

La utilización de programas y datos de SIG de bajo costo

para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales

John Lowry

02



Informe Técnico de Ramsar núm. 2

La utilización de programas y datos de SIG de bajo costo para el inventario, la eval- uación y el monitoreo de humedales

John Lowry

**Supervising Scientist Division, Department of
Environment & Heritage, Australia**

Secretaría de la Convención de Ramsar

Gland, Suiza

Noviembre 2007

Publicado por la Secretaría de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)

© Secretaría de la Convención de Ramsar 2006

Este informe se debería citar como: Lowry, J. 2005. La utilización de programas y datos de SIG de bajo costo para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales. Informe Técnico de Ramsar núm. 2. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). ISBN 2-940073-30-9.

Editores de la serie: Heather MacKay (Presidenta del Grupo de Examen Científico y Técnico de Ramsar), Max Finlayson (ex Presidente del Grupo de Examen Científico y Técnico de Ramsar) y Nick Davidson (Secretario General Adjunto, Secretaría de la Convención de Ramsar).

Diseño y maquetación: Dwight Peck (Secretaría de la Convención de Ramsar). Diseño de la cubierta: Sebastia Semene Guitart. Traducido del inglés por Javier Casaís.

Los Informes Técnicos de Ramsar están concebidos para publicar, principalmente por medios electrónicos, notas, exámenes e informes técnicos sobre la ecología, la conservación, el uso sostenible y el manejo de los humedales, como medio de prestar un mejor servicio de apoyo informativo a las Partes Contratantes y a la comunidad más amplia que depende de los humedales a fin de ayudarles a aplicar la Convención de Ramsar.

Concretamente, la serie incluye los exámenes e informes técnicos detallados de referencia que han sido preparados por el Grupo de Examen Científico y Técnico de la Convención (GECT) a petición de las Partes Contratantes, y que hasta ahora sólo se distribuían en la mayoría de los casos como “documentos informativos” para la Conferencia de las Partes (COP). El objeto de este proceder es asegurar un acceso mejor y más duradero a dichos documentos. Se puede proponer que se incluyan en la serie otros informes que no sean resultado de peticiones de la COP al GECT, pero que éste considere que proporcionan información conveniente para la aplicación de la Convención. Los miembros y observadores nombrados para el GECT revisan en calidad de expertos todos los Informes Técnicos de Ramsar.

Los Informes Técnicos de Ramsar se publican en inglés en formato electrónico (.pdf). Si los recursos lo permiten, los informes también se publicarán en francés y español (los otros idiomas oficiales de la Convención) y en forma impresa.

Las opiniones y denominaciones utilizadas en esta publicación son las de sus autores y no representan una visión oficial adoptada por la Convención de Ramsar ni su Secretaría.

Esta publicación puede reproducirse con fines educativos o sin ánimo de lucro sin ningún permiso especial de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite la fuente. La Secretaría de la Convención de Ramsar agradecería recibir copia de las publicaciones que utilicen este documento como fuente.

Para más información, sírvase contactar con:

Secretaría de la Convención de Ramsar
Rue Mauverney 28
1196 Gland
Suiza
Fax: +41 22 999 0169
Correo electrónico: ramsar@ramsar.org
Sitio Web: <http://www.ramsar.org>

La fotografía de la cubierta es cortesía de la Agencia Espacial Europea.

Informe Técnico de Ramsar núm. 2

La utilización de programas y datos de SIG de bajo costo para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales

John Lowry

Índice

Prólogo	iv
Resumen	iv
1. Antecedentes e introducción	1
¿Qué son los Sistemas de Información Geográfica?	1
La cuestión de la escala	3
¿Qué es un SIG de “bajo costo”?	4
2. Utilización de los SIG de bajo costo para el inventario de humedales	4
3. Utilización de los SIG de bajo costo para la evaluación de humedales	5
4. Utilización de los SIG de bajo costo para el monitoreo y la vigilancia	7
5. Productos disponibles de SIG de sobremesa de bajo costo	8
6. Gestión de datos para aplicaciones de SIG	8
7. Otras aplicaciones de los SIG de bajo costo - redes de SIG	9
8. Criterios de selección para programas y datos de SIG de bajo costo	11
9. Obras citadas y bibliografía complementaria	12
Apéndice 1. Selección de visores de datos gratuitos o de bajo costo	13
Apéndice 2. Selección de conjuntos de datos de bajo costo	15
Apéndice 3. Examen de productos de SIG de ESRI	15

Prólogo

En la primera reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención de Ramsar, celebrada en 1980, y periódicamente desde entonces, las Partes Contratantes han reconocido la necesidad de realizar inventarios de humedales para sus planes de uso racional de los humedales en sus territorios. En los últimos años, las Partes han adoptado orientaciones detalladas destinadas a la preparación de inventarios de humedales, que se han elaborado a partir de un examen general del inventario de humedales y se basan en un taller, que desempeñó un papel fundamental, que tuvo lugar durante la Segunda Conferencia Internacional sobre los Humedales y el Desarrollo, celebrada en Dakar (Senegal) en 1999. El Grupo de Examen Científico y Técnico (GECT) cada vez ha dedicado más esfuerzos a brindar, a los encargados de la adopción de decisiones y a los administradores, asesoramiento práctico acerca de las funciones que ejercen el inventario, la evaluación y el monitoreo para mantener las características ecológicas de los sitios Ramsar y otros humedales. Esta labor tuvo su colofón en noviembre de 2005, en la novena reunión de la Conferencia de las Partes, con la aceptación de un marco integrado para el inventario, evaluación y monitoreo de humedales.

Todas esas tendencias seguidas en la elaboración del conjunto de orientaciones de la Convención para las Partes han visto allanado el camino gracias a la moderna evolución del software, el hardware, y los procedimientos de manejo de los datos de los sistemas de información geográfica (SIG), y especialmente a unos costos que están al alcance de una amplia gama de profesionales.

En el presente informe, John Lowry, Oficial a cargo de los SIG en eriss, Environmental Research Institute of the Supervising Scientist de Australia, ofrece una visión general de la disponibilidad y los usos actuales de los datos de SIG y analiza los productos de software más conocidos, en particular los que presentan mayores ventajas para las Partes y no exigen contar con grandes recursos de fondos y personal. Así pues, la información suministrada supone un complemento muy útil tanto para las distintas clases de lineamientos que ya ha adoptado la COP como para los que actualmente se están elaborando.

El valor de los SIG y los sistemas de teledetección para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales es cada vez más patente en muchos casos prácticos en todo el planeta. Este informe sirve de complemento a los esfuerzos encaminados a concienciar acerca de esta tecnología y ponerla en conocimiento de un mayor abanico de posibles usuarios y beneficiarios que trabajan por garantizar el uso racional y el mantenimiento de las características ecológicas de los humedales.

Heather MacKay
Presidenta del Grupo de Examen
Científico y Técnico

Max Finlayson
ex Presidente del Grupo de Examen
Científico y Técnico

Nick Davidson
Secretario General Adjunto, Secretaría
de la Convención

Resumen

Los programas y datos de los sistemas de información geográfica (SIG) de bajo costo pueden llegar a ser una herramienta sumamente valiosa para las aplicaciones de inventario, evaluación y monitoreo de humedales. En concreto, su capacidad de integrar datos provenientes de diferentes fuentes y, posteriormente, interrogar y consultar esos conjuntos de datos en un contexto espacial, puede permitir llevar a cabo tareas de manera eficiente tanto en tiempo como en costo. Las posibles aplicaciones incluyen el cálculo de la superficie total de humedales de una zona, la clasificación de los diferentes tipos de humedales y la identificación de los que están amenazados. Resulta significativo que esté aumentando la disponibilidad de conjuntos de datos de SIG de bajo costo, especialmente mediante la utilización de las tecnologías de cartografía de Internet. Además, muchos organismos gubernamentales y custodios de datos están incrementando o simplificando los procesos para la adquisición de datos.

Sin embargo, los futuros usuarios de los SIG deberían conocer varios problemas y limitaciones asociados a la utilización de los programas y los datos antes de comenzar cualquier proyecto que emplee productos de estos sistemas, entre los que caben destacar los problemas relacionados con la escala a la que se pueden emplear los conjuntos de datos y con la naturaleza y el carácter de los datos representados. Respecto de este último caso, por ejemplo, un conjunto de datos de un humedal puede que no refleje la gama completa de características temporales del humedal. De forma similar, la integración satisfactoria de los diferentes conjuntos de datos depende de que el usuario esté versado en conceptos como proyecciones, integridad espacial y topología, antes de aplicar cualquier función analítica. Los usuarios de los SIG también necesitan estar familiarizados con los conceptos de metadatos y gestión de los datos. La aplicación satisfactoria de los programas y datos de los SIG de bajo costo depende de los conocimientos especializados del usuario.

Los programas y datos de los SIG resultan más beneficiosos para las aplicaciones de inventario, evaluación y monitoreo de humedales cuando están integrados con datos obtenidos mediante teledetección, que proporcionan una perspectiva temporal de los cambios en el medio ambiente, y con medios para identificar o clasificar los rasgos del paisaje. Es importante tener en cuenta que la utilización de los SIG no sustituye totalmente a la necesidad de verificar sobre el terreno, ni a otros medios de validación de datos, aunque puede servir para desarrollar programas de validación más eficaces y efectivos.

1. Antecedentes e introducción

En todo el mundo cada vez se utilizan más las tecnologías de teledetección y de sistemas de información geográfica (SIG) como parte de las actividades de manejo, evaluación y monitoreo ambiental. En gran parte, esto se debe a la mayor accesibilidad de los conjuntos de datos espaciales y a la profusión de productos de teledetección y de SIG que han mejorado su integración y capacidad de consulta en el último decenio.

En reconocimiento de este mayor uso de las tecnologías de SIG y conexas, la 8ª reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención de Ramsar (COP8, Valencia, 2002) solicitó al Grupo de Examen Científico y Técnico (GECT) que, en colaboración con Wetlands International y la Secretaría de Ramsar, los organismos de teledetección y otras partes interesadas, examinara con más detenimiento la aplicación de los datos de teledetección, los SIG de bajo costo y los sistemas de clasificación para el inventario de los humedales y comunicara sus conclusiones a la COP9 (Resolución VIII.6), como parte de su labor de mejorar el conjunto de orientaciones que se ponen a disposición de las Partes Contratantes sobre los temas de inventario, evaluación y monitoreo de humedales.

Como respuesta, John Lowry del Environmental Research Institute of the Supervising Scientist (*eriss*) ha elaborado para el GECT el estudio y las orientaciones presentes. En ellos, se proporciona una introducción general a las cuestiones relativas a los SIG, su aplicación tanto para el inventario de humedales como para su evaluación y monitoreo, así como para otras aplicaciones, de modo que abarquen el ámbito completo del proyecto de marco integrado para el inventario, evaluación y monitoreo de humedales que el GECT está elaborando simultáneamente (COP9 Resolución IX.1 Anexo E). En el estudio se esbozan posteriormente las cuestiones relativas a la gestión de los datos y se proporcionan orientaciones sobre el conjunto de criterios que deberían aplicar quienes tengan la intención de utilizar los SIG para la gestión de datos y el manejo de humedales. Asimismo, se proporciona información sobre el software de visores de datos y productos de SIG de bajo costo disponibles, poniendo especial atención en el conjunto de productos desarrollados por ESRI (Environmental Systems Research Institute), que tienen un uso cada vez más extendido.

El inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales requieren diferentes tipos de información en función de las necesidades. Si bien las tres activi-

dades están relacionadas, y son recomendables los enfoques multiescalas con diferentes escalas geográficas, todas se basan en la utilización de fuentes de datos muy diversas. Existen varias iniciativas que han tratado o están tratando la utilización de la teledetección y los SIG para aplicaciones relativas a los humedales. Por ejemplo, el Inventario de los Humedales de Asia recomienda un enfoque jerárquico basado en mapas, con cuatro niveles de detalle relacionados con la escala del mapa que se incluyen dentro de un modelo de SIG normalizado.

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio está estudiando la condición, el estado y las tendencias de los ecosistemas mundiales, incluidos los humedales (Finlayson 2005) y las aplicaciones de la teledetección (DeFries & Pagiola 2005). El proyecto Servicios de cumplimiento de tratados utilizando la observación terrestre (TESEO) de la Agencia Espacial Europea ha evaluado la utilización de la teledetección para el inventario, evaluación, monitoreo de humedales y el manejo de los sitios, y se están llevando a cabo más actividades en esa esfera en varios sitios Ramsar a través de su proyecto GlobWetland.

¿Qué son los Sistemas de Información Geográfica?

Los SIG son sistemas destinados a la gestión, el análisis y la presentación del conocimiento geográfico, que se representa por medio de una serie de conjuntos de información. Los conjuntos de información incluyen conjuntos de datos geográficos (archivos y bases de datos de información geográfica –características, redes, topologías, terrenos, estudios y atributos); colecciones de procedimientos de geoprocésamiento para automatizar y repetir numerosas tareas y para el análisis; y metadatos.

La conservación, la restauración y el manejo de humedales exigen conocer las relaciones funcionales de los humedales y los componentes fundamentales de los suelos, la altitud, la hidrología, las plantas hidrófitas y los factores que influyen como el clima, la vida silvestre y las intervenciones humanas. Los SIG pueden representar espacialmente todos estos componentes, recopilar y almacenar datos, analizar, recuperar información, y también actualizar, consultar, filtrar, ordenar, mostrar y utilizar esa información para determinar pautas y relaciones mediante superposiciones de temas.

Es importante que desde el principio los futuros usuarios de estos sistemas identifiquen cuáles son sus requerimientos y capacidades y qué esperan

conseguir con su uso, lo que les ayudará a evaluar el nivel de software de SIG que necesitan y así seleccionar los paquetes específicos comercialmente disponibles. Los criterios que se proporcionan en la sección 9 tienen por objeto ayudar a los usuarios a realizar esas elecciones.

La mayoría de los paquetes de software de SIG actualmente en funcionamiento o bien utilizan el sistema operativo MS Windows o, como mínimo, una interfaz de usuario gráfica básica al estilo de Windows. Por consiguiente, las funciones y herramientas de muchos paquetes son similares.

La mayoría de los SIG ofrecen ahora varios grados de funcionalidad para los dos tipos básicos de datos espaciales o de "mapa":

- i) tipos de objetos discretos de datos (también conocidos como datos 'vectoriales') y
- ii) formas continuas o en malla de datos (conocidos como datos 'raster').

