenamiento con Matlab, le confirió un valor adicional interesante a la idea original que, como se ha dicho, perseguía casi como único objetivo, conseguir un mínimo manejo de ese lenguaje.

Un tratamiento como el propuesto puede permitir diseñar relojes de sol en posiciones completamente arbitrarias con cierta facilidad, algo que no ocurría con los procedimientos gráficos para tal fin, que, a la vez que ingeniosos, resultan un tanto engorrosos y laboriosos (Mayall et al, 2000) y (Waugh, 1973).

2. Ecuaciones de Colinealidad

La fig. 1 muestra la situación del instante de toma de una fotografía. El eje z' coincide con el eje de la cámara y los ejes x' , y' son paralelos a las líneas que conectan las marcas fiduciales. Los valores x_0 , y_0 , z_0 , son las coordenadas del centro de perspectiva "O" con respecto al sistema x , y , z . Los sistemas x' , y' , z' , de la fotografía y el x , y , z , del terreno, se relacionan entre sí a través de los ángulos ω , φ , κ , introducidos con la secuencia, ω primario, φ secundario, κ terciario; c es la distancia principal. Los dos sistemas son ortogonales y responden a la terna de la mano derecha.

Si se conoce la orientación exterior (x_0 , y_0 , z_0 , ω , φ , κ), las ecuaciones de colinealidad establecen la relación existente entre las coordenadas de un punto en la fotografía y las de ese mismo punto en el terreno.

$$\begin{aligned} x_j' &= -c \frac{a_{11}(x_j - x_0) + a_{12}(y_j - y_0) + a_{13}(z_j - z_0)}{a_{31}(x_j - x_0) + a_{32}(y_j - y_0) + a_{33}(z_j - z_0)} \\ y_j' &= -c \frac{a_{21}(x_j - x_0) + a_{22}(y_j - y_0) + a_{23}(z_j - z_0)}{a_{31}(x_j - x_0) + a_{32}(y_j - y_0) + a_{33}(z_j - z_0)} \end{aligned} \quad (1)$$

Donde los coeficientes a son los elementos de una matriz ortogonal correspondiente al fotograma según las fórmulas que siguen:

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos \varphi \cos \kappa \\ a_{12} &= -\cos \varphi \sen \kappa \\ a_{13} &= \sen \varphi \\ a_{21} &= \cos \varphi \sen \kappa + \sen \omega \sen \varphi \cos \kappa \\ a_{22} &= \cos \varphi \cos \kappa - \sen \omega \sen \varphi \sen \kappa \\ a_{23} &= -\sen \omega \cos \varphi \\ a_{31} &= \sen \omega \sen \kappa - \cos \omega \sen \varphi \cos \kappa \\ a_{32} &= \sen \omega \cos \kappa + \cos \omega \sen \varphi \sen \kappa \\ a_{33} &= \cos \varphi \cos \omega \end{aligned} \quad (2)$$

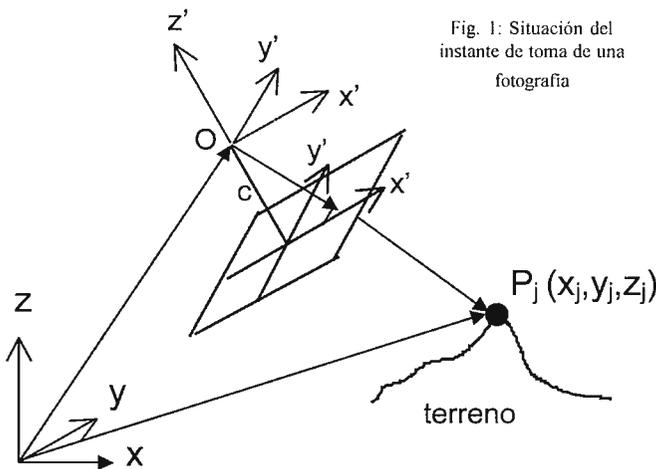


Fig. 1: Situación del instante de toma de una fotografía

Esas mismas fórmulas pueden usarse para conocer la posición, en un plano, de la sombra del extremo de una varilla de longitud c y perpendicular a dicho plano (fig. 2).

