

Visualización y consulta de datos en ambientes SIG

Mario Piumetto

Resumen

El documento describe las funciones que los software SIG poseen para la visualización, exploración y consulta de los datos geográficos, tanto de su aspecto gráfico como temático. Teniendo en cuenta que las funciones varían según los niveles y tipos de software, el texto identifica en qué tipos de ambientes es posible encontrar una y otra función descrita y al final, incluye un “sumario” de todas las funcionalidades analizadas.

Objetivos de aprendizaje

El estudio de este documento, conjuntamente con los recursos adicionales recomendados y el desarrollo de las actividades previstas, te permitirá alcanzar los siguientes aprendizajes:

1. Conocer qué tipos de datos pueden ser tratados en un ambiente SIG y qué consideraciones técnicas deben tenerse en cuenta al trabajar con ellos.
2. Ser capaz de identificar y describir las capacidades que brinda el ambiente SIG para visualizar, simbolizar, elaborar mapas temáticos, incorporar textos y consultar datos geográficos.
3. Reconocer las importantes diferencias, con sus consecuentes beneficios, que existen entre trabajar con datos geográficos en soporte papel (mapas y listados) y datos geográficos digitales organizados en una base de datos espacial, tratados en un software SIG.

Índice

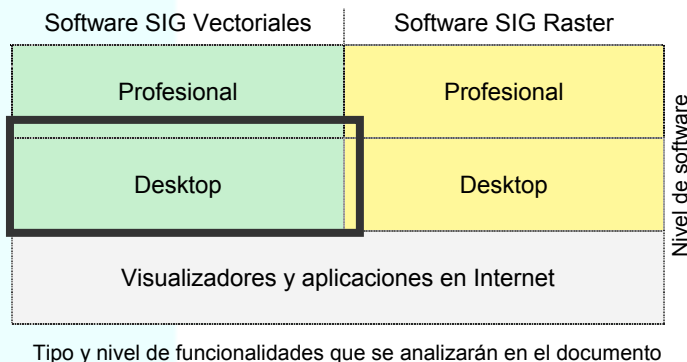
1. Introducción	3
2. ¿Qué tipos de datos podemos ver en un SIG?	5
3. Entendiendo mapas y datos en un SIG	8
Contenido del mapa digital	10
Escala (precisión de los datos)	11
Comunicación y presentación de la información	12
4. Preparando y explorando datos	13
Herramientas de visualización	15
Simbolización de datos	16
Consulta de datos	19
5. Elaborando mapas temáticos (clasificación de datos)	20
Mapas de categorías	21
Clasificación de imágenes satelitales	23
Mapas de colores graduados	24
Mapas de símbolos graduados	28
Otros tipos de mapas	28
6. Manejando textos en un SIG	29
Textos fijos	31
Textos dinámicos	33
Capas de textos	33
Textos en el ambiente raster	34
7. Otras funciones de visualización de datos	35
8. Sumario de funcionalidades	37
9. Recursos adicionales	40
Bibliografía	40
Links en Internet	41

1. Introducción

Son muchas y muy variadas las funciones que podemos encontrar en los distintos programas, ya sean comerciales, de los sectores académicos o del tipo open source (de código abierto). Desde funciones sencillas como buscar un sitio por su nombre hasta funciones complejas y muy específicas, como la construcción de un modelo hidrológico para la determinación del escurrimiento y zonas de acumulación del agua, es el amplio espectro de funciones que los software SIG ofrecen actualmente.

¿Cuáles funciones, o de qué tipo, estaremos estudiando en este documento?

Básicamente veremos **las principales funciones de visualización y consulta de datos presentes en un software SIG del tipo desktop** (de escritorio) un nivel de software pensado para ser utilizado en forma individual, en pequeños grupos o proyectos, no en un ambiente multiusuario¹. Y serán las funciones predominantemente presentes en herramientas vectoriales, más que en herramientas de tipo raster.

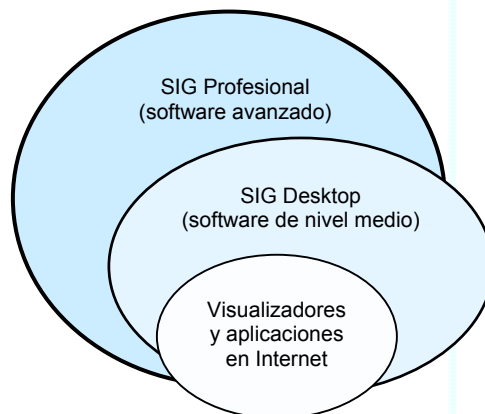


¹ Ejemplos de este tipo de software son ArcGIS de ESRI, GeoMedia de Intergraph, MapInfo Professional de MapInfo e IDRISI de Clark University, entre otros.