Utilizando los datos 'vectoriales', en los conjuntos de datos las características, como las ubicaciones de

las muestras, pueden representarse como puntos, los ríos o carreteras como líneas y las comunidades vegetales como polígonos. Las imágenes de teledetección (fotografías aéreas, imágenes por satélite) y los modelos de altitud digitales son ejemplos de conjuntos de datos raster que se utilizan comúnmente en los SIG.

El software SIG puede clasificarse en tres grandes categorías, dependiendo de su potencia, complejidad y costo:

- i) **Visor o lector de datos:** presenta y muestra los datos de forma básica y tiene una capacidad limitada de consulta y análisis de los datos (generalmente cuesta menos de 1.000 dólares EE.UU. y a menudo puede obtenerse gratuitamente);
- ii) **SIG de sobremesa:** permite la integración de los datos, su recopilación, edición, consulta y análisis (los precios de los modelos básicos de distintos paquetes varían normalmente entre 500 y 3.000 dólares EE.UU.; y
- iii) **Estación de trabajo** (alta gama): tiene capacidad para el modelado, la edición y el análisis avanzados de los conjuntos de datos (el costo de los SIG

Cuadro 1. Características de los diferentes tipos de SIG

Características	Visores de datos para SIG	SIG de sobremesa	SIG de alta gama
Hardware informático necesario	Computadora personal de sobremesa. Algunos pueden funcionar desde un disco compacto simple, sin instalar software adicional en el propio ordenador	Computadora personal de sobremesa; impresora de color	Estación de trabajo (más potente que una computadora personal normal) y con frecuencia un servidor independiente de base de datos; hardware de digitalización; impresora o trazador de alta gama
Costo aproximado para el primer usuario de una organización	Gratuito o bajo costo	100 a 1.500 dólares EE.UU. (del año 2000)	Más de 15.000 dólares EE.UU. (del año 2000)
Usuarios principales	Empleados sin calificación en SIG, público en general	Especialistas en SIG a tiempo completo o parcial, a menudo en pequeñas organizaciones, y no especialistas (para aplicaciones personalizadas a partir de software estándar)	Especialistas en SIG a tiempo completo
Usos principales	Consulta y presentación de determinados conjuntos de datos que suministran organismos públicos u otras organizaciones, algunas veces incluso empresas de software. Normalmente los usuarios no pueden personalizarlos más o aceptar más datos	Gestión de base de datos, consultas y presentación –a menudo en el nivel de proyectos	Desarrollo integral de datos y aplicaciones, análisis estadísticos, producción de mapas de alta calidad. A menudo en toda la empresa o sobre una red

para una estación de trabajo con un conjunto completo de extensiones y complementos de software SIG puede superar los 15.000 dólares EE.UU.).

Desgraciadamente, no siempre existe una correlación entre el precio y la capacidad/funcionalidad del sistema o la facilidad de uso. De hecho, esta facilidad de uso puede variar desde sencilla a incomprensiblemente complicada, independientemente del nivel de software que se utilice.

Dentro de cada una de las tres categorías existe una gran variedad de tipos diferentes de paquetes de SIG, cada uno adaptado a determinados usos, usuarios y presupuestos. En el cuadro 1 se resumen las características generales de estas categorías (gama de precios, requisitos de hardware y software, conocimientos especializados necesarios por parte del usuario y posibles aplicaciones). No se proporcionan los precios de los paquetes de software concretos, ya que los precios varían de país en país, y el precio del software puede variar según la fluctuación del valor de la moneda local frente al dólar estadounidense. La mayoría de las empresas de software ofrecen reducciones importantes por el uso sin ánimo de lucro, para fines educativos, por cantidad y otros motivos, que deberían estudiarse según cada caso.

Los desarrollos recientes en informática –crecimiento de Internet, avances en la tecnología de sistemas de gestión de bases de datos (SGBD), programación orientada a objetos e informática móvil– han provocado que los SIG tengan una imagen y función en continuo cambio (ESRI 2004), unos avances que últimamente se han encaminado hacia la centralización del software de SIG en servidores de aplicación y servidores Web para prestar los servicios sobre redes a cualquier número de usuarios (figura 1). Se pueden incluir y distribuir conjuntos especializados de lógica de SIG en aplicaciones personalizadas. Y cada vez en mayor medida, los SIG se instalan en dispositivos móviles (ordenadores de sobremesa y de mano) para aplicaciones de SIG sobre el terreno.

Cabe hacer hincapié en que la calidad y la utilidad de los productos elaborados mediante SIG resultarán afectadas tanto por la calidad de los datos como por la calidad y los conocimientos técnicos del personal que los produce. Se debería prestar especial atención a garantizar la calidad y la competencia en ambos aspectos.

Asimismo también se debería tener presente la infraestructura necesaria para utilizar los SIG. En concreto, el computador en el que se instale el programa de SIG, y en el que se generen y almacenen los datos, debería tener suficiente capacidad para ejecutar el programa

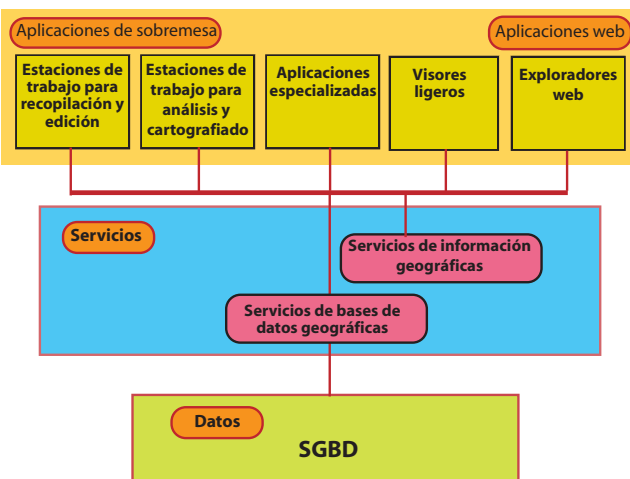


Figura 1. Aplicación de servicios de SIG mediante servidores Web

así como para abrir y ver los datos sin que ello ralentice o dificulte su funcionamiento. Es importante comprender que la creación, el manejo y el análisis de algunos conjuntos de datos –en particular, datos de imagen o raster– requieren mucho espacio en el disco duro, además de capacidad de procesamiento en el computador, tanto para abrir y ver los propios datos reales como para tratar los archivos temporales que pueden crearse durante el análisis o la manipulación de los datos.

La cuestión de la escala

Normalmente, la mayoría de los conjuntos de datos de SIG se crean teniendo en cuenta que se destinarán a una aplicación específica: ya sea la representación de ríos, comunidades de vegetación, lagos o zonas sujetas a inundaciones. Es importante comprender que esos conjuntos de datos tienen por objeto utilizarse en una gama de escalas especificada.

La escala a la que se ha creado el conjunto de datos es reflejo del uso que se le pretende dar. Por ejemplo, las características del drenaje que se han recopilado a una escala nominal de 1:1.000.000 generalmente tienen por objeto utilizarse a una escala amplia y, por consiguiente, no deberían utilizarse a escala local o de sitio. La exactitud y utilidad de las características principales de los datos, como su posición, área y forma, se verán comprometidas si se aplican a una escala inadecuada, lo que provocará errores, inexactitudes o interpretaciones erróneas de las características representadas. De igual modo, los datos recopilados a una escala local (por ejemplo, 1:100.000 - 1:250.000) o pequeña (por ejemplo, <1:50.000) resultarían inadecuados para aplicaciones a grandes escalas, dado que el nivel de detalle es demasiado grande para representarlo de forma clara y útil.

Por consiguiente, se debería prestar gran atención al establecimiento de la escala que resulte más apropiada para la creación o la recopilación de los datos. Un factor fundamental que se debería considerar es el uso o la aplicación de los datos, ya sea a escala local, regional o a gran escala.

¿Qué es un SIG de “bajo costo”?

A los efectos de estas orientaciones, el SIG de “bajo costo” hace referencia simplemente al costo de adquisición del software y los datos. En este contexto, el software SIG de bajo costo se refiere específicamente a aquellos paquetes de software que entran dentro de las categorías de visores o lectores de datos, o SIG de sobremesa. El ‘bajo costo’ no incluye ni los problemas ni los costos derivados de la facilidad del uso del software, ni la capacitación necesaria del personal, ni tampoco el costo del soporte anual del software. Es importante tener presente que aunque el desembolso financiero inicial para el software pueda ser bajo, la inversión total en cuestión de capacitación y apoyo técnico necesarios puede superarlo considerablemente. De manera similar, los datos de bajo costo se refieren al costo de la adquisición de éstos, más que a los procesos o costos involucrados en su creación. Los datos de bajo costo generalmente están disponibles en una escala espacial grande (general). Los datos de escala más detallada, salvo excepciones, no se encuentran aún de manera general en un régimen de bajo costo.

Por lo tanto, debe hacerse hincapié en que cualquier organismo u organización que vaya a adquirir software o datos de SIG de bajo costo debería tener suficientes recursos para capacitación, soporte y adquisición de datos, además de los fondos necesarios para adquirir el software y los conjuntos de datos iniciales.

A pesar de los rápidos avances y mejoras en el software de los SIG y en la disponibilidad de datos, aún existen varias limitaciones significativas para la aplicación del software y los datos al inventario, la evaluación y el monitoreo de los humedales. Las limitaciones principales son la capacitación inadecuada en la utilización del software de los SIG y en la aplicación de los conjuntos de datos específicos.

La creación y el mantenimiento de los metadatos (información relativa a los conjuntos de datos) son fundamentales para superar ambas limitaciones, ya que describen el conjunto de datos –incluida la escala a la que se crearon los datos, la fiabilidad del conjunto de datos (incluidas las escalas a las que se pueden aplicar con fiabilidad) y los métodos utilizados para su creación. Esta información en manos de un usuario

competente debería impedir que la información se utilizara incorrectamente o se malinterpretara.

2. Utilización de los SIG de bajo costo para el inventario de humedales

El reconocimiento cada vez mayor de la importancia de los ecosistemas de humedales para la salud económica y ambiental de la sociedad ha estimulado un renovado interés por identificar la distribución, las características y la extensión de los humedales. De manera significativa, la Convención de Ramsar sobre los Humedales ha apoyado el desarrollo de inventarios nacionales de humedales (Ramsar, 1996) y ha solicitado a todas las Partes Contratantes que reúnan conjuntos de información apropiados. Aunque en un examen mundial del inventario de humedales que se llevó a cabo para la Convención de Ramsar (Finlayson & Spiers, 1999) se identificó la cantidad de información disponible sobre el inventario de humedales en cada región de Ramsar, también se señalaron grandes deficiencias en el conocimiento de la distribución de los humedales y sobre la manera y los métodos que se utilizaron para reunir esa información.

Ese informe (*Examen global de los recursos de los humedales y prioridades de los inventarios de humedales – GroWI*) también contenía recomendaciones sobre la necesidad de mejorar la precisión de la cuantificación y descripción de los recursos mundiales de humedales, así como de proporcionar la información básica o central que se precisa para manejar humedales. En él se recomendaba que los inventarios nacionales sobre humedales se centraran primero en describir la ubicación y extensión de cada humedal importante, como medida preliminar para recoger más información con vistas al manejo. Para ello, se consideraba esencial utilizar protocolos normalizados para recoger, compilar y almacenar datos que incluyeran el empleo de técnicas y tecnologías relativamente recientes de recopilación y almacenamiento de información espacial (por ejemplo, datos de teledetección y sistemas de información geográfica - SIG), así como disponer de una base de metadatos nacional centralizada.

En respuesta, y como medida para ayudar a los países a mejorar la calidad y extensión del inventario de humedales, la Convención de Ramsar aprobó en 2002 el “Marco de Ramsar para el Inventario de Humedales” (Resolución VIII.6 de la COP8). Ese marco, y algunas metodologías de inventario que se desarrollaron posteriormente, como el Inventario de Humedales de Asia, recomiendan un enfoque jerárquico de escalas espaciales para el inventario (figura 2) y pone un considerable énfasis en el empleo apropiado de las tecnologías de teledetección y de SIG en el inventario de los humedales (Finlayson 1999, 2002).

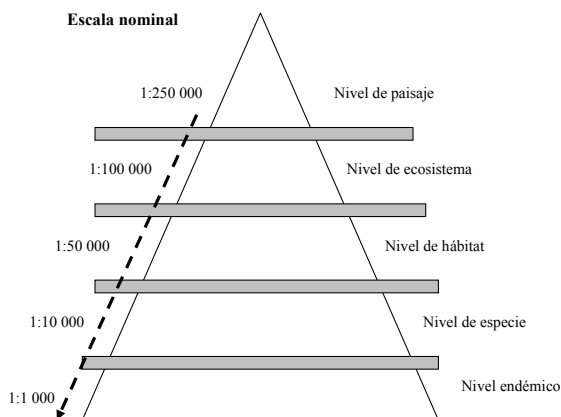


Figura 2. Marco jerárquico para el inventario de humedales

Si bien Finlayson y Spiers (1999) señalaron la ausencia o indisponibilidad de información sobre humedales para gran parte del mundo, es importante indicar que en muchos países los organismos, instituciones y organizaciones privadas nacionales durante muchos años han cartografiado, cotejado y recopilado otros conjuntos de datos –por ejemplo, suelos, topografía, drenaje. Estos conjuntos de datos, cada vez más asequibles en múltiples escalas, pueden utilizarse como apoyo del inventario de humedales a escala nacional, regional o de subcuenca. Mucha de esa información se encuentra ahora disponible a costo simbólico (o incluso completamente gratuita) gracias al desarrollo de Internet, que ha desempeñado una función clave en el desarrollo de los conjuntos de datos de SIG de bajo costo.

Igualmente importante ha sido el aumento de la gama de paquetes de SIG de sobremesa, así como la creciente adopción de tecnología de SIG de sobremesa por parte de los organismos de manejo de los recursos naturales. Otro desarrollo significativo ha sido la integración en el software de los SIG de las capacidades de cartografía y de servidor de Internet, que permiten crear conjuntos de datos espaciales y luego presentarlos o distribuirlos rápidamente mediante Internet.

A pesar de los avances en el uso e integración de las tecnologías de SIG basadas en Internet, aún quedan por resolver varios problemas importantes que afectan a la distribución y disponibilidad de los conjuntos de datos. Entre ellos se incluyen las políticas de precios incoherentes y variables que se aplican a los conjuntos de datos (tanto dentro de las naciones como entre ellas) así como los derechos de autor o las restricciones sobre la distribución de los conjuntos de datos. Afortunadamente, están cambiando las actitudes en la comunidad que se ocupa de los datos

espaciales y puede que eso ya no sea un problema en el futuro.