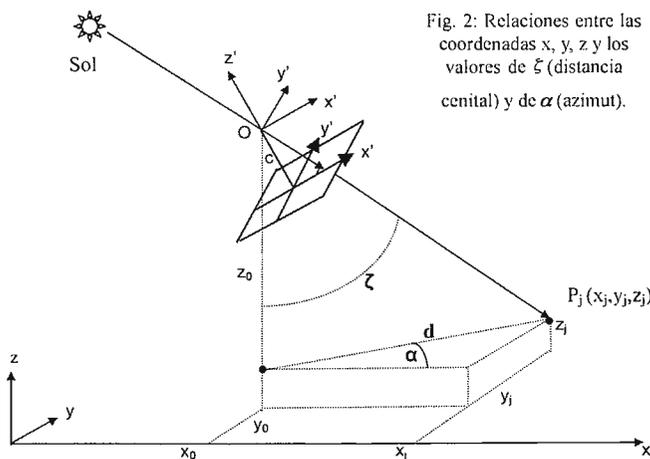


Fig. 2: Relaciones entre las coordenadas x, y, z y los valores de ξ (distancia cenital) y de α (azimut).

En la fig. 2, que es similar a la fig. 1, se considera, además, un plano horizontal que pasa por el punto P_j . En ella se aprecia que:

$$\begin{aligned} (x_j - x_0) &= d \cos \alpha = (z_j - z_0) \operatorname{tg} \xi \cos \alpha \\ (y_j - y_0) &= d \sen \alpha = (z_j - z_0) \operatorname{tg} \xi \sen \alpha \end{aligned} \quad (3)$$

Donde α es el azimut y, ξ es la distancia cenital de un rayo solar que pase por el punto O .

Los ángulos α y ξ , se calculan a partir del ángulo horario t , de la latitud del lugar Φ y de la declinación δ del sol para un dado instante de tiempo.

$$\begin{aligned} \cos \xi &= \sen \delta \sen \Phi + \cos \delta \cos \Phi \cos t \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{-\sen t}{\operatorname{tg} \delta \cos \Phi - \sen \Phi \cos t} \end{aligned} \quad (4)$$

Reemplazando en las (1) y simplificando:

$$\begin{aligned} x_j' &= -c \frac{a_{11} \operatorname{tg} \xi \cos \alpha + a_{12} \operatorname{tg} \xi \sen \alpha + a_{13}}{a_{31} \operatorname{tg} \xi \cos \alpha + a_{32} \operatorname{tg} \xi \sen \alpha + a_{33}} \\ y_j' &= -c \frac{a_{21} \operatorname{tg} \xi \cos \alpha + a_{22} \operatorname{tg} \xi \sen \alpha + a_{23}}{a_{31} \operatorname{tg} \xi \cos \alpha + a_{32} \operatorname{tg} \xi \sen \alpha + a_{33}} \end{aligned} \quad (5)$$

De esta manera, las (5) determinan la posición del extremo de la sombra de la varilla, o gnomon, en el plano del reloj de sol. Los coeficientes $a_{11} \dots a_{33}$, se forman mediante las (2) por medio de los ángulos ω, φ, κ , pero también podrían formarse a partir de otros valores, como, por ejemplo, los ángulos de azimut, inclinación y giro (Wolf, 1983). El azimut y la inclinación pueden determinarse por procedimientos gráficos basados en plomadas, o en niveles (Newton Mayall et al, 2000) y (Waugh, 1973).

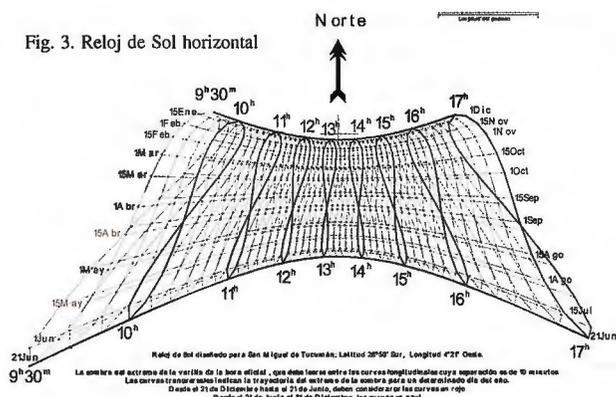
En los relojes solares más difundidos, que trabajan con el gnomon paralelo al eje del mundo, importa la sombra de todo el gnomon puesto que la hora se lee en escalas angulares. En los presentados en este trabajo, en cambio, que llevan el gnomon en posición perpendicular al plano del cuadrante, importa sólo la posición del extremo de la sombra del gnomon. La hora se determina observando esa posición entre las líneas horarias.