Conocer a cerca de las funciones y capacidades de los SIG analizando principalmente aquellas presentes en un software SIG desktop de tipo vectorial pasa por varias razones. En primer lugar, este nivel de producto es lo suficientemente interesante y desafiante para los que se inician, sin dejar de ser “accesible” en términos de aprendizaje. En segundo lugar, los SIG desktop son los más difundidos y utilizados en el mercado debido a que son capaces de dar respuesta a la gran mayoría de las situaciones y porque económicamente no poseen precios relativamente altos.

No obstante, resulta necesario -a su vez- acotar aún más las funciones que estaremos estudiando. Una estadística estimada por Roger Tomlinson² (en “Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers”, 2003) establece que **la mayoría de los usuarios SIG utilizan alrededor del 10% de las funciones que tienen disponibles en sus puestos de trabajo**. En consecuencia, este documento te brindará una lista y explicación de aquellas funciones de visualización y consulta utilizadas con mayor frecuencia por la mayoría de los usuarios.

Finalmente, algo muy importante, con relación al aprendizaje. Las funcionalidades de un determinado software están, en su mayoría y generalmente, incluidas en un software más avanzado; es decir, las funcionalidades en los distintos niveles de software pueden ser vistas como módulos que van “sumándose” a la plataforma de trabajo. Esto resulta muy conveniente para los usuarios, ya que sus aprendizajes son capitalizados y sirven de base al momento de crecer hacia un software más profesional.



Las funciones de visualización y consulta de datos resultan las primeras en ser utilizadas por quienes se inician con un software SIG. En primer lugar, porque reúnen las herramientas mínimas indispensables para “interactuar” con los mapas digitales y sus tablas de atributos y, en segundo término, porque resultan relativamente más sencillas de aprender a utilizar.

² El Dr. Roger Tomlinson, geógrafo, suele ser identificado como “el padre de los SIG”, ya que fue uno de los pioneros en llevar adelante el diseño, desarrollo e implementación de un Sistema de Información Geográfica. Tomlinson fue quien llevó adelante el proyecto CGIS -Canadian GIS- a mediados de la década del 60, para la administración y gestión de los recursos naturales en Canadá.

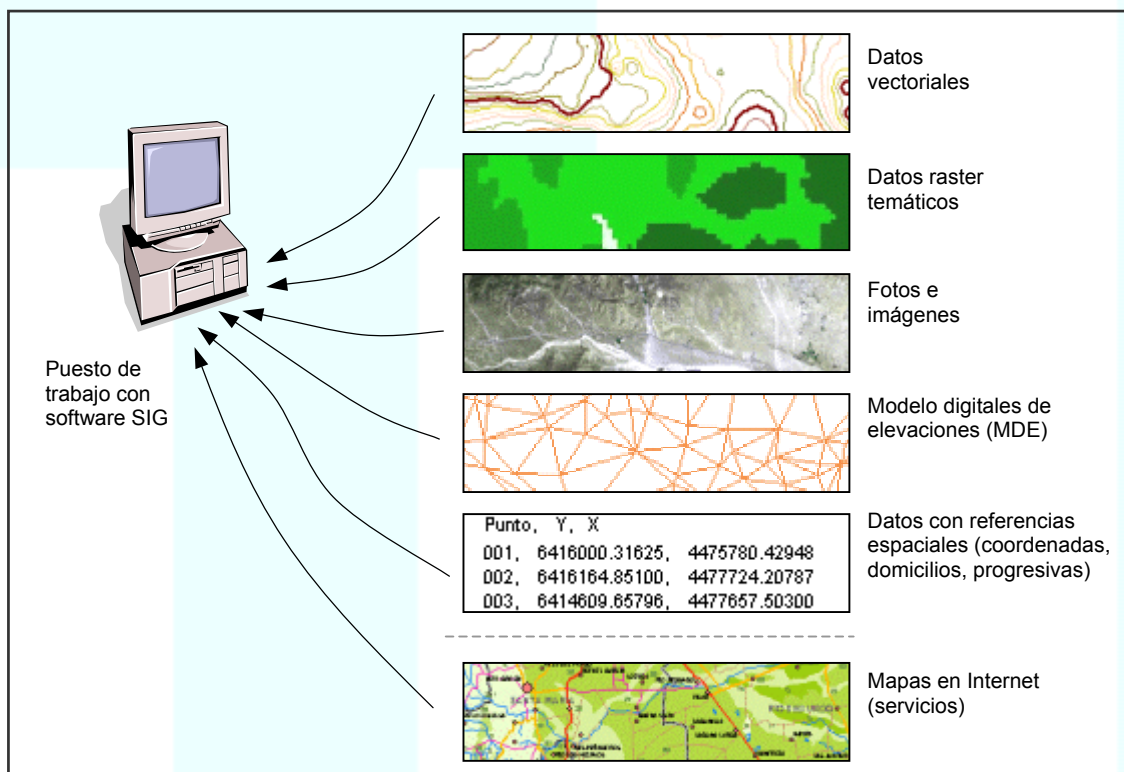
2. ¿Qué tipos de datos podemos ver en un SIG?