Los SIG pueden utilizarse para integrar conjuntos de datos a fin de crear otros. Por ejemplo, los conjuntos de datos sobre drenaje (características lineales) pueden integrarse con características poligonales, para representar la extensión de humedales de una zona. O bien estos conjuntos de datos pueden utilizarse como sustitutos de los específicos sobre humedales para representar la extensión de los mismos. Los conjuntos de datos pueden clasificarse de acuerdo con el tipo de característica, por ejemplo, tierra inundable, pantano, etc. (Lowry y Finlayson, 2004); o consultarse por los atributos, tales como las características de anegación de los suelos (por ejemplo, Begg y otros, 2001). En el recuadro 1 se muestra un ejemplo de estudio de caso de este enfoque.

Con el aumento del empleo de los SIG también se ha producido un aumento de la cantidad de datos generados. Muchos de ellos están ahora disponibles para su distribución, a través de Internet, o solicitándolos al custodio de los datos, a un costo mínimo o incluso nulo.

En el apéndice 2 figura una lista de direcciones URL/Internet que contienen conjuntos de datos de bajo costo. Sin embargo, aunque ahora ya se pueden encontrar muchos datos por medio de Internet, no todos están disponibles a bajo o ningún costo. Éste es el caso particular de los conjuntos de datos necesarios para una cartografía más detallada de los humedales (como los niveles de hábitat o de especies mostrados en la figura 2). El costo de la adquisición de datos puede variar desde un costo simbólico de entrega (por ejemplo, el costo de un CD más unos gastos de administración) hasta un intento de reclamar los costos de la creación de los datos. Por lo tanto, al iniciar una labor de inventario de humedales utilizando tecnología SIG es muy importante reservar fondos adecuados para la compra de los datos, especialmente si se emplea un enfoque jerárquico con múltiples escalas. El costo de adquisición de imágenes de teledetección, si se efectúa sobre una base temporal y a múltiples escalas, es probable que supere al costo de adquisición inicial del software de los SIG.

3. Utilización de los SIG de bajo costo para la evaluación de humedales

Las tecnologías de los SIG y de la teledetección proporcionan un entorno en el que se puede llevar a cabo eficazmente la evaluación de los humedales. Sin embargo, es importante comprender que la gama específica de aplicaciones que se pueden realizar depende en gran parte del software utilizado y de los datos disponibles. Las tareas de evaluación

Recuadro 1. Uso de SIG para cartografiar los humedales del Territorio Septentrional de Australia mediante el empleo de datos agregados de suelos y topografía

Como parte de una evaluación más amplia de los requisitos de flujo ambiental se llevó a cabo un inventario y una evaluación del riesgo en los humedales de la cuenca de Daly (19.382 km²) en el Territorio Septentrional de Australia (Begg et al. 2001; Erskine et al. 2003; Begg & Lowry 2003). Se empleó un SIG de sobremesa para reunir, consultar y analizar los datos de suelos y topográficos recogidos previamente con el objeto de analizar la capacidad de las tierras. Los datos agregados se utilizaron como sustitutos para cartografiar la distribución de los humedales de la cuenca de Daly.

Las unidades territoriales cartografiadas se constituyeron por áreas individuales en las que el suelo, la vegetación y la geomorfología mostraban una pauta uniforme sobre las fotografías aéreas. Los rasgos de los humedales cartografiados se clasificaron utilizando como base la geomorfología y el régimen hídrico y, para ayudar en el proceso de clasificación, se llevaron a cabo un ejercicio de verificación sobre el terreno y un estudio aéreo a bajo nivel de toda la cuenca. En la figura 3 se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos mediante este proceso.

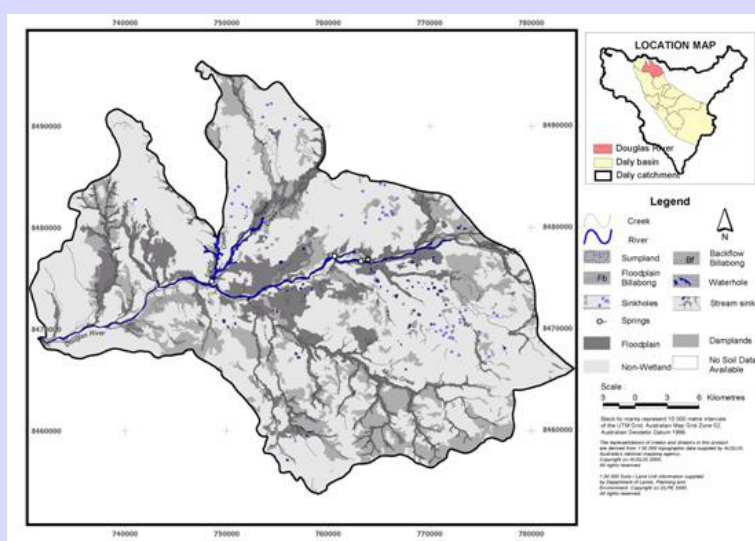


Figura 3. Distribución de los humedales en la zona de captación del río Douglas de la cuenca de Daly

Este ejercicio demostró el valor de cartografiar humedales utilizando datos de suelos y drenaje existentes como datos sustitutivos. Teniendo en cuenta que antes de que se pensara en combinar estos datos se desconocía virtualmente la ubicación de los humedales de la cuenca de Daly, el análisis, que se realizó sin ningún costo añadido, ha supuesto un avance importante para proporcionar dicha información.

simples, por ejemplo superponer varios conjuntos de datos, pueden llevarse a cabo utilizando un visor de datos adquirido sin ningún costo. Sin embargo, las tareas de mayor nivel como la evaluación del riesgo ecológico, la creación de modelos o el análisis espacial requieren de un programa de SIG de sobremesa de mayor capacidad.

Los SIG y la teledetección desempeñan una función clave en la evaluación de los humedales, tal como se expresa en el marco para evaluar el riesgo en humedales de la Convención de Ramsar (figura 4), elaborado por van Dam y otros (1999), y aprobado como Resolución VII.10 de la COP7 de Ramsar. Aunque pueden emplearse técnicas de SIG en cualquier etapa del modelo, éstas son particularmente útiles para identificar el alcance del prob-

lema y la magnitud del riesgo. Pueden emplearse la teledetección y los SIG combinados para ayudar a monitorear la eficacia de las técnicas de manejo y reducción del riesgo. Concretamente, la capacidad de integrar y superponer múltiples capas de datos sobre una zona de interés, que se puedan modelar, consultar y analizar para probar y determinar el impacto y la magnitud de un determinado riesgo, proporciona una herramienta particularmente poderosa a los administradores de humedales que llevan a cabo su evaluación. Por ejemplo, utilizando estas técnicas de SIG, Begg y otros (2001) fueron capaces de realizar, de forma eficaz y económica, una evaluación preliminar de los riesgos en los humedales de la cuenca de Daly en el Territorio Septentrional de Australia, una superficie de alrededor de 20.000 km².

4. Utilización de los SIG de bajo costo para el monitoreo y la vigilancia

Gracias a la integración de tecnologías de teledetección y de SIG, los administradores de los humedales disponen de un conjunto de herramientas poderosas, efectivas y eficaces en función de los costos para el monitoreo y la vigilancia de los humedales. Cada vez se dispone de más tecnologías nuevas de teledetección con mejores resoluciones espaciales, espectrales y temporales. Al mismo tiempo, están disminuyendo los costos de la adquisición de imágenes, especialmente las de escalas más antiguas y más amplias. Ahora se empiezan a encontrar datos a partir de fuentes diversas: por ejemplo, véanse Johnston y Barson, 1993; Hess y Melack, 1994; Taylor y otros, 1995; Sahagian y Melack, 1997, y Srivasta y otros, 2002.

Al igual que con los datos de SIG, ahora se pueden descargar de Internet muchos conjuntos de datos de teledetección a un costo insignificante. La gama de datos de teledetección disponibles actualmente permite aplicar un enfoque jerárquico al monitoreo (a escalas espaciales parecidas a las preconizadas para el inventario de humedales), con conjuntos o tipos de datos diferentes para cada escala espacial. Tras haber cartografiado o clasificado la superficie del humedal o alguna condición mediante el software de teledetección, el resultado se puede almacenar en un SIG como un conjunto de datos vectoriales. Una vez en un entorno de SIG, es posible monitorear los cambios ambientales en el área de interés y relacionarlos con otros conjuntos de datos de características disponibles en el SIG, tales como los de infraestructura y clima, y de drenaje.

Una ventaja adicional de integrar los SIG y la teledetección es que los conjuntos de datos auxiliares que se tengan en el SIG (por ejemplo, las características registradas del agua del suelo) podrían utilizarse para ayudar a clasificar las características del humedal en la imagen obtenida por teledetección.

La principal ventaja de integrar la teledetección y los SIG es que permite responder a una gran variedad de cuestiones relativas al monitoreo y la vigilancia del humedal. Las posibilidades de aplicación son casi ilimitadas y sólo dependen de los criterios de estudio. Las cuestiones podrían incluir:

- 1) ¿Dónde desaparecen o disminuyen los humedales?

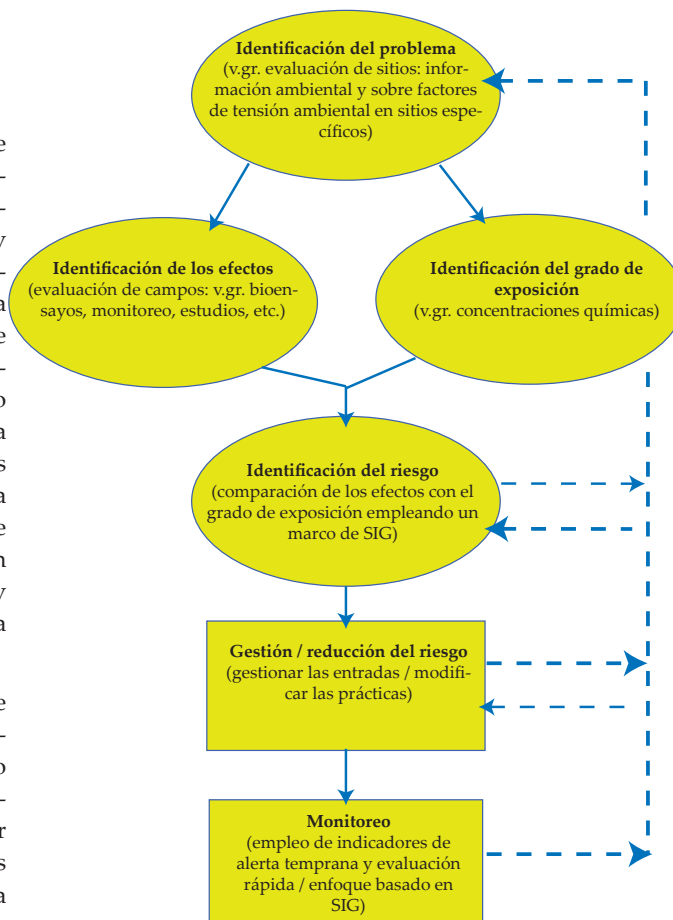


Figura 4. Modelo de evaluación de los riesgos en humedales (de van Dam y otros, 1999)

- 2) ¿A qué velocidad se están destruyendo los humedales?
- 3) ¿Dónde se encuentran los humedales que quedan?
- 4) ¿Son significativos los deterioros de los humedales?
- 5) ¿Qué zonas permanecen inundadas a lo largo de todo el año?
- 6) ¿Qué sitios son prioritarios para restauración?
- 7) ¿Existe alguna especie en peligro situada en el ecosistema de los humedales?, y si es así, ¿dónde se encuentra?

Los SIG de bajo costo constituyen una herramienta valiosa como apoyo del monitoreo de los impactos ambientales en los humedales, por ejemplo para cartografiar a lo largo del tiempo los cambios en la distribución de las malas hierbas acuáticas exóticas, y ayudan a la interpretación de esa información. Los análisis podrían incluir zonas de medición mediante polígonos de vectores, determinación de áreas de amortiguación y distancias, determinación de elementos de intersección en los mapas, distribución o diversidad de especies, ubicación de hábitat, modelado de flujos de agua, designación de zonas sus-

ceptibles de inundaciones o monitoreo de contaminantes. Los mapas pueden ampliarse para proporcionar detalles más explícitos de una determinada localización, siempre que se haya añadido la información en la base de datos relacional.

Entre otras posibles aplicaciones de los SIG para el monitoreo de humedales se incluye la creación de mapas de diversidad biológica y de sensibilidad ambiental mediante la aplicación de categorías que comprendan criterios específicos.

El monitoreo y la supervisión de datos para humedales se empiezan a poder realizar a partir de una variedad cada vez mayor de fuentes. Por ejemplo, la Iniciativa de Kyoto y el Carbono (http://www.eorc.nasda.go.jp/ALOS/kyoto/kyoto_index.htm) dirigida por la Agencia de Exploración Aeroespacial del Japón tiene previsto utilizar sensores de radar en satélites para producir una serie de conjuntos de datos que puedan utilizarse para cartografiar y monitorear las características de los humedales. Entre los productos planificados que podrían utilizarse en un SIG de bajo costo se incluyen conjuntos de datos que representen las características de inundación espacio-temporales de los humedales; y conjuntos de datos que identifiquen los impactos y efectos de las perturbaciones en el medio ambiente de los humedales.

Puede consultar otros sitios Web relativos al monitoreo y la vigilancia de humedales en:

http://maphost.dfg.ca.gov/wetlands/metadata/wet_met.htm

<http://www.jacksonbottom.org/wetlandsmonitoring.htm>

<http://home.thezone.net/~kyake/Sites/intro.htm>

5. Productos disponibles de SIG de sobremesa de bajo costo

Aunque actualmente se puede disponer de muchos SIG de bajo costo, cada vez se utilizan más los que ESRI desarrolla. En la actualidad ESRI tiene cuatro productos (dos lectores de datos, ArcExplorer y ArcReader, y dos paquetes de SIG de sobremesa, ArcView 3.* y ArcView 9.*) que pueden considerarse de bajo costo. Se podría decir que ESRI es el líder, tanto por la masiva adopción de sus productos, como por su influencia en el desarrollo y aplicación de nuevos conceptos y características en los SIG. En el apéndice 3 se proporciona una evaluación de los aspectos de estos sistemas de ESRI en relación con el nivel de conocimientos técnicos que los operadores de los diferentes paquetes necesitan, la facilidad de uso de los paquetes, las capacidades y características y los requisitos de hardware y sistema operativo.