El programa en Matlab calcula, con las (5), las posiciones del extremo de la sombra del gnomon para cada 10 minutos los días 1 y 15 de cada mes, con la excepción de los meses de Diciembre y Junio donde se considera los días 21 en lugar de los 15. Las líneas de las horas se obtienen uniendo mediante segmentos de recta todas las posiciones correspondientes a una hora determinada para los días mencionados anteriormente. A pesar de ser poligonales, esas líneas adquieren una apariencia de curvas continuas. Para la mitad del año comprendida entre el 21 de Junio y el 21 Diciembre las líneas van en color azul, mientras que para la otra mitad el color es el rojo. Estas líneas se denominan *analemas*. Los valores de la declinación del sol y de la Ecuación del Tiempo fueron tomados del Star Almanac (2006) por ser ese año equidistante de dos bisiestos (Sánchez, 1995). Las líneas transversales muestran el recorrido de la sombra de extremo del gnomon para días mencionados en el párrafo anterior (figs. 3 y 4).

2. Reloj de Sol horizontal

La fig. 3 muestra la lámina correspondiente a un reloj de sol horizontal diseñado para la ciudad de San Miguel de Tucumán: Latitud $26^\circ 50'$ Sud, Longitud $4^\circ 21'$ Oeste. La sombra del extremo de la varilla da la hora oficial argentina (huso 3 oeste de Greenwich), que debe leerse entre las líneas de las horas que están cada 10 minutos (por apreciación puede estimarse el minuto). Como ya se mencionó, en una mitad del año deben considerarse las líneas en color

azul, mientras que para la otra mitad el color es el rojo. Las líneas transversales indican la trayectoria de la sombra del extremo del gnomon para un determinado día del año. La ubicación del gnomon es el centro de la cruz que se observa debajo de la flecha que indica el norte y a la derecha de la indicación "13h". La longitud del gnomon está indicada en la parte superior derecha de la lámina. Para un correcto funcionamiento, el plano del cuadrante debe ser horizontal y debe estar garantizada la perpendicularidad entre el gnomon y el plano del cuadrante. Para orientar el reloj se puede emplear una brújula, teniendo en cuenta la declinación magnética, aunque esta operación puede reemplazarse con un procedimiento más sencillo que no requiere de ninguna información adicional. Basta con conocer la hora con una exactitud de un minuto y con orientar el plano del reloj hasta provocar la lectura de la hora de ese instante.



La fig. 4 muestra una fotografía del reloj funcionando el día 3 de Noviembre de 2007. En esa fecha la lectura debe hacerse considerando las curvas en azul. La hora que señala puede estimarse con facilidad en las 12 hs 18m (hora oficial argentina). Obsérvese la pequeñez de la sombra que se explica por la época del año y por la baja latitud de la ciudad de San Miguel de Tucumán. La necesidad de lograr con buena precisión la perpendicularidad entre el gnomon y el plano del cuadrante obligó a emplear un soporte algo complicado para el gnomon que deberá mejorarse en el futuro. El reloj de esta figura no es más que un prototipo.

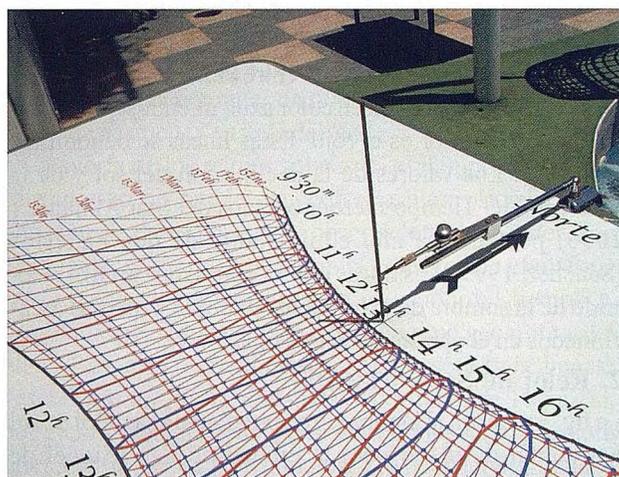


Fig. 4: Fotografía del reloj de sol horizontal

3. Reloj de Sol doble

La fig. 5 muestra la lámina del reloj matutino obtenido después de la adjudicación de un giro positivo de 45° al plano del "fotograma" alrededor de una recta horizontal con di-