Actualmente la mayoría de los software SIG de calidad permiten la visualización conjunta de todo tipo de datos geográficos, ello es: datos vectoriales, datos raster temáticos, imágenes satelitales, fotografías aéreas, modelos digitales de elevaciones e, incluso, datos que posean alguna referencia espacial directa (como coordenadas o direcciones postales). Con simples funciones o botones de **“añadir datos”** puedes incorporar en tu sesión de trabajo cualquier tipo de dato existentes en tu PC o en otro sitio de la red. En algunos software más recientes, puedes también incorporar “mapas” publicados en Internet (*servicios SIG*) y trabajarlos en forma conjunta con el resto de la información.

En el caso de datos en diferentes formatos, los programas incorporan muchos de ellos en forma directa, sin necesidad de convertir los archivos al formato propietario del software que se está utilizando³. Para el resto de los casos, suele disponerse de una gran cantidad de utilitarios para la importación y exportación de datos (a modo de ejemplo, el software ArcInfo, de ESRI, puede leer en forma directa más 50 formatos diferentes y posee alrededor de 80 funciones para la conversión de datos).

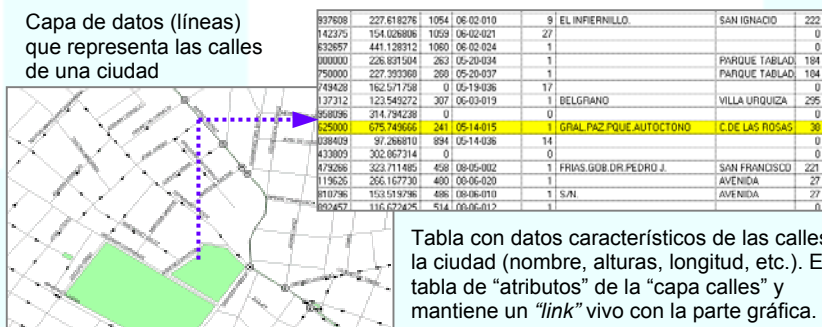
³ En este sentido, es muy importante el trabajo que se lleva adelante en el Consorcio Open GIS, una de cuyas misiones es el establecimiento de estándares para el intercambio de datos y facilitar, así, el trabajo con cualquier tipo de datos desde cualquier tipo de aplicación. Para conocer más sobre este tema puedes entrar al sitio de Open GIS (www.opengis.org).