Para más información sobre otros SIG de sobremesa, véanse los siguientes sitios Web:

<http://www.icls.harvard.edu/GIS/MGMT5.HTM>

<http://www.gisportal.com/gis3l.htm>

<http://www.freegis.org/>

http://www.mapcruzin.com/free_gis.htm

Es importante destacar que continuamente se están mejorando las prestaciones de los productos de SIG de sobremesa, así como las de los ordenadores de sobremesa sobre los que funcionan. Cada vez un mayor número de usuarios dispone de capacidad para realizar análisis espaciales complicados y producir mapas espectaculares.

6. Gestión de datos para aplicaciones de SIG

La expansión del uso de los productos y conjuntos de datos de SIG ha permitido a muchas organizaciones individuales producir sus propios conjuntos de datos. Al mismo tiempo, existe un amplio reconocimiento de que a menudo es más barato y eficaz abastecerse de tablas y capas de datos de terceras partes. Para sacar el máximo rendimiento de los SIG, es necesario que en ambos enfoques, independientemente de que los datos se generen localmente o se adquieran y compartan entre varios usuarios, se establezcan mecanismos de gestión de los datos eficaces y efectivos.

El variado carácter de los usos y aplicaciones de los SIG tiene muchas implicaciones para la gestión de los datos y la interoperabilidad entre las distintas organizaciones y sistemas de SIG. Éstas van desde garantizar que los archivos se mantengan en un formato compatible (de manera que se puedan importar o exportar fácilmente) hasta utilizar datum y sistemas de proyección normalizados. Para mantener los formatos compatibles, las versiones recientes de software han conseguido que sea más fácil integrar datos de fuentes diferentes, incluso de otros paquetes de software propietarios. Sin embargo, resultaría ventajoso que todos los datos se almacenasen y mantuviesen en un formato común fácilmente accesible. Respecto de los sistemas de proyección y los datum, el problema se podría abordar garantizando que todos los colaboradores comprendieran cuáles son los que mejor se adaptan a sus respectivas áreas de interés. También debe considerarse utilizar procedimientos normalizados en la creación y denominación de los conjuntos de datos, aunque sólo sea garantizando que los nombres de los archivos no excedan una longitud determinada (por ejemplo, ocho caracteres) o no contengan caracteres no normalizados que los haga ilegibles para algunos programas de software.

Los formatos de datos de los SIG son más complicados que muchos otros tipos de documentos tradicionalmente utilizados en computadoras personales. Normalmente se utilizan varios archivos independientes para almacenar la información de un solo conjunto de objetos de SIG. Por ejemplo, el formato *shapefile* de ArcView se compone, como mínimo, de tres archivos independientes (identificados por las extensiones *.shp, *.shx, y *.dbf). La gestión de los datos de los SIG puede resultar compleja, especialmente cuando se utilizan ciertos tipos de software más antiguos o éstos no reconocen plenamente la naturaleza de los archivos con los que trabajan.

Uno de los elementos clave de la gestión de los datos es la creación y el mantenimiento de los metadatos. Los metadatos documentan la historia, metodología, precisión e integridad de los conjuntos de datos, a la vez que proporcionan una descripción de los mismos. No ha de olvidarse que la Convención de Ramsar, mediante la Resolución VIII.6 de la COP8, ha adoptado un marco de referencia de metadatos para el inventario de humedales que utiliza como base elementos de metadatos reconocidos internacionalmente (Finlayson 1999; Lowry, 2002). Como ya se ha constatado, una de las características principales de ArcView 9.1 es la capacidad de crear, editar, ver y modificar registros de metadatos de los conjuntos de datos. Los registros de metadatos creados en ArcView cumplen la norma de 1998 del Federal Geographic Data Committee (FGDC) de Estados Unidos para metadatos geoespaciales.

La mejor manera de tratar cada una de estas cuestiones de la gestión de datos es asegurando que todos los usuarios y productores de SIG tengan una capacitación adecuada, tanto en el funcionamiento del software como en los protocolos que acompañan el uso y la aplicación de los conjuntos de datos espaciales.

Es esencial la colaboración entre los usuarios de SIG. También es fundamental para el éxito de cualquier SIG la observancia de las normas de la industria y las prácticas de los SIG normalmente adoptadas. Los SIG deben funcionar según las normas principales y ser capaces de adaptarse y cambiar a medida que se adopten nuevas normas. La creación y distribución de metadatos para cada conjunto de datos proporciona la base para tratar esas cuestiones.

7. Otras aplicaciones de los SIG de bajo costo - redes de SIG

Tradicionalmente, las imágenes o mapas temáticos impresos se han considerado el producto final de los SIG. Sin embargo, hay una tendencia creciente entre los productos de software de bajo costo a tener capacidad para distribuir y crear conjuntos de datos espaciales en Internet, permitiendo que los datos lleguen a una audiencia potencialmente mucho mayor.

Se han creado nodos de Internet, denominados “portales de catálogos de SIG”, para permitir que los usuarios de SIG se registren y descubran información geográfica para acceder a ella y utilizarla. Como consecuencia, los SIG cada vez están más conectados a la World Wide Web con miras a compartir y utilizar información. Esta idea tiene más de un decenio de existencia y se ha descrito a menudo como infraestructura de datos espaciales nacional (NSDI, National Spatial Data Infrastructure) o infraestructura de datos espaciales mundial (GSDI, Global Spatial Data Infrastructure).

En la actualidad estos conceptos son de uso general, no sólo a escala nacional y mundial, sino también dentro de los Estados y de las comunidades locales. El concepto se denomina universalmente Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).



Figura 5. Diagrama esquemático de una infraestructura de datos espaciales (IDE) que utiliza redes de SIG.



Figura 6. Interrelaciones entre los tres bloques constitutivos claves de una red de SIG

Red de SIG como aplicación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)

Un grupo organizado de sitios de usuarios publica, descubre y utiliza información geográfica compartida en la World Wide Web. Al crear una red de SIG (véase la figura 5):

- i) la inteligencia geográfica se distribuye inherentemente e integra de forma flexible, es raro que toda la información necesaria se encuentre en una sola instancia de base de datos con un solo esquema;
- ii) los usuarios de SIG cuentan entre ellos para obtener partes de sus datos; y
- iii) las redes de SIG permiten a los usuarios conectarse entre sí y compartir su conocimiento geográfico.

Los tres bloques constitutivos esenciales de una red de SIG

Para que una red de SIG sea eficaz, se precisan los tres bloques constitutivos claves (véase la figura 6) que se describen a continuación:

- i) Portales de catálogos de metadatos, donde los usuarios pueden buscar y encontrar información de SIG relacionada con sus necesidades;
- ii) nodos de SIG, donde los usuarios reúnen y publican conjuntos de información; y
- iii) usuarios de SIG, que buscan, encuentran, se conectan y utilizan servicios y datos publicados por los SIG.

Portales de catálogos de SIG

Un componente cada vez más importante de cualquier red de SIG es el portal de catálogos de SIG que cuenta con un registro de las numerosas agrupaciones de datos y conjuntos de información. Varios usuarios de los SIG funcionan como custodios de datos que reúnen y publican sus conjuntos de datos para compartirlos con otras organizaciones y registran sus conjuntos de información en un portal de catálogos. Al buscar en uno de estos portales, otros usuarios pueden encontrar los conjuntos de información deseados y conectarse a los mismos.

El portal de catálogos es un sitio Web donde los usuarios pueden buscar, y encontrar, información relacionada con sus necesidades, lo que depende de que exista una red de servicios publicados de datos de SIG, mapas y metadatos. Mediante tal sistema, se pueden buscar los datos y servicios de SIG documentados en los registros de catálogos de un portal de catálogos con el fin de encontrar candidatos para su uso en aplicaciones específicas de SIG. Así, un catálogo de SIG puede hacer referencia a agrupaciones de datos contenidos tanto en este sitio como en otros. Un conjunto de nodos disponibles de catálogos forman una red, una IDE.

Periódicamente, los sitios de portal de catálogos de SIG pueden reunir los catálogos de un conjunto de sitios participantes para publicar un solo catálogo de SIG central.

Un ejemplo de portal de catálogos de SIG es el portal del Gobierno de los Estados Unidos “Geospatial One-Stop” (www.geodata.gov). Este portal progresivamente facilitará, agilizará y abaratará al gobierno, a todos los niveles, y al público el acceso a la información geográfica.

8. Criterios de selección para programas y datos de SIG de bajo costo

A menudo se necesita decidir caso por caso los criterios para seleccionar los datos y los programas. Sin embargo, en general deberían considerarse los siguientes criterios cuando se seleccionan datos de bajo costo de fuentes externas para las aplicaciones de los SIG:

- i) **Justificación.** Considerar qué es lo que se está tratando de mostrar y qué conjuntos de datos realmente se necesitan. En cuanto a estos últimos, quizás se pueda utilizar más de un conjunto de datos para representar una determinada característica, o quizás un conjunto de datos sustitutivo pueda representarla más eficazmente que el conjunto de datos específico.
- ii) **Escala.** ¿Se utiliza la escala apropiada para el nivel del estudio que se está realizando? ¿Es compatible la escala del conjunto de datos con la de otros conjuntos de datos que se estén empleando en el SIG? Por ejemplo, sería inapropiado aplicar los datos de drenaje recopilados a una escala de 1:250.000 en una escala de 1:10.000.
- iii) **Proyección y datum del conjunto de datos.** Determinar en qué datum (por ejemplo WGS84) y qué tipo de proyección (sistema de coordenadas geográficas o sistema de coordenadas basado en la proyección) se creó el conjunto de datos. ¿Se trata del mismo sistema que se utiliza actualmente y es compatible con las demás proyecciones y datums empleados por el resto de los conjuntos de datos? Aunque los programas de software son capaces de convertir los datos desde un datum y proyección a otro, es preferible que todos los conjuntos de datos utilicen el mismo datum/proyección desde el principio. En caso contrario, tener conjuntos de datos en múltiples datums y proyecciones puede producir caos y confusión a los usuarios que no estén familiarizados con estos conceptos.
- iv) **Fiabilidad.** ¿Qué métodos se emplearon en la creación del conjunto de datos? ¿Se empleó una metodología reconocida y claramente documentada en la creación del conjunto de datos? Por ejemplo, si el conjunto de datos se recopila nominalmente a una escala de 1:50.000, ¿se utilizó la densidad de muestras del proceso de recolección de datos adecuada para producir un conjunto de

datos de escala 1:50.000? Si el conjunto de datos representa la cobertura del suelo, ¿utiliza una clasificación de suelos reconocida?

- v) **Integridad.** ¿Los conjuntos de datos están espacialmente (o topológicamente) completos? es decir, ¿están los polígonos limpios y cerrados, no rebasados o sin trozos sueltos y están todos completamente caracterizados? ¿Existe un registro de metadatos para el conjunto de datos?
 - vi) **Derechos de autor, derechos de distribución y cuestiones jurídicas.** Si se piensa distribuir un conjunto de datos adquirido a partir de una tercera parte, debe analizarse una serie de cuestiones jurídicas. Se debe obtener el derecho de reproducir y distribuir cada uno de los conjuntos de datos del custodio del conjunto de datos original. Puede que sea necesario llegar a un acuerdo de licencia con el custodio del conjunto de datos, el cual estipulará los términos y condiciones asociados con el uso y distribución de los datos.
 - vii) **Costo.** Cuando los conjuntos de datos son gratuitos, puede parecer que el costo no es ningún problema. Sin embargo, muchos de los conjuntos de datos actualmente disponibles a costo simbólico o nulo tienen limitaciones significativas para su uso –por ejemplo, puede que sólo sean útiles a una escala muy amplia. Por lo tanto, puede que sea necesario comprar datos que sean más apropiados para la escala y naturaleza del estudio. En tales casos, deberán considerarse llegado el momento todos los puntos enumerados anteriormente junto con el precio.
- De manera similar, cuando se selecciona un determinado paquete de software deberían considerarse las siguientes cuestiones fundamentales:
- i) **Identificar los requisitos de software.** ¿Para qué tipo de actividad piensa utilizar el software? Si la aplicación principal del software consiste en ver los conjuntos de datos existentes, lo más apropiado sería un visor de datos. Sin embargo, si el principal uso es la creación, edición y actualización de los conjuntos de datos, la mejor opción sería un sistema de SIG de sobremesa.
 - ii) **Costo.** Dependiendo del uso que se pretenda, puede que el costo no constituya ningún problema. Por ejemplo, si sólo se piensan utilizar aplicaciones de visor de datos sencillas, se puede adquirir software gratuito sin ningún costo. Pero otros factores distintos de la cuota de adquisición inicial, como la capacitación, pueden hacer aumentar el precio del software ‘gratuito’. Si existe un conjunto específico de requisitos de análisis (por ejemplo, editar formas de polígonos, actualizar

atributos o realizar consultas), puede que sea necesario comprar el software capaz de procesar los datos. Hay que tener en cuenta, al igual que con muchos artículos de consumo, que un precio alto no siempre significa necesariamente un producto útil. Si se compra software, habría que analizar lo siguiente:

- o las capacidades del programa - ¿qué características tiene? ¿puede utilizarse para la aplicación? ¿tiene el programa capacidad de ampliación o crecimiento, permitiendo un análisis mejor o más detallado en el futuro?
- o el nivel y el carácter del servicio postventa que el fabricante proporciona al usuario; y
- o los tipos y el carácter de la capacitación requerida para aprovechar todas las prestaciones del software: si la compra del software es barata, pero la capacitación para utilizarlo es cara, puede que merezca la pena adquirir software inicialmente más caro, pero que conlleve menores costos de capacitación.

iii) Compatibilidad con otros programas de software.

Esta cuestión es particularmente importante si se produce una colaboración notable entre organizaciones y organismos, ya que la compatibilidad (o incompatibilidad) de los conjuntos de datos tendrá un impacto considerable en el proceso de intercambio y transferencia de datos. Utilizar un formato de datos y un programa comunes puede proporcionar importantes ventajas a los organismos que colaboran en un proyecto y ayudar en gran medida a la gestión de los datos, una cuestión que a menudo no se tiene en cuenta y se descuida. Sin embargo, puede que en el futuro esto deje de constituir un problema, conforme vayan apareciendo más programas capaces de leer e integrar múltiples formatos de SIG.

iv) Capacidad óptima del hardware. El costo de la infraestructura de las computadoras de sobremesa está disminuyendo en valores reales, de manera que también disminuye el costo del hardware y de la infraestructura de los SIG. No obstante, independientemente del programa de software que se seleccione, es probable que se actualice (normalmente en un plazo de 12 a 24 meses), por lo que debería seleccionarse la infraestructura de manera que pueda llevar a cabo las actividades actuales y permita expansiones y crecimientos futuros. Por lo tanto, los requisitos mínimos son que el hardware seleccionado permita llevar a cabo el máximo conjunto de actividades.

v) Facilidad de uso. ¿Con qué facilidad pueden los empleados con distintos grados de experiencia

en computadoras y SIG dominar y llevar a cabo las tareas que desean acometer con los SIG? Si la experiencia en SIG del personal es nula o muy limitada, esta cuestión es crucial. El tiempo y el costo requeridos para proporcionar o adquirir capacitación en el software pueden superar cualquier beneficio que provenga de seleccionar un programa de software que tenga un precio de compra bajo. De manera similar, la facilidad con la que el programa realiza determinadas funciones, por ejemplo, utilizar características como los asistentes de MS Windows, es destacable cuando el personal tiene experiencia en SIG.