rección norte - sur (eje x' de la fig. 1). En la fig. 6 se observa la lámina correspondiente al plano del reloj vespertino obtenido al adjudicar un giro negativo de 45° alrededor del eje citado. En ambas figuras lo que se muestra es el gráfico de Matlab. En el prototipo construido de este reloj doble (fig. 7) se pegaron simplemente las dos láminas de papel en una estructura de madera en la cual se ha garantizado con exactitud aceptable la ortogonalidad entre los planos matutino y vespertino. La arista es, por construcción, paralela al plano base del reloj el cual debe horizontalizarse por medio de un nivel de albañil, por ejemplo. Los dispositivos algo extraños para sostener el gnomon de cada cuadrante (fig.7) tienen su explicación, como ya se mencionó, en la necesidad de lograr una buena exactitud de la ortogonalidad entre gnomon y plano del reloj, que resulta crítica si se desea que el reloj (o los relojes en este caso) marquen la hora con la exactitud de 1 minuto (por apreciación). Estos dispositivos permiten que el gnomon gire alrededor de dos ejes perpendiculares entre si permitiendo, de ese modo, el control de la ortogonalidad, que puede hacerse con la ayuda de una buena escuadra de dibujo.

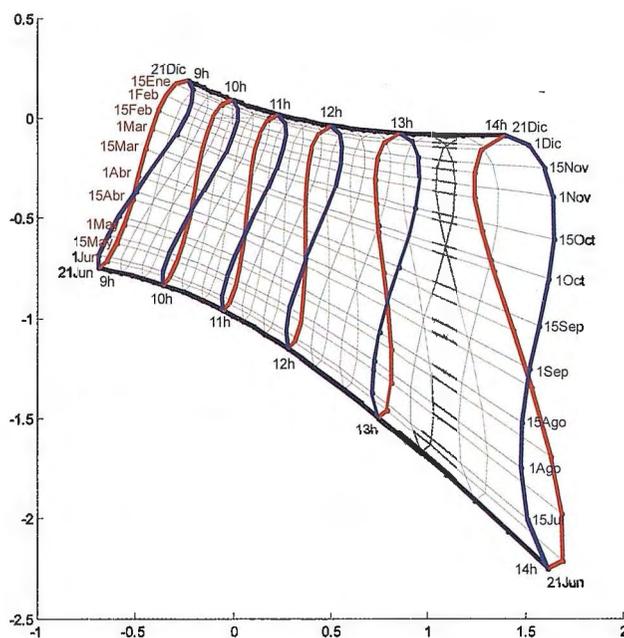


Fig. 5: Cuadrante del reloj matutino. Trabaja desde las 9 hasta las 14 hs.

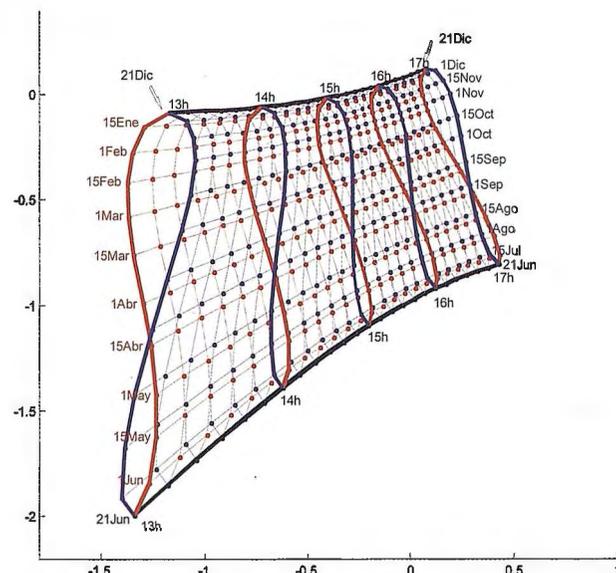


Fig. 6: Cuadrante del reloj vespertino: Trabaja desde las 13 hasta las 17 hs.