Visualización y consulta de datos en ambientes SIG



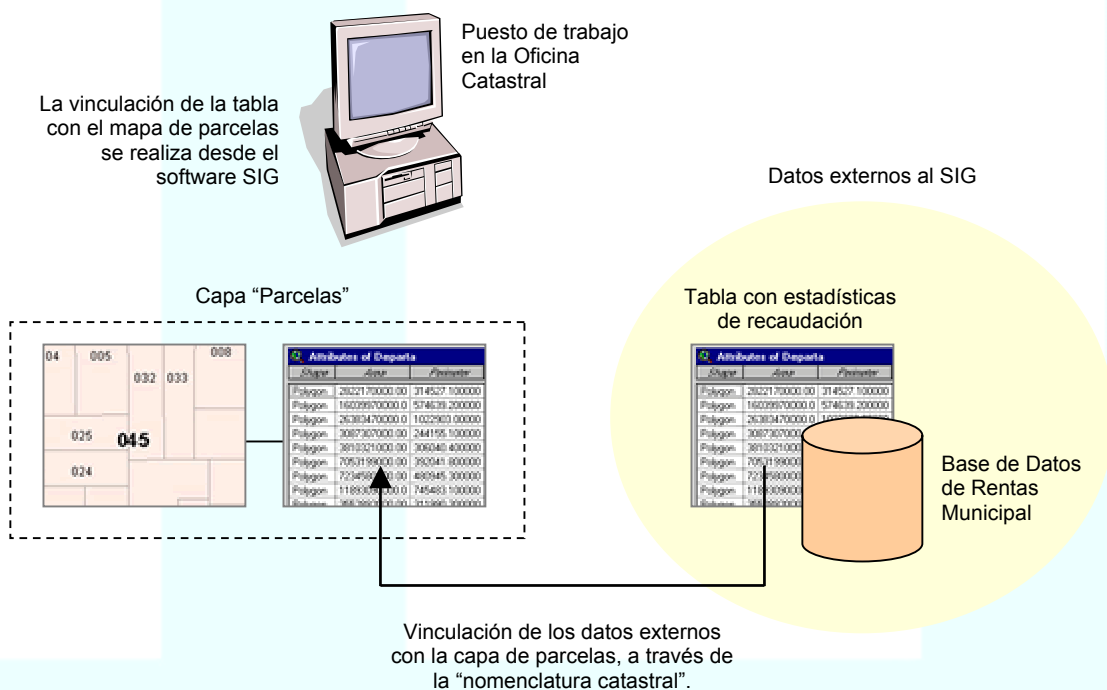
La integración de datos (de diferentes estructuras, formatos, fuentes y localización) es una característica muy importante de los SIG de hoy.

Al añadir datos geográficos en nuestro puesto de trabajo, utilizando herramientas SIG, no sólo se incorporan “datos gráficos” (los mapas, por decirlo de alguna manera) sino también sus respectivos “atributos”.



Adicionalmente a los conjuntos de datos mencionados, los software SIG también permiten **la incorporación de datos alfanuméricos almacenados en tablas y / o bases de datos externas (RDBMS⁴)**, para posteriormente “vincularlos” a los datos geográficos a través de un “elemento común”. Como ejemplo, podemos tomar el caso de un gobierno municipal donde los datos de recaudación, generalmente almacenados en tablas o bases de datos de la Oficina de Rentas, podrían ser “vinculados” al mapa de parcelas, administrado y mantenido desde un SIG por la Oficina Catastral (en este caso, el elemento común –seguramente- sería la nomenclatura catastral).

Básicamente, lo que el usuario realiza es la definición de un vínculo (o conexión) desde el software SIG a la tabla o base de datos externa, generalmente almacenada en otro sitio de la red de la organización. Esta definición incluye el nombre de la base de datos, su ubicación y qué datos serán “leídos” desde el SIG.



⁴ Relational Database Management System. Sistema de administración de bases de datos con la habilidad de acceder a datos organizados en tablas que pueden estar relacionados con otros por un campo (o columna) en común. Algunas de las RDBMS más difundidas en el mercado son Oracle, Microsoft SQL Server y DB2 de IBM.

Los SIG incorporan datos alfanuméricos en una gran variedad de formatos. Algunos en forma directa (como los archivos de texto -ASCII- y las tablas .DBF) y otros, generalmente almacenados en bases de datos, a través de “vínculos informáticos”⁵.

Aquellos datos leídos en forma directa por el software pero que no están en el formato propietario (por ejemplo, si añadimos un archivo .DWG de AutoCAD en ArcInfo de ESRI, o si accedemos a datos de una base de datos DB2 desde GeoMedia de Intergraph) son incorporados en la sesión de trabajo en el **modo “sólo lectura”**. Puedes visualizarlos, consultarlos, cambiar algunas de sus propiedades de visualización, pero –sin mediar algún desarrollo de por medio- no podrás modificarlos, ya que los mismos son propietarios de otras aplicaciones.

Si deseas, en cambio, poder acceder y modificar datos gráficos y alfanuméricos que no están en el formato propietario de tu software, entonces deberás utilizar las funciones de “importación de datos” y transformar los mismos al formato nativo de la herramienta que estés utilizando.