9. Obras citadas y bibliografía complementaria

- Begg GW, van Dam RA, Lowry JB, Finlayson CM & Walden DJ 2001. *Inventory and risk assessment of water dependent ecosystems in the Daly basin, Northern Territory, Australia*. Supervising Scientist Report 162, Supervising Scientist, Darwin NT.
- Begg GW & Lowry J 2003. *Land capability and topographic data as a surrogate for the mapping and classification of wetlands: a case example from the Daly basin, Northern Territory, Australia*. Water Science and Technology, 48(7), 49-56.
- DeFries R & Pagiola S (coordinadores) 2005. *Analytical approaches for assessing ecosystem condition and human well-being*. En *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, Evaluación de Ecosistemas del Milenio, World Resources Institute, Washington.
- ESRI 2004. *What is ArcGIS?* Disponible en <http://www.esri.com/software/arcgis/about/literature.html>
- Ersine WD, Begg GW, Jolly P, Georges A, O'Grady A, Eamus D, Rea N, P Dostine, Townsend S & Padovan A 2003. *Recommended environmental water requirements for the Daly River, Northern Territory, based on ecological, hydrological and biological principles*. Supervising Scientist Report 175, Supervising Scientist, Darwin NT.
- Finlayson CM, D'Cruz R & Davidson N 2005 (coordinadores). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water: synthesis*. Evaluación de Ecosistemas del Milenio, World Resources Institute, Washington.
- Finlayson CM, Begg GW, Howes J, Davies J, Tagi K & Lowry J 2002. *A Manual for an Inventory of Asian Wetlands – Version 1.0*. Wetlands International Global Series 10, Kuala Lumpur, Malasia.
- Finlayson CM, Davidson NC, Spiers AG & Stevenson NJ 1999. *Global wetland inventory – status and*

- priorities. *Marine and Freshwater Research* 50, 717-727.
- Finlayson CM & Spiers AG (eds) 1999. *Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory*. Supervising Scientist Report 144, Supervising Scientist, Canberra.
- Hess LL & Melack JM 1994. *Mapping Wetland Hydrology and Vegetation using Synthetic Aperture Radar*. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 20:197-205
- Johnston RM & Barson MM 1993. *Remote sensing of Australian wetlands: an evaluation of Landsat TM data for inventory and classification*. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 44, 235-252
- Lowry J 2002. *A framework for a wetland inventory meta-database*. Informe a la Oficina de la Convención de Ramsar sobre los Humedales. Supervising Scientist, Darwin NT.
- Lowry J & Finlayson CM 2004. *A review of spatial datasets for wetland inventory in northern Australia*. Supervising Scientist Report 178, Supervising Scientist, Darwin NT.
- Ramsar 1996. *Resolución VI.12 sobre Inventarios Nacionales de Humedales*. Disponible en http://www.ramsar.org/key_res_vi.12.htm
- Ramsar 1999. *Resolución VII.20 sobre inventario de humedales*. Disponible en http://www.ramsar.org/key_res_vi.12.htm
- Ramsar 2001. 26ª Reunión del Comité Permanente de Ramsar – Punto 12.3 (c) (i) del orden del día - Marco para el inventario de los humedales. Disponible en http://www.ramsar.org/key_res_vi.12.htm
- Srivastava HS, Prasad SN, Manchanda ML & Adiga S 2002. *Radar remote sensing applications in wetland habitats – a case study with multi-incidence angle RADARSAT SAR data*. *GeospatialToday* – disponible en línea en http://www.geospatialtoday.com/articles/article_14.asp
- Taylor ARD, Howard GW & Begg GW 1995. *Developing wetland inventories in southern Africa: a review*. *Vegetatio*: 118, 57-79
- van Dam RA, Finlayson CM & Humphrey CL 1999. *Wetland risk assessment: a framework and methods for predicting and assessing change in ecological character*. In *Techniques for enhanced wetland inventory, assessment and monitoring*, eds CM Finlayson & AG Spiers, Supervising Scientist Report 147, Supervising Scientist, Canberra, 83-118

Apéndice 1. Selección de visores de datos gratuitos o de bajo costo

Autodesk Express Viewer

Costo: Gratis

Notas: Este visor ligero y gratuito que salió al mercado en diciembre de 2002 permite a los usuarios de productos distintos de Autodesk ver, obtener visualizaciones panorámicas, consultar e imprimir datos en formatos DWG, DXF y DWF. Permite que los usuarios visualicen fácilmente datos DWF en programas compatibles como IE, MS-Word y Power Point.

Contacto/más información: www.autodesk.com/expressviewer-download

CartoMap

Costo: Gratis

Notas: Software para ver mapas compatible con Microsoft® Windows® - admite los formatos de datos SHP y MIF y proporciona a los usuarios capacidad para obtener visualizaciones panorámicas, acercar, consultar y ordenar capas.

Contacto/más información: <http://www.cartoworld.com/products/cartomap.htm>

ER Viewer

Costo: Gratis

Notas: Permite que los usuarios guarden imágenes como TIFF, JPEG, BMP, ERS y BIL directamente desde ER Viewer. Realiza exploraciones y acercamientos interactivos y rápidos de los archivos de imágenes, mide distancias sobre el terreno, y muchas otras funciones. ER Viewer permite integrar imágenes comprimidas ECW de aplicaciones de Microsoft Office como Word, PowerPoint, Excel y Access. Admite los siguientes formatos de datos: .bil/.ers/.hdr; .alg; .ecw; .ers; .hdr; .tif; .bmp

Contacto/más información: <http://www.ermapper.com/erviewer/index.htm>

GeoExpress View

Costo: Versión de prueba gratuita; 229 dólares EE.UU. la versión completa

Notas: Este software permite superponer archivos DXF sobre archivos de imágenes; posee herramientas de dibujo que permiten añadir, editar y modificar gráficos y textos; tiene capacidad para obtener visu-

alizaciones panorámicas, acercar y ampliar rápidamente partes de una imagen, mostrar rejillas a distintos intervalos e imprimir a la escala especificada.

Contacto/más información: <http://www.lizardtech.com/download>

Geographic Explorer

Costo: Gratis

Notas: Admite archivos con formato MIF, SHP, TAB, DWG, DXF, DGN, TIFF, BMP y JPG, lo que permite explorar los conjuntos de datos directamente desde el escritorio.

Contacto/más información: <http://www.bluemarble-geo.com/products.asp?id=5>

GeoMedia Viewer

Costo: Gratis

Notas: Es una aplicación de sobremesa que permite ver y distribuir datos geoespaciales. También permite a las organizaciones maximizar el valor de sus datos geoespaciales ampliando la disponibilidad a los usuarios noveles que, de otra manera, no tendrían acceso debido a los impedimentos que supone comprar y aprender a utilizar una aplicación de software completa de SIG.

Contacto/más información: <http://imgs.intergraph.com/gviewer/>

Geomatica FreeView

Costo: Gratis

Notas: FreeView permite ver, aumentar y examinar imágenes de teledetección como las de LANDSAT, SPOT, RADARSAT, ERS-1, NOAA AVHRR y fotografía aérea. FreeView se utiliza para superponer datos de SIG y ver los datos de atributos asociados.

Contacto/más información: http://www.pcigeomatics.com/freeware/download_form_freeview.htm

GIS Viewer 4.0

Costo: Gratis

Notas: Herramienta basada en la Web que permite mostrar y manipular capas de puntos y vectores geográficos y rasterizar datos como mapas e imágenes. GIS Viewer 4.0 está diseñado para pasar desde conjuntos de datos que cubren toda la tierra a imágenes de alta resolución de detalles finos. Proporciona a los usuarios la capacidad de acercar, obtener visualiza-

ciones panorámicas, consultar, o convertir automáticamente de proyección entre UTM, lat/lon, Albers; admite vectores, raster, raster transparente y datos de puntos, y otras muchas funciones.

Contacto/más información: <http://elib.cs.berkeley.edu/gis/>

GlobalMapper

Costo: Gratis para la versión limitada de prueba; 179 dólares EE.UU. para la versión completa.

Notas: Admite la visualización de la mayoría de los formatos de datos populares, como DLG-O, DRG, DOQ, DEM, DXF, SDTS DLG, SDTS DEM, ECW, MrSID, ESRI Shapefiles, E00, GTOPO30, TerrainBase, ETOPO2, etc. También admite los últimos formatos DEM y SDTS DEM, incluidos los DEM de decímetros. Como funciones adicionales incluye cortar, reproyectar y combinar cualquier combinación de datos raster, incluidos los DRG. La versión gratuita tiene capacidades de exportación limitadas.

Contacto/más información: www.globalmapper.com

TatukGIS Viewers

Costo: Gratis

Notas: Lee los siguientes formatos:

Raster: TIFF/GEOTIFF, ECW, MrSID, BMP, SPOT, JPEG, PNG, PixelStore

Vector: SHP, E00, MIF/MID, TAB, DXF, DGN, TIGER

Contacto/más información: <http://www.tatukgis.com/Home/home.aspx>

ViewFinder 2.1

Costo: Gratis

Notas: Herramienta de visualización que proporciona la capacidad de: mostrar archivos de imágenes; consultar espialmente archivos de imagen antes de su exportación; superponer, suavizar, mejorar la nitidez y aumentar imágenes; reproyectar varias imágenes automáticamente; navegar rápidamente por conjuntos de datos de imágenes grandes; y mover imágenes desde su sistema de proyección a uno de los muchos datums y proyecciones de salida predefinidos, creando archivos en formatos IMG o TIFF.

Contacto/más información: www.gis.leica-geosystems.com

Apéndice 2. Selección de conjuntos de datos de bajo costo:

<http://www.freegis.org/geo-data.en.html>
<http://www.esri.com/data/download/basemap/index.html>
<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/shorelines/gshhs.html>
<http://www.ngdc.noaa.gov/seg/topo/globe.shtml>
<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30/gtopo30.html>

Se pueden descargar conjuntos de datos por países en:

<http://geogratis.gc.ca/clf/en>

y pueden obtenerse conjuntos de datos de características específicas (por ejemplo, humedales, topografía, drenaje, etc.) en:

<http://www.wwfus.org/science/data/terreco.cfm>
<http://www.grid.unep.ch/>
<http://www-cger.nies.go.jp/grid-e/>
<http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/gtopo30.asp>
<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/main/index.stm>
http://pubs.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=3818

Apéndice 3. Examen de los productos de SIG de ESRI

Este apéndice examina algunos de los productos de SIG que cada vez se emplean más ampliamente, y que han sido desarrollados por el Environmental Systems Research Institute (ESRI). Asimismo, evalúa el nivel de capacitación que requieren los operadores de los diferentes paquetes, su facilidad de uso, las capacidades y características y finalmente los requisitos de hardware y sistema operativo de cada uno de ellos.

Se puede considerar en muchos aspectos que ESRI es el 'líder' tanto por la amplia difusión de sus productos como por su influencia en el desarrollo y la aplicación de nuevos conceptos y características en los SIG.

1. ArcView

"ArcView" es el nombre asignado al producto inicial de sobremesa de SIG que ESRI lanzó a finales del siglo XX. Comenzando con la versión 1 de ArcView, y continuando con varias versiones actualizadas y mejoradas, el software se ha convertido en uno de los paquetes de SIG de sobremesa disponibles en el mercado mundial más ampliamente utilizados y su uso es particularmente predominante en el sector del manejo de los recursos naturales. Actualmente, y quizás de manera confusa, se utilizan ampliamente dos 'líneas' independientes de productos ArcView: las series ArcView 3 y ArcView 8 / ArcView 9.

Una importante limitación para una amplia adopción de ArcView es su costo. Dependiendo de la versión, el precio de la licencia de usuario normal (sin descuento) empieza a partir de unos 1.900 dólares EE.UU., sin incluir ninguna extensión de software. Por otra parte, hay que reconocer que ArcView incorpora una gama completa de capacidades y que también pueden conseguirse descuentos significativos.

1.1 La serie ArcView 3.*

La serie ArcView 3 es la heredera directa del sistema original de sobremesa ArcView 1, que fue desarrollado utilizando un lenguaje de programación nativo conocido como Avenue. La última versión (y probablemente definitiva) de la serie 3.* es ArcView 3.3, dado que ESRI dirige la mayor parte de sus recursos de desarrollo a la serie 8.* / 9.* de ArcGIS/ArcView. Los sectores de manejo del medio ambiente y de recursos han adoptado especialmente la serie 3.

Los posibles usuarios deben tomar nota de que ESRI sólo mantiene de manera activa ArcView 3.3; que ArcView 3.2a aún se mantiene a través de la Web, mientras que el apoyo de las versiones anteriores actualmente sólo se mantiene mediante grupos de discusión y notas archivadas. En la figura A.1 se muestra una representación de una vista activa de ArcView 3.2.

Como la mayoría de los paquetes de software, la serie 3 de ArcView tiene sus puntos buenos y malos.

Nivel de conocimientos técnicos/facilidad de uso

Un elemento clave de los SIG de sobremesa es la capacidad de realizar funciones de SIG utilizando un entorno tipo Windows con una computadora normal de sobremesa. Desde esta perspectiva, la serie 3 de ArcView proporciona una mejora importante en facilidad de uso con respecto a las versiones anteriores.

Una ventaja significativa del uso de la serie 3 de ArcView es la gran base de usuarios que continúa existiendo, a pesar del lanzamiento y la aplicación de la serie 8/9. Si bien las versiones anteriores de la serie 3 ya no se mantienen activamente, aún se proporciona mantenimiento para ArcView 3.3. Sin embargo, un grupo de discusión por correo electrónico activo y útil también proporciona mantenimiento al usuario

novel. Se puede utilizar ArcView en una variedad sumamente amplia de plataformas, que van desde los entornos de Unix, a los de Windows NT o Macintosh. Además, está disponible en varios idiomas, para adaptarse al usuario, por ejemplo, en francés o árabe.