Fig. 7: Fotografía de un reloj de sol doble. La cara que da al este corresponde a las horas matutinas; la que da al oeste a las horas vespertinas.



Fig. 8: Reloj doble funcionado. A la izquierda se observa el reloj vespertino y a la derecha el matutino. Entre las 13 y 14 horas trabajan los dos relojes (en este caso, ambos marcan, naturalmente, la misma hora: un minuto antes de las 14 hs del día 22 de Octubre de 2007.).

La fig. 8 muestra el reloj doble en "pleno funcionamiento". En ella se ve claramente, observando las líneas azules, que en ambos cuadrante se lee la misma hora (las 14 horas menos un minuto). Esa coincidencia se ha logrado porque la base del reloj ha sido nivelada y orientada correctamente y porque, además, la ortogonalidad entre cada gnomon y su plano ha sido conseguida con la ayuda de los dispositivos anteriormente mencionados.

4. Conclusiones

Se pretende con este trabajo haber mostrado la conveniencia de usar las conocidas ecuaciones de colinealidad de la Fotogrametría Analítica cuando se desea diseñar relojes solares con cuadrantes ubicados en planos de posiciones completamente arbitrarias.

Además de los ejemplos mostrados, se han construido otros prototipos y se ha podido comprobar el funcionamiento correcto de la mayoría de ellos. Una asignatura pendiente es la construcción de modelos que resistan las inclemencias del tiempo. Se han hecho algunos con calcomanías resistentes a la intemperie pegadas sobre y debajo de placas de vidrio de 8 mm de espesor. En el último caso se ha contemplado la refracción del vidrio tomando un índice de refracción de 1,51. Después de algún tiempo podrá saberse si estos materiales son realmente resistentes. En caso contrario, será necesario utilizar piedra o metal. No debe olvidarse que en estos materiales también es posible hoy en día la grabación asistida por ordenador.

Agradecimientos

El autor agradece al Prof. Raúl Herrero por ayudarlo a recordar las fórmulas de la Astronomía de Posición y a Griselda Luccioni por la asistencia en el manejo del lenguaje Matlab. A Oscar Gil por el empeño puesto en el diseño de varios prototipos, y en la construcción de dispositivos para lograr una buena exactitud en la perpendicularidad entre gnomon y cuadrante. A Ramón Llorens por editar los gráficos de los cuadrantes de varios relojes solares en AUTOCAD. A los amigos Javier Carelli y Miguel Lozano que han alentado permanentemente esta iniciativa contribuyendo con ideas interesantes.

Referencias

- The Star Almanac: HM Nautical Almanac Office Star Almanac 2006. London
- Newton Mayall R., Mayall M. W: Sundials: Their construction and use. Dover Publications, Inc., Mineola, New York, año 2000.
- Sánchez Rafael N.: Los Relojes de Sol están de Moda en Québec. Revista CET N° 8. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, Octubre de 1995.
- Waugh Albert E.: Sundials Their Theory and construction. Dover Publications. New York, 1973.
- Wolf Paul R.: Elements of Photogrammetry. McGraw Hill Book Company. New York, 1983.

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^a Teresa González 26 Entlo. Tel. 964724870

Autodesk

Authorized System Center

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

EXPOGEOMATICA MALAGA 2009

SALONES DE EXPOSICIÓN
DIPUTACIÓN DE MALAGA
20,21 Y 22 DE MAYO DE 2009

Para más información:

Tel. 915471116/915477469

Noticias

Blom firma un acuerdo global con Tele Atlas para el desarrollo de 3D

Oslo, Noruega, 28 de octubre de 2008 - Blom, proveedor de información geográfica y de mapas digitales, y Tele Atlas, proveedor de contenido dinámico, han anunciado hoy un acuerdo de cinco años centrado en acelerar el desarrollo de mapas urbanos 3D y de modelos de elevación, y en crear imágenes para los usuarios de navegación personal y automovilística, de Internet y de soluciones móviles. Esta nueva asociación ofrecerá a los usuarios de mapas una visión más realista del mundo, mostrándoles los detalles de los edificios de ciudades de todo el mundo.