3. Entendiendo mapas y datos en un SIG

En una primera instancia, trabajar con datos geográficos en un SIG es muy similar a trabajar con un tradicional mapa papel. Estos últimos contienen una representación del espacio geográfico (*modelo*) adecuada para determinada escala, los elementos gráficos representan determinados objetos territoriales utilizando una simbología prefijada y el lector obtiene “algo” de información adicional de determinado lugar a través de los textos (los que indican el nombre de un río, la altura máxima de un cerro, etc.) y de la simbología particular usada para diferenciar categorías o tipos de elementos (como la distinción de tipos de caminos a través de diferentes colores y espesores). Existen muchas otras características, pero en nuestro caso por ahora, no resulta importante entrar en detalles.

⁵ Una de las maneras más comunes de conectarse con datos almacenados en una base de datos externa a la aplicación que se está usando es a través de un **vínculo ODBC** (Open Database Connectivity), el cual puede ser interpretado como un “driver” de la base de datos que posibilita a otras aplicaciones acceder a su contenido. Si te interesa y quieres aprender más sobre este tema puedes buscar en tu Help de Windows y / o en la “base de conocimiento” (Knowledge Base) de Microsoft (www.microsoft.com).

Un mapa tradicional, se ofrece al usuario como un “producto terminado”, de alguna manera fácil de usar, donde la información que forma parte de él, su simbología y demás elementos fueron cuidadosamente seleccionados y preparados por especialistas para un público generalmente no especialista.

Al trabajar con datos geográficos en un SIG todas las características de los tradicionales mapas papel persisten, pero las posibilidades de “interactuar y personalizar” la situación son mucho mayores. Podríamos decir que estamos trabajando con un “**mapa inteligente**”. Esto resulta en un gran beneficio para los usuarios, pero con nuevas responsabilidades y exigencias.

Respecto de la tradicional cartografía analógica, el ambiente SIG permite:

- **Seleccionar con qué datos (capas) trabajar**, elaborando de esta forma un mapa “a medida” con la información necesaria para el objetivo del trabajo.
- **Asignar simbología y textos**, considerando necesidades particulares, intereses, gustos, medio de salida de los resultados, etc., a partir de la información de dichos elementos almacenada en la base de datos.
- **Manejar textos “dinámicos”** sobre el mapa, que modifican su posición, concentración y distribución según el nivel de *zoom* (escala de trabajo en pantalla).
- **Consultar “más” información de los elementos** cuando los textos (toponimia) nos resultan insuficientes, “leyendo” toda la información de dicho elemento almacenada en la base de datos.
- **Buscar “lugares”** en el mapa a partir de datos precisos (como el nombre del lugar, coordenadas, domicilio, etc.) o un conjunto de características establecidas por el usuario.
- **Modificar la escala de trabajo** en pantalla, aunque dentro de los límites permitidos que surgen de la precisión original de los datos.
- **Modificar el sistema de coordenadas** con el que se desea trabajar (si los datos originales están en algún sistema de coordenadas conocido que permita calcular al programa las coordenadas en el nuevo sistema).

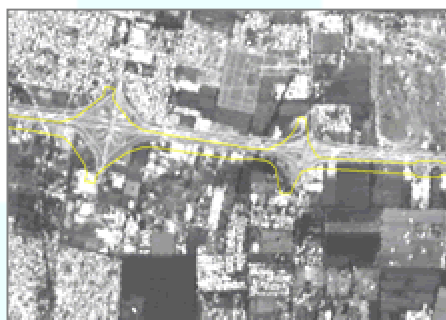
- **Guardar nuestro trabajo**, con todas las opciones y configuraciones establecidas por el usuario, para volver a acceder al mismo en cualquier otro momento.
- **Obtener múltiples salidas y resultados del mismo conjunto de datos** con el que estamos trabajando, como por ejemplo: impresiones de distintos sectores, con las capas de datos deseadas, con simbologías cambiadas, con textos, sin textos, reportes o listados, gráficos estadísticos, etc.

Sin embargo, este aumento en las potencialidades de trabajo, interacción, exploración y análisis de la información geográfica –mucho más limitadas al trabajar con un mapa papel- exigen al usuario ser más responsable en algunos aspectos como los que se mencionan a continuación.