ESRI imparte capacitación sobre ArcView por derecho propio y da licencias con tal fin a empresas u organizaciones colaboradoras. Aunque los cursos están generalmente bien estructurados y meditados, no suelen ser baratos. Los cursos de introducción normalmente duran dos días; los cursos más avanzados pueden durar 3 días. Los estudiantes disponen de tarifas especiales, que también se pueden negociar para reservas en grupo.

ESRI mantiene un sitio Web útil, que contiene información y consejos sobre el uso de ArcView y soluciones propuestas para una serie de preguntas frecuentes. Desde este sitio se pueden descargar gratuitamente otros programas y extensiones (<http://www.esri.com>).

Capacidades y características

Se puede considerar que ArcView es la 'gama alta' del mercado de SIG de sobremesa, en el sentido de que proporciona algunas características avanzadas de los SIG, como la capacidad de reunir características de un conjunto de datos, basándose en una característica de otro; crear amortiguamientos a partir de una característica seleccionada; combinar dos conjuntos de datos; vincular datos de una tabla o base de datos con una representación o capa de características; cruzar o unir diferentes conjuntos de datos, o cruzar o unir características dentro del conjunto de datos.

ArcView permite generar varios productos diferentes, dependiendo de los requisitos del usuario. Éstos van desde mapas temáticos impresos hasta archivos de imágenes (jpeg, tif, etc.), o archivos digitales que pueden ser intercambiados con otros usuarios o convertidos a otros formatos si fuera necesario. Si se precisa, los datos también pueden exportarse como archivos *.dbf o *.txt. Con software adicional, actualmente es posible ofrecer en Internet datos de SIG creados con ArcView.

Una limitación (que en absoluto es exclusiva de ArcView) es trasladar lo que el usuario ve en la pantalla a lo que se obtiene de la impresora (en la jerga de las computadoras, WYSIWYG - "What You See Is What You Get", es decir, lo que se ve es lo que se obtiene). ArcView no es WYSIWYG. Los colores visibles en la pantalla no se reproducen fielmente en la hoja de papel, especialmente si se utiliza el sombreado. Es posible generar un cuadro de colores para conocer la apariencia que tendrán de los colores de

la pantalla sobre el papel, pero esa función no está disponible de forma predeterminada.

La capacidad de consultar los conjuntos de datos es una de las características clave de los SIG. ArcView permite al usuario consultar los conjuntos de datos, construyendo y utilizando expresiones de consulta de tipo SQL. Aunque este requisito no es una limitación en sí misma, ArcView no proporciona ninguna orientación ni ayuda a aquellos que no estén familiarizados con la terminología o sintaxis requerida para construir una expresión. Así, plantear una consulta puede constituir una experiencia que puede llegar a ser frustrante.

La gama predeterminada de símbolos e iconos disponibles para su utilización en ArcView ha aumentado sin cesar. Sin embargo, muchos de los símbolos están orientados al continente americano, lo que limita el valor del mayor número de símbolos para quienes no sean de ese continente. Afortunadamente, es posible crear y añadir símbolos personales a la paleta de símbolos de ArcView.

Como muchos programas, ArcView a menudo parece tener la capacidad innata de sentir cuándo es el peor momento para fallar, y hacerlo en ese momento, provocando normalmente la pérdida del material no guardado, e incluso a veces corrompiendo los archivos del proyecto. La única solución segura y sencilla para problemas de error como éste, tales como la 'violación de segmentación', es guardar regularmente.

En general, ArcView es un paquete de software relativamente fácil de utilizar, fácil de aprender y capaz de realizar una amplia gama de funciones de los SIG.

Se ha dejado gratis la Versión 1.0 de ArcView a los usuarios, ya que ha sido superada varias veces por las mejoras introducidas en las versiones posteriores y carece de muchas de las características de los SIG que actualmente se consideran imprescindibles. Será interesante ver el período de tiempo que transcurrirá antes de que las versiones actuales de ArcView sean sustituidas y si (cuándo) llegarán a estar disponibles sin cargo alguno.

Uno de los puntos fuertes de ArcView es que la interfaz es relativamente fácil de personalizar para adaptarla a los requisitos del usuario. El código de programación es Avenue, que se proporciona con cada copia de ArcView. ESRI puede proporcionar capacitación en Avenue si fuera necesario. Además, ESRI ha desarrollado un conjunto de 'extensiones' que mejoran o amplían las capacidades básicas de ArcView, que pueden comprarse, como Spatial Analyst (mejora las capacidades de modelado y análisis espacial). Además, varias empresas, organ-

izaciones e individuos han desarrollado sus propias extensiones para distintos fines, algunas de las cuales se pueden encontrar gratuitas en el sitio Web de ESRI.

Cabe destacar que es posible transferir fácilmente a ArcView 8 conjuntos de datos de shapefile creados en ArcView 3, y viceversa. Sin embargo, las características personalizadas desarrolladas para la serie ArcView 3 en Avenue no se pueden incorporar fácilmente en el sistema de ArcView 8, que se basa en un lenguaje de programación diferente. En muchos casos, estos programas y características personalizadas pueden representar una inversión significativa en tiempo y capacidad, lo que puede constituir una razón por la que muchos usuarios prefieren seguir utilizando la versión 'más antigua' de ArcView que la versión más moderna.

Requisitos de hardware

Las especificaciones de hardware mínimas para ejecutar ArcView deberían de estar al alcance de la mayoría de las organizaciones o grupos. Una computadora con procesador Pentium de 166 Mhz podría ejecutar ArcView, aunque no sería muy rápido o eficaz. Con procesadores mejores se dispone de capacidad para manejar, consultar y mostrar archivos grandes rápidamente.

1.2 ArcView 8

En abril de 2001 ESRI anunció el lanzamiento de ArcView 8.1. Aparte del salto en números de versión (de 3.x a 8.x), el lanzamiento se consideró especialmente importante porque supuso la primera versión de un sistema integrado completo y único destinado a la creación, gestión, integración y análisis de datos geográficos, conocido también como ArcGIS.

Cuando inicialmente se escribió el presente informe (julio de 2004), ArcView 8.3 era la versión en vigor de entonces y, por consiguiente, representa el tema del examen y la evaluación que figuran a continuación. Cabe señalar, sin embargo, que entre tanto han aparecido dos versiones más de ArcView, y la norma actual es ArcView 9.1. Es importante observar que si bien se han producido ciertas mejoras en las opciones de usuario y en la facilidad de uso entre la versión 8.3 de ArcView y la 9.1, ambas versiones utilizan el mismo lenguaje de programación e infraestructura y contienen las mismas características básicas. Así pues, la evaluación de ArcView 8.3 todavía es válida en esencia para ArcView 9.1.

El corto período de tiempo transcurrido para elaborar y publicar nuevas versiones del programa pone de relieve el poco margen de tiempo con que los creadores de programas de SIG responden, mediante nuevas versiones del programa, a los comentarios y

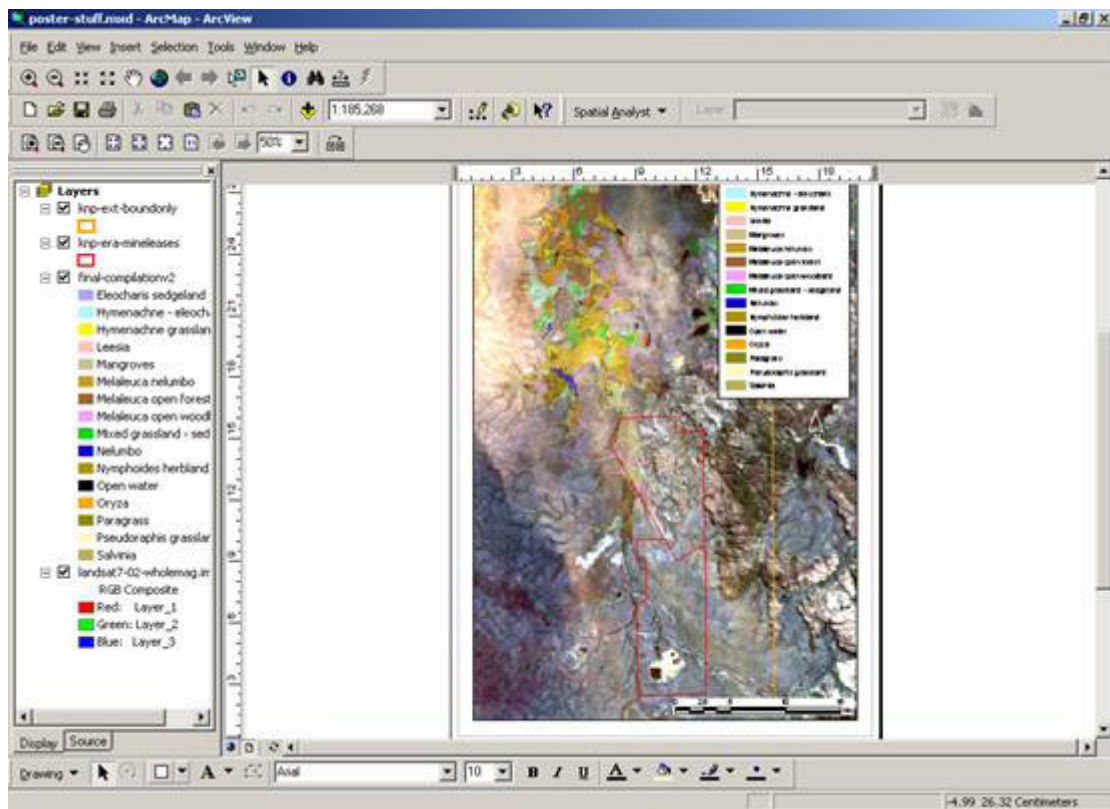


Figura A.2. La interfaz de ArcMap

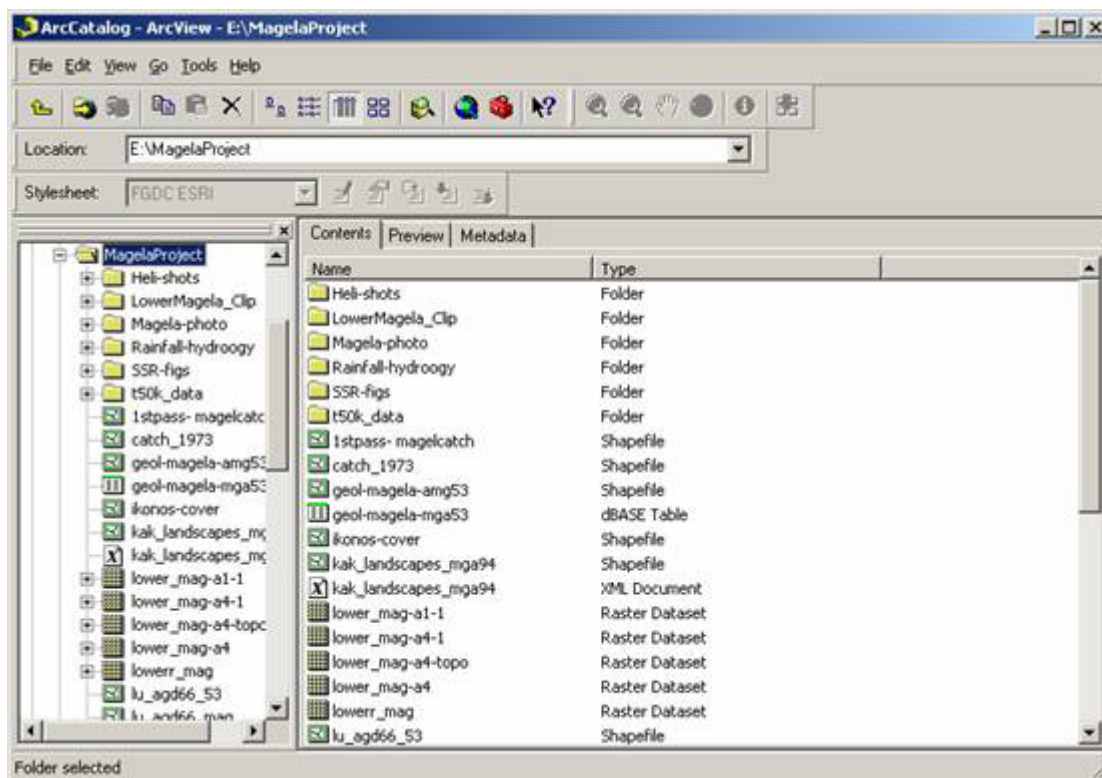


Figura A.3. La interfaz de ArcCatalog

necesidades de los usuarios, incorporando mejoras y resolviendo problemas en sus productos informáticos. Es probable que los futuros progresos y tendencias en las versiones posteriores se enfoquen a la gestión de conjuntos de datos y a un mejor acceso a los mismos, por ejemplo, facilitándolos por Internet.

El lanzamiento simultáneo del término ArcGIS produjo, y continúa produciendo, cierta confusión para diferenciar ArcGIS de ArcView. ArcGIS se anuncia simplemente como un sistema “modular” en el sentido de que puede modificar la escala, permitiendo a los usuarios construir el sistema por partes, para adaptarlo a sus necesidades particulares.

Los componentes de ArcGIS incluyen ArcReader, ArcView, ArcEditor, ArcInfo y los servidores ArcSDE y ArcIMS. Así pues, ArcView 8 constituye uno de los componentes del conjunto ArcGIS, que a su vez está compuesto de varios otros, como ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox. **ArcMap** (figura A.2) se utiliza para todas las tareas relacionadas con la elaboración de mapas y la edición, así como para el análisis basado en mapas.

ArcCatalog (figura A.3) se utiliza para explorar, gestionar, crear y organizar datos geográficos y tabulares.

ArcCatalog permite que los conjuntos de datos espaciales sean gestionados, renombrados, copiados y borrados en el mismo entorno de SIG. El

cuadro de diálogo Shapefile Manager de ArcView 3.x es el equivalente más cercano a ArcCatalog, pero con menos prestaciones. Mediante la herramienta ArcCatalog es posible explorar y ver los datos (incluidos también los atributos) almacenados en una computadora local, en una red o incluso en Internet. Desde la perspectiva del manejo de datos es

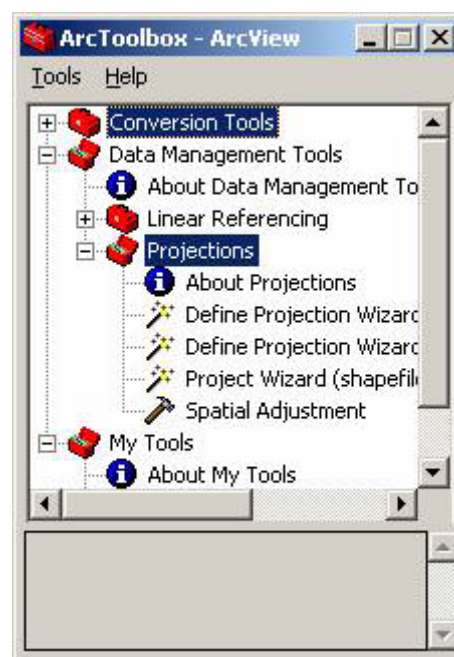


Figura A.4. La interfaz de ArcToolbox

importante que ArcCatalog permita al usuario editar y crear metadatos.