Bajo los términos de este acuerdo, Blom y Tele Atlas trabajarán juntos para el desarrollo y entrega de mapas urbanos 3D y otros elementos, mediante las imágenes y los componentes de mapas 3D de Blom. Tele Atlas añadirá los datos de Blom a su base de datos 3D para expandir rápidamente su oferta. A la vez, Tele Atlas será capaz de ofrecer licencias de las imágenes de Blom a sus clientes para potenciar aun más su experiencia visual. Además, Tele Atlas dispondrá de acceso a las bases de datos de imágenes de Blom para actualizar sus mapas ya existentes.

"La demanda de mapas tridimensionales para la navegación personal y de aplicaciones de búsqueda local está aumentando, ya que los consumidores a nivel mundial desean vistas más realistas de qué es lo que les rodea", indicó Bill Henry, CEO de Tele Atlas. "La amplia biblioteca de imágenes de Blom dispone de máxima calidad, permitiéndonos poder ofrecer productos completamente tridimensionales en más de 250 ciudades en 2009."

"Este es un hito apasionante para la industria de la navegación, marcando el comienzo de la oferta de mapas 3D para el público general", afirmó Håkon Jacobsen, CEO de Blom. "Nuestras soluciones mejorarán significativamente la experiencia del usuario con todos los dispositivos y aplicaciones de mapas y, con Tele Atlas como partner, estaremos en una posición de liderazgo a la hora de ofrecer las mejores características."

Seys incorpora la fotografía oblicua en la gestión del territorio

El sistema mide con precisión edificios, equipamientos y terrenos.

Barcelona, 5 noviembre 2008,- La fotografía aérea para gestionar un territorio se utiliza en los llamados sistemas GIS, en su término inglés, o SIG (Sistema de Información Geográfica). Ahora, esta tecnología da un paso más gracias a la utilización de fotografías oblicuas y a su integración con los programas de gestión. Esta integración la realiza la empresa española especializada en informática gráfica Seys.

Las aplicaciones son múltiples. Por ejemplo, a los cuerpos de seguridad les permite "ver" exactamente dónde tienen que actuar, qué tamaño de escaleras necesitan, cuánto miden las ventanas o la acera. Así, en caso de un rescate o de un incendio, sabrían exactamente por dónde acceder o qué tamaño de escaleras necesitan.

Otras aplicaciones pueden ser, el registro y el estado de mobiliario urbano, la evaluación de propiedades y desviaciones de superficies construidas, la identificación de antenas de comunicaciones o, incluso, para inspección y monitorización de obras.

También pueden sobreponerse fotos del antes y el después de una catástrofe para valorar exactamente los daños y actuar en consecuencia.

Fácil de manejar y compatible con otras aplicaciones

Desde la pantalla del ordenador, el usuario, con un simple clic sobre un mapa, accede a una foto "oblicua" con todos los detalles del lugar elegido y puede hacer zoom o desplazarse sobre ella. Si arrastra el ratón entre varios puntos de la foto, le aparece la medida exacta entre estos puntos, tanto si es vertical, como horizontal o de profundidad: ventana, fachada, rejas, antenas, patios, etc.

Multivisión se integra con otros sistemas corporativos o aplicaciones GIS de cualquier tipo.

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: 120 euros

Forma de pago: Talón nominativo o transferencia a nombre de REVISTA MAPPING, S.L.

CAJA MADRID: Pº. de las Delicias, 82 - 28045 MADRID Nº 2038-1732-55-3001376203

Enviar a: REVISTA MAPPING, S.L. - C/Hileras, 4, 2º, Of. 2 - 28013 MADRID.

Nombre..... NIF ó CIF

Empresa..... Cargo

Dirección..... Teléfono

ELIJA LA HERRAMIENTA MÁS AVANZADA
Y SU TRABAJO SERÁ MÁS FÁCIL

Laser IMAGER 5006 de Z+F



- Intuitivo
- Sin cables
- Muy fácil de manejar
- En venta o alquiler



Avda Filipinas 46. Madrid 28003 Teléfono
915537207

grafinta@grafinta.com