Contenido del mapa digital

Si bien la posibilidad de seleccionar el contenido de nuestro mapa digital y personalizar, así, nuestro trabajo, resulta muy cómodo y conveniente, es importante observar que:

- a. Las capas a seleccionar e integrar en el mapa digital deben **estar en el mismo sistema de coordenadas**; o, en el caso de estar en sistemas diferentes, aplicarse la transformación de coordenadas necesaria para que todos los datos puedan observarse y trabajarse en forma conjunta.



Puede observarse que la imagen satelital y el mapa de líneas (color amarillo) poseen un desplazamiento “sistemático” uno respecto del otro.

Esta situación se debe a que ambas “capas” no están en el mismo sistema de coordenadas.

- b. Es muy importante, también, al integrar datos de diferentes fuentes y orígenes, seleccionar **conjuntos de datos compatibles en términos de precisión**⁶; es decir, seleccionar capas de datos que posean una precisión similar de manera que sea posible tratarlos y administrarlos en forma conjunta.



La imagen muestra un río, una vía de ferrocarril y un camino de montaña con aparentes problemas de “ubicación”.

Las superposiciones que se observan entre estos elementos no son representativas de la realidad y ello se debe a la integración de datos de distinta precisión o escala fuente.

Los cursos de agua y los caminos fueron obtenidos de un mapa a E. 1:500.000 y las vías férreas, en cambio, de un documento a E. 1:1.000.000.

- c. Finalmente, es casi imprescindible conocer ciertas informaciones de los datos (o capas de datos) que vamos a utilizar, tal como la escala o precisión fuente de los datos, sistema de coordenadas, fecha de relevamiento, etc. Es decir, contar con **metadatos** de nuestros conjuntos de datos (capas) con los que vamos a trabajar.

Escala (precisión de los datos)

Las herramientas de zoom, que nos permiten modificar la “escala de pantalla” con la que trabajamos, pueden transformarse en un problema si no son utilizadas con precaución. Es común aumentar y aumentar la vista que se posee del mapa hasta límites que exceden la precisión de los datos o la “escala original” de sus documentos fuente.

⁶ Qué es precisión? Puede definirse, en nuestro caso, como el valor de incertidumbre con que la posición y dimensiones de un objeto geográfico son conocidas. Por ejemplo, decimos que cierta longitud es de 83 Mts. con una incertidumbre de + / - 2 Mts. La precisión surge del método de medición empleado o, al obtenerse los datos sobre un mapa papel, del valor de la escala de dicho documento.

Resultan muy interesantes los conceptos de Precisión y Exactitud (similares y muchas veces confundidos o mal utilizados) expuestos por Sean Curry en “CAD and GIS—Critical Tools, Critical Links”, Autodesk, 2003.

“Usualmente usados en forma indistinta, los términos exactitud y precisión significan cosas diferentes. Por ejemplo, decir “la Torre Eiffel está en Francia” es exacto pero no preciso. Decir “la Torre Eiffel está en París, Francia” aumenta la precisión pero no la exactitud. Usando coordenadas geográficas, la Torre Eiffel está situada en 48° 51.494’ Norte - 2° 17.661’ Este. Esta última afirmación es tan exacta como las dos primeras, pero es mucho más precisa. En un contexto cartográfico, un mapamundi a pequeña escala (1:35.000.000, por ejemplo) puede ser exacto pero ciertamente es impreciso, mientras que un dibujo de una obra de ingeniería necesita ser extremadamente tan preciso como exacto”.

Si bien este tema reviste vital importancia fundamentalmente al momento de obtener salidas impresas (productos cartográficos) no debe abusarse de estas herramientas seducidos por las facilidades y un aparente “aumento de la precisión y detalle de los datos”. Una de las consecuencias clásicas es la sensación que los datos del mapa son poco precisos al observarse “imperfecciones” en sus formas, posiciones relativas u obtener “valores incorrectos” en las distancias.

Siempre debe tenerse en cuenta para qué escala de trabajo son los datos poseemos.

Estas consideraciones no buscan restringir el uso de las herramientas de zoom; sí más bien orientar al usuario hacia una utilización responsable, fundamentalmente frente a un público no especializado en “lectura de mapas”. Al trabajar con el SIG el usuario debe cuidar o fijar un intervalo de escalas de visualización (máxima y mínima) dentro del cual los problemas mencionados no serán de importancia.