ArcCatalog contiene menús que proporcionan acceso a más herramientas y asistentes para convertir datos a distintos formatos. El formato de la fuente de datos original determina qué conversores de datos se muestran. Mediante ArcCatalog es posible, por ejemplo, adaptar archivos a bases de datos geográficas, coberturas a shapefiles, rasters a MrSid, rasters a TIFF o tablas a bases de datos geográficas. Estas características no estaban directamente disponibles en las versiones anteriores del programa.

ArcToolbox (figura A.4). ArcToolbox para ArcView contiene 36 de las herramientas y extensiones más comúnmente utilizadas para la conversión y gestión de datos.

En la serie ArcView 8, las herramientas contenidas en ArcToolbox se encuentran en dos conjuntos de herramientas: Conversion Tools y Data Management Tools. También existe la posibilidad de crear una tercera carpeta para herramientas personalizadas. El número de herramientas disponibles varía dependiendo del tipo y número de módulos y extensiones incluidos en la licencia de ArcGIS. Por ejemplo, el juego de herramientas de ArcInfo contiene 170 herramientas.

ArcSDE -añade servicios de base de datos a la familia de ArcGIS.

ArcIMS -proporciona servicios adaptados a Internet.

ESRI ha ampliado el concepto de SIG de sobremesa para incluir los módulos ArcEditor y ArcInfo dentro del concepto ArcGIS de sobremesa. Sin embargo, aunque estos dos últimos módulos mejoran significativamente las capacidades de modelado, edición y geoprocésamiento de un SIG de sobremesa, también aumentan el precio considerablemente. Como las presentes orientaciones se centran en aplicaciones de bajo costo, no se van a proporcionar más detalles sobre estos módulos.

ArcView 8.3 mantiene la funcionalidad básica de ArcView GIS 3.x, pero con una gran cantidad de mejoras. Algunas de las características que ofrece esta versión son:

- un catálogo para explorar y manejar datos;
- proyección instantánea de coordenadas y el datum;
- creación de metadatos;
- personalización con el Visual Basic for Applications incorporado;
- nuevas herramientas de edición geográfica;
- posibilidad de anotación estática; y
- herramientas cartográficas mejoradas.

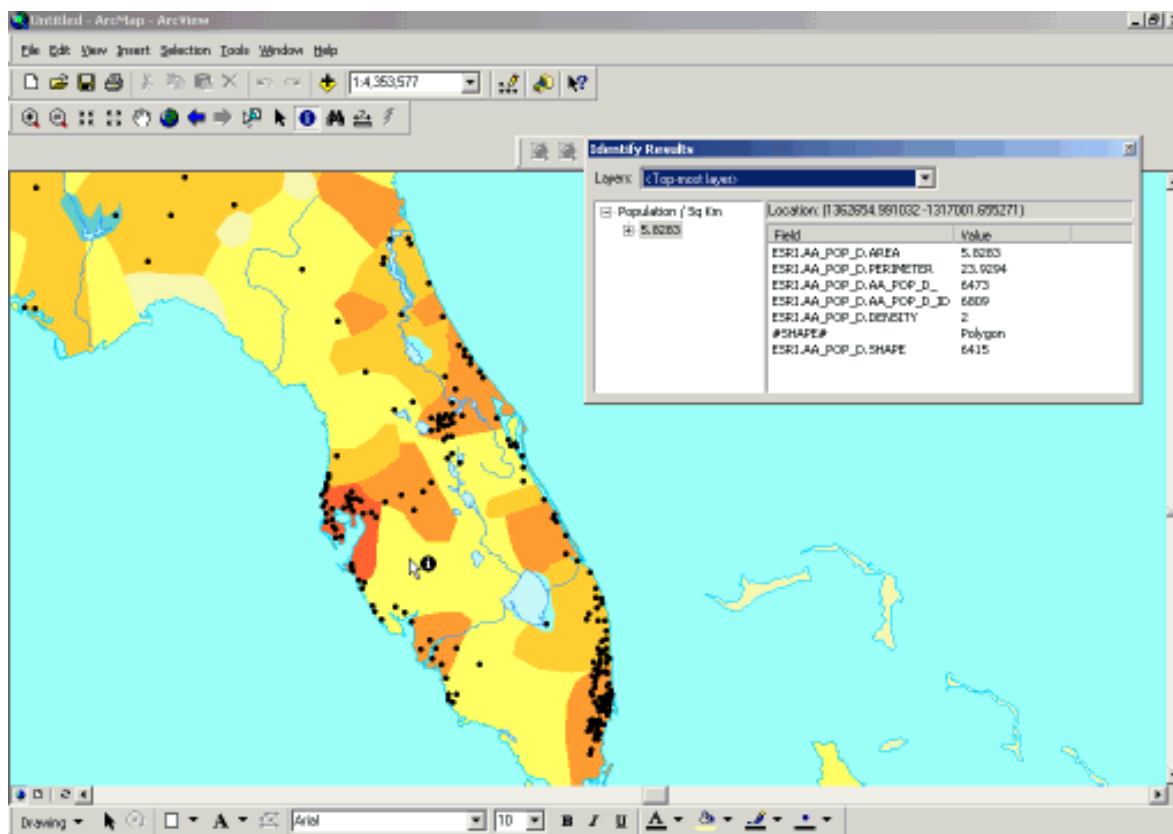


Figura A.5. Datos extraídos de Geography Network

Una característica del nuevo conjunto de productos es la capacidad de añadir datos directamente desde GeographyNetwork(www.geographynetwork.com), una fuente de conjuntos de datos espaciales mundiales. Con unas pocas órdenes sencillas, se pueden integrar instantáneamente datos de Geography Network en ArcMap para su visualización y análisis. Añadir datos es sencillo: se abre una ventana independiente que proporciona acceso instantáneo a una gran cantidad de datos disponibles a través del servidor de Geography Network. Una vez seleccionados, se cargan los datos temáticos en la vista de datos actual e inmediatamente pueden ser consultados, clasificados por temas o analizados (figura A.5).

ArcGIS es flexible a la hora de configurar sistemas, ya que es modular y permite modificar la escala. Es modular en el sentido de que el sistema se puede adquirir por piezas. ArcView proporciona capacidades de visualización, consulta, análisis e integración de datos además de la posibilidad de crear y editar características geográficas sencillas.

Con ArcView 8, al igual que con ArcView 3, es posible crear y editar shapefiles. También es posible mostrar coberturas de ArcInfo, pero como con las versiones anteriores de ArcView, es necesario convertir la cobertura a shapefile antes de poderlo editar. Por otro lado, se puede importar la cobertura en una base de datos geográfica, una nueva característica de la familia de ArcGIS. Una base de datos geográfica es esencialmente una 'envoltura' que almacena múltiples capas de datos y añade alguna funcionalidad, tal como anotaciones vinculadas. Tanto ArcCatalog como ArcToolbox proporcionan asistentes para importar y exportar las coberturas y shapefiles, si bien es cierto que de uno en uno.

Los ShapeFiles creados en ArcView 3.x y 8.x son indistinguibles entre sí y pueden utilizarse de forma completamente compatible, es decir pueden utilizarse en ambas versiones.

En ArcView 3x convertir el tema activo a shapefile (SHP) se llevó a cabo utilizando la orden "Convert to Shapefile". En ArcView 8, convertir una capa a shapefile se puede hacer fácilmente seleccionando con el botón derecho el archivo en Table of Contents y seleccionando la opción Data Export.

En ArcView GIS 3.x, las fuentes de datos raster como imágenes de satélite, fotografías aéreas y documentos escaneados, se añaden como temas a una vista. En ArcView 8, las fuentes de datos raster pueden añadirse como capas a ArcMap. ArcView 8.x admite más de 21 formatos raster diferentes.

Extensiones de ArcView

Las siguientes son las extensiones que funcionan con ArcView 8.3:

Spatial Analyst – utilizado para creación de superficies, análisis raster y álgebra de malla, combina las capacidades de ArcView Spatial Analyst y ARC GRID. Admite los formatos de datos TIFF, BIL, SunRaster, USGS DEM, SDTS y DTED.

ArcGIS 3D Analyst – combinando las capacidades de ArcView 3D Analyst y ARC TIN, ArcGIS 3D Analyst permite la visualización y el análisis en tres dimensiones; es una herramienta que permite construir modelos de superficie, realizar vistas en perspectiva, obtener visualizaciones panorámicas, inclinar y recorrer las simulaciones y modelar las características de la superficie del mundo real.

ArcGIS Geostatistical Analyst – permite la interpolación de superficies y el análisis exploratorio de datos espaciales.

ArcGIS StreetMap USA – permite la visualización y geocodificación de calles, inicialmente para Estados Unidos y Europa. Admite varias funciones típicas de geocodificación.

ArcPress para ArcGIS – herramienta de rasterización de metaarchivos gráficos utilizada para mejorar el proceso de impresión de mapas grandes o de alta calidad. Realza las capacidades de las impresoras de gama baja generando imágenes de calidad PostScript en dispositivos sin PostScript. Los usuarios notarán un mayor control del color de salida y una mayor velocidad de impresión.

MrSID Encoder – El codificador de MrSID para ArcGIS permite utilizar eficazmente imágenes georreferenciadas muy grandes en ArcGIS. Puede manejar rasters de hasta 50 MB. Una extensión opcional admitirá imágenes de hasta 500 MB de tamaño y permitirá hacer mosaicos de varias imágenes.

ArcPublisher – ArcGIS Publisher puede utilizarse para crear archivos de mapas publicados (.pmf) a partir de cualquier documento de ArcMap (.mxd). Los mapas publicados pueden visualizarse utilizando cualquier producto de sobremesa de ArcGIS, permitiendo que los mapas puedan compartirse con un gran número de usuarios. De acuerdo con ESRI, está previsto introducir extensiones adicionales en el futuro.

Muchas de las extensiones disponibles en ArcView 3.x, tales como CAD Reader, Digitizer, Geoprocessing, Graticules y Measured Grids, Legend Tool, Report Writer y todas las extensiones de compatibilidad de imágenes, actualmente son características y funciones incorporadas en ArcView 8. Por ejemplo, en

ArcView 3.x, la extensión CAD Reader permite a los usuarios añadir archivos de dibujo de diseño asistido por computadora (CAD) como temas a una vista, mientras que ArcView 8.x tiene capacidad para leerlos automáticamente y añadirlos como capas a ArcMap. Los usuarios que deseen realizar análisis geográficos sobre características del archivo CAD, sólo tendrán que hacer doble clic en el archivo, hacer clic en la característica CAD que se desea añadir y hacer clic en Add. Para editar una característica CAD, el archivo debe convertirse primero a shapefile.

Mientras que en ArcView 3x se proporcionaba la funcionalidad de extracción mediante el uso del lenguaje de programación Avenue, en ArcView 8x la funcionalidad extra y las características personalizadas pueden añadirse escribiendo macros en Visual Basic for Applications (VBA) que se incluye con el producto. Los desarrolladores también pueden crear extensiones para ArcView 8 utilizando ArcObjects™ en entornos de desarrollo estándar como Visual Basic, C++ o Delphi.

Requisitos de sistema recomendados para utilizar ArcView 8.3

Los requisitos son los siguientes:

- Intel Pentium 3
- Mínimo 450 Mhz con 128 Mb RAM

Recomendados 650 Mhz o superior, con un mínimo de 256 Mb RAM

- Windows NT sp 6a/Windows 2000

Una importante diferencia entre ArcView 8.3 y sus versiones posteriores, por ejemplo, ArcView 9.1 (la versión actual), es que precisa más capacidad en el computador. Para instalar ArcView 9.0 en el computador, se recomienda una velocidad de la unidad central de proceso de 1 GHz o superior, con un mínimo de 512 Mb de memoria RAM. Obsérvese que la configuración recomendada es importante si se van a utilizar extensiones como 3D Analyst.

No es necesario que los usuarios desinstalen ArcView 3.x para instalar y ejecutar ArcGIS 8.3. ArcGIS 8.3 apunta por defecto a la carpeta \arcexe81 y no entrará en conflicto con ArcView 3.x.

Los formatos de imagen compatibles con ArcView 8.* son:

- Arc Digitized Raster Graphics (ADRG)
- Band Interleaved By Line (BIL)
- Band Interleaved By Pixel (BIP)
- Band Sequential (BSQ)
- Bitmap (BMP)
- Compressed Arc Digitized Raster Graphics (CADRG)
- Controlled Image Base (CIB)

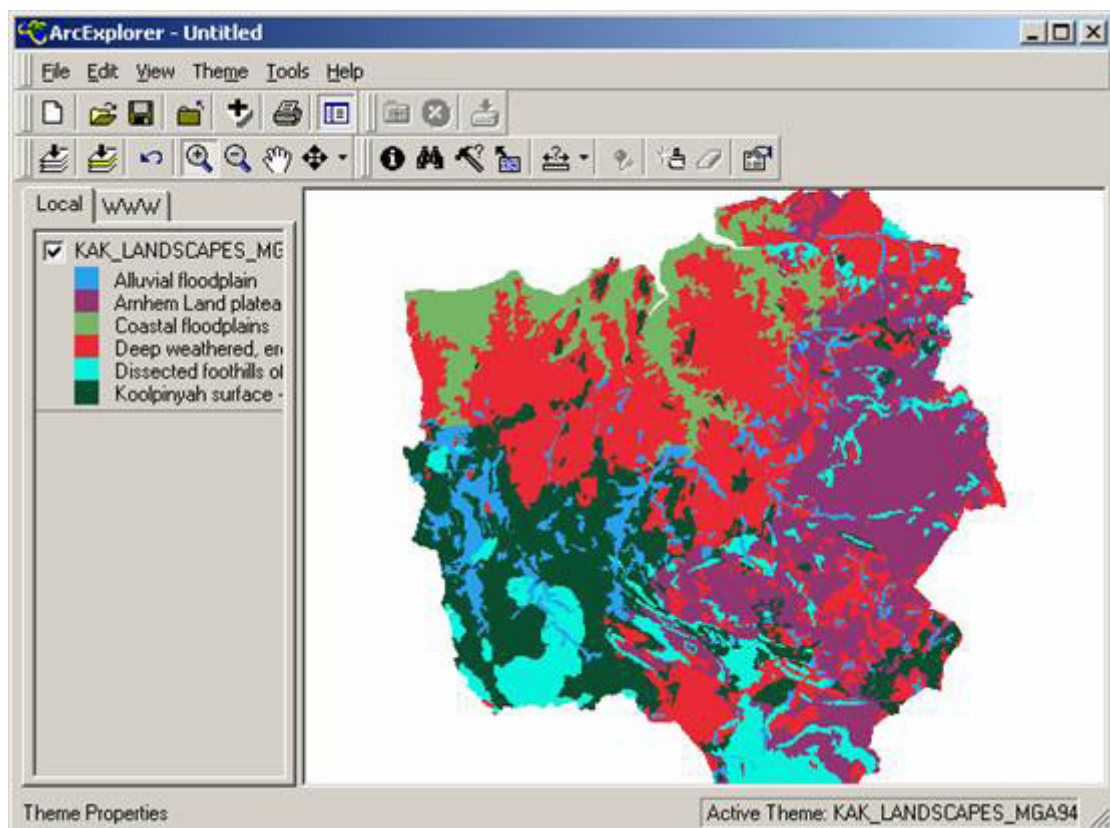


Figura A.6. Interfaz de ArcExplorer

- Digital Terrain Elevation Model (DTEM Levels 1 & 2)
- ER Mapper
- Graphics Interchange Format (GIF)
- ERDAS 7.5 GIS
- ESRI GRID file format
- ESRI GRID stack
- ESRI GRID stack file
- ERDAS Imagine
- JPEG
- ERDAS 7.5 LAN
- Multiresolution Seamless Image Database (MrSID)
- Spatial Database Engine Raster file format (ArcSDE Raster)
- Tagged Image File Format (TIFF & GeoTIFF)

2. ArcExplorer

ESRI ofrece actualmente ArcExplorer tanto en versión Windows como Java. ArcExplorer 2 (figura A.6) es la última actualización de la versión de Windows de ArcExplorer. Se necesita Internet Explorer 5 para algunas funciones de Internet. ArcExplorer 4 es la versión de Java, que permite utilizarla en varias plataformas como Windows, UNIX, Linux y Macintosh. Pueden descargarse gratuitamente ambas versiones de ArcExplorer desde el sitio Web de ESRI.

ArcExplorer es un visor de datos de SIG ligero desarrollado por ESRI. Disponible gratis en el sitio Web de ESRI, el software ofrece una manera fácil de llevar a cabo las funciones básicas de los SIG. ArcExplorer puede utilizarse para varios tipos de aplicación de presentación, consulta y recuperación de datos y admite una gran variedad de fuentes de datos estándar. Puede utilizarse de manera independiente con datos locales o como cliente de servidores de Internet de datos y mapas.

ArcExplorer está promocionado como vehículo para publicar datos. También se puede distribuir el software con los datos propios en CD. Luego los usuarios pueden utilizar el CD para instalar ArcExplorer en sus máquinas y ver los datos fácil y eficazmente.

ArcExplorer viene con una interfaz de usuario sencilla que incluye una barra de menús intuitiva y barras de herramientas. Con éstas, se pueden añadir fácilmente temas a partir de las fuentes de datos existentes, controlar las características de los temas, imprimir mapas, acercarlos/alejarlos, obtener visualizaciones panorámicas, identificar características de los mapas y mostrar Map Tips (Map Tips son cuadros de diálogo que permiten ver los datos asociados con una característica del mapa).

Al igual que los exploradores de datos completos, ArcExplorer permite mostrar y consultar una amplia

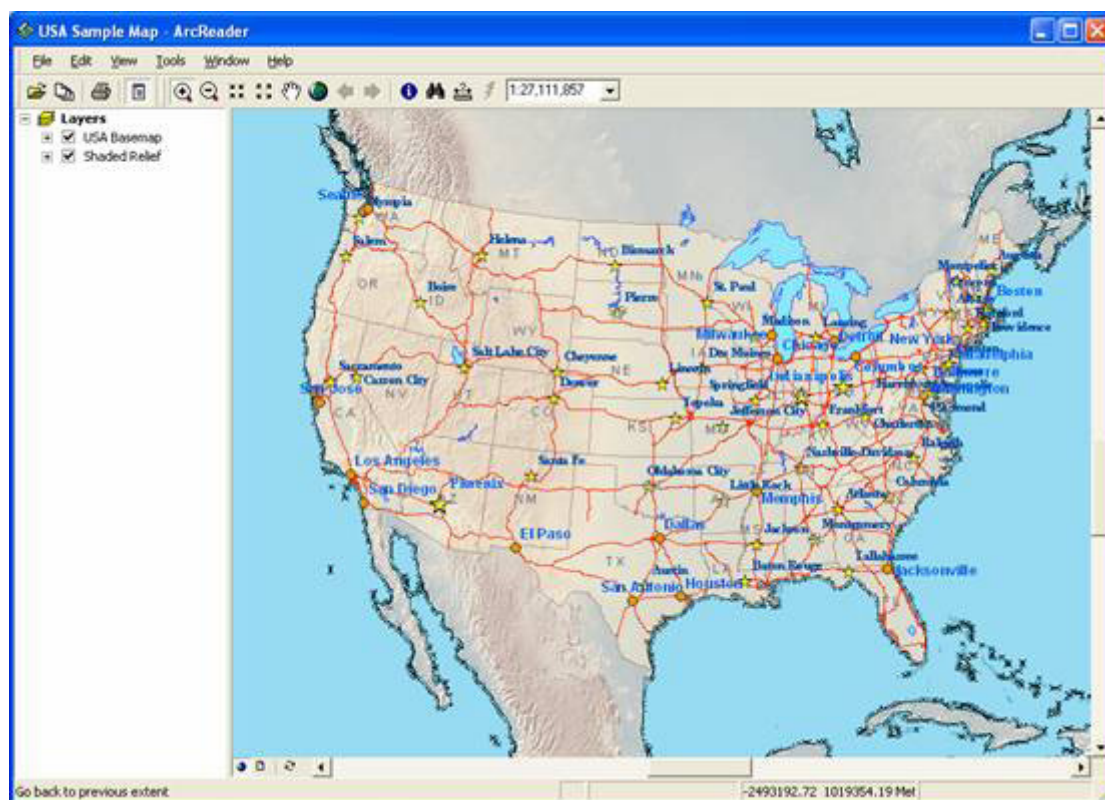


Figura A.7. La interfaz de ArcReader

variedad de fuentes de datos estándar. Utilizando ArcExplorer como aplicación independiente de sobremesa, se pueden ver y consultar los shapefiles de ESRI estándar de la industria, las coberturas de ArcInfo y las capas de ArcSDE (motor de base de datos espaciales). ArcExplorer también permite obtener visualizaciones panorámicas y desplazarse rápidamente por múltiples capas de mapas, así como identificar, localizar y consultar datos geográficos y de atributos.

Las potentes herramientas de simbolización de ArcExplorer pueden utilizarse para crear mapas temáticos basados en los atributos incluidos en la base de datos e incluso para realizar análisis estadísticos básicos sobre los datos geográficos.

Requisitos de sistema para utilizar ArcExplorer:

ArcExplorer 2 funciona en los sistemas operativos Windows 98/2000/NT/XP. Se necesita Internet Explorer 4 para algunas de las funciones de la World Wide Web de ArcExplorer 2. ArcExplorer 4.0.1 puede ser instalado en los sistemas operativos Windows, UNIX, Linux o Macintosh.

3. ArcReader

ArcReader (figura A.7) es una aplicación de cartografía gratuita y fácil de utilizar que permite a los usuarios visualizar, explorar e imprimir mapas. En concreto, ArcReader lee los mapas generados por medio del módulo ArcPublisher de la familia de ArcGIS. Con ArcReader es posible ver, consultar y obtener visualizaciones panorámicas de los mapas publicados.

Al igual que ArcExplorer, ArcReader es gratuito y puede distribuirse con datos en CD-ROM. Sin embargo, ArcReader no es capaz de ver o leer de

forma automática capas de SIG tales como shapefiles, coberturas o imágenes. ArcReader no sólo se emplea para ver los documentos publicados, también puede utilizarse para imprimir mapas de alta calidad o ver diseños de mapas. Asimismo, permite personalizar sus aplicaciones o incluir sus capacidades en otras aplicaciones.

En términos generales, las ventajas de ArcReader son:

- permitir a cualquier usuario ver mapas creados con ArcGIS Publisher;
- proporcionar capacidades de visualización y consulta de sólo lectura para los datos de los SIG de la propia empresa;
- permitir a los usuarios sin experiencia en SIG trabajar con mapas.
- ofrecer la posibilidad de publicar datos y mapas en CD-ROM.

Sin embargo, la principal desventaja de ArcReader es que es incapaz de leer nada que no sean documentos producidos mediante la extensión de ArcPublisher.

Requisitos de sistema para utilizar ArcReader:

Los requisitos de sistema son los siguientes:

- Sistema operativo: Windows NT 4.0; Windows 2000 o Windows XP (home edition y professional)
- Memoria: 128 MB RAM
- Procesador: 450 MHz

En el cuadro A.1 se resumen las características correspondientes a cada uno de los productos de ESRI. Obsérvese que algunos productos que fueron desarrollados para realizar una función específica, tal como ver datos, no necesariamente serán capaces de realizar las funciones de un paquete de SIG de propósito general.

Cuadro A.1 comparación de productos de ESRI

Software	Calificación	Multiplataforma	Uso de Web	Servicio de asistencia	Capacitación proporcionada	menú sencillo /estructura de barras de de herramientas	Uso de 'asistentes' para herramientas	Fácil de personalizar	Ayuda en línea útil	Gama de lectura de datos grande	Órdenes y símbolos intuitivos
Serie ArcView 3	Calificación	Alta	Muy alta	Alta	-	Alta	Alta	Alta	Aceptable	Aceptable	Aceptable
	Comentarios	Incluye UNIX y Macintosh		Sólo para v3.3							
Serie ArcView 8	Calificación	Aceptable	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Alta	Alta	Muy alta	Alta	Alta	Aceptable
	Comentarios	Se centra en NT, Windows									
ArcExplorer	Calificación	Alta	Alta	-	-	Alta	Baja	Aceptable	Aceptable	Baja	Aceptable
	Comentarios										
ArcReader	Calificación	Aceptable	Alta	Alta	-	Alta	Baja	Alta	Aceptable	Baja	Aceptable
	Comentarios										

Programas y datos de SIG de bajo costo

Software	Calificación	Presentación / redistribuido rápidos	Capacidad de editar atributos	Capacidad de editar características	Funciones de análisis estándar	Los resultados en pantalla se reproducen en la impresión	Capacidad de proyección	Edición / creación de metadatos	Gama de símbolos/textos útil	Costo	En conjunto
Serie ArcView 3	Calificación	Baja	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	1.900* dólares EE.UU.	Muy alta
	Comentarios			Sólo Shapefiles							
Serie ArcView 8	Calificación	Alta	Alta	Alta	Muy alta	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta	3100* dólares EE.UU.	Muy alta
	Comentarios										
ArcExplorer	Calificación	Baja	Baja	Baja	Aceptable	Baja	Baja	Baja	Aceptable	-	Aceptable
	Comentarios										
ArcReader	Calificación	Aceptable	Baja	Baja	Baja	Alta	Baja	Baja	Aceptable	-	Aceptable
	Comentarios										Con limitaciones importantes

* Precios aproximados de 2001.

Notas sobre el sistema de calificación:

Baja – Carece de capacidad para llevar a cabo una determinada función o aplicación.

Aceptable – Razonable, aunque sin capacidad notable; puede que no sea capaz de llevar a cabo todas las funciones efectiva o eficazmente.

Alta – Capaz de llevar a cabo la función específica de manera eficiente y relativamente fácil.

Muy alta – Excelente capacidad de llevar a cabo las funciones de manera eficiente y fácil de utilizar.



Informes Técnicos de Ramsar

Los Informes Técnicos de Ramsar están concebidos para publicar, principalmente por medios electrónicos, notas, exámenes e informes técnicos sobre la ecología, la conservación, el uso sostenible y el manejo de los humedales, como medio de prestar un servicio de apoyo informativo mejorado a las Partes Contratantes y a la comunidad más amplia que depende de los humedales a fin de ayudarles a aplicar la Convención de Ramsar.

Concretamente, la serie incluye los exámenes e informes técnicos detallados de referencia que han sido preparados por el Grupo de Examen Científico y Técnico de la Convención (GECT) a petición de las Partes Contratantes, y que hasta ahora sólo se distribuían en la mayoría de los casos como “documentos informativos” para la Conferencias de las Partes (COP). El objeto de este proceder es asegurar un acceso mejor y más duradero a dichos documentos. Se puede proponer que se incluyan en la serie otros informes que no sean resultado de peticiones de la COP al GECT pero que éste considere que proporcionan información conveniente para la aplicación de la Convención. Los miembros y observadores nombrados para el GECT revisan en calidad de expertos todos los Informes Técnicos de Ramsar.

Informes Técnicos de Ramsar

- | | | |
|--------|------|---|
| Núm. 1 | 2006 | Guidelines for the rapid assessment of inland, coastal and marine wetland biodiversity (CBD Technical Series No. 22) |
| | 2010 | Lignes directrices sur l'évaluation écologique rapide de la diversité biologique dans les eaux intérieures, côtières et marines (Série des publications techniques de la CBD n° 22) |
| | 2010 | Directrices para la evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de las zonas costeras, marinas y de aguas continentales |
| Núm. 2 | 2006 | Low-cost GIS software and data for wetland inventory, assessment and monitoring |
| | 2007 | La utilización de programas y datos de SIG de bajo costo para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales |
| Núm. 3 | 2006 | Valuing wetlands: guidelines for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services (CBD Technical Series No. 27) |
| | 2007 | Évaluation des zones humides: Orientations sur l'estimation des avantages issus des services écosystémiques des zones humides (Série des publications techniques de la CBD n° 27) |
| | 2007 | Valoración de humedales: Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales |
| Núm. 4 | 2010 | A framework for a wetland inventory metadatabase |



Secretaría de la Convención de Ramsar

rue Mauverney, 28
1196 Gland, Suiza
ramsar@ramsar.org