En la imagen pueden observarse algunas de las situaciones mencionadas.

Al estar trabajando con un nivel de zoom considerablemente mayor a la escala fuente de los datos, por ejemplo, los rasgos aparecen con formas que “producen la sensación de estar incorrectas” respecto de la realidad.

Comunicación y presentación de la información

Otro elemento muy importante y delicado al trabajar con mapas digitales es la simbolización de los datos. En general, se accede a conjuntos de información que no poseen una leyenda cartográfica prediseñada que los acompaña y, en consecuencia, es el usuario –muchas veces sin los conocimientos y habilidades necesarios- quien asigna la simbología para trabajar con dichos datos.

Tradicionalmente la elección de una simbología para cada tipo de objeto geográfico era un proceso muy importante y llevado a cabo por especialistas en cartografía. Se tenía en cuenta la escala del producto que se estaba elaborando, estética, equilibrio, similitudes y diferencias con otros símbolos, jerarquías; en general, principios básicos de comunicación gráfica.

El trabajo con datos geográficos digitales deja este paso, en muchos casos, en manos de los usuarios en su gran mayoría no especialistas en cartografía. Si bien los software actualmente poseen una gran variedad de librerías de símbolos, opciones, colores, paletas prediseñadas, etc. que facilitan este paso, es muy común observar simbologías inadecuadas o que no siguen ciertas normas prefijadas por los organismos de producción cartográfica. Esta situación **puede derivar en problemas de interpretación de la información geográfica.**

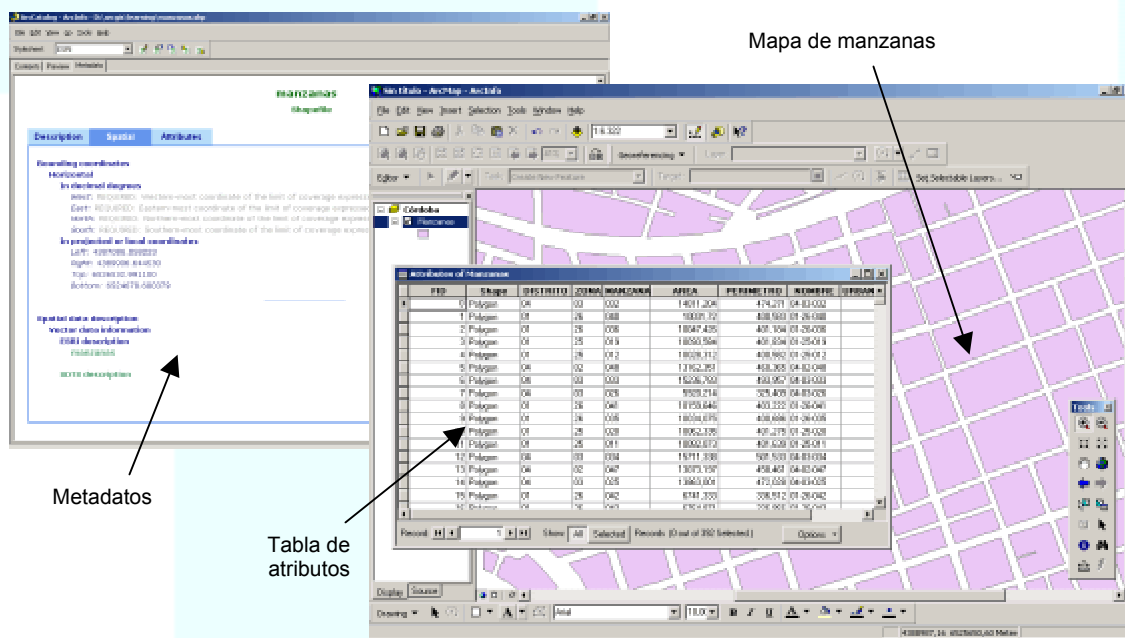
Al igual que lo mencionado en los casos anteriores, es importante que los usuarios manejen conceptos mínimos de diseño cartográfico.

4. Preparando y explorando datos

Una vez en el SIG y con las consideraciones efectuadas, sólo es necesario navegar por nuestro disco, otro sitio de la red y / o, incluso, en Internet y seleccionar e incorporar todos los datos que revisten importancia para nuestro trabajo.

Una vez con los datos, el primer paso podría ser **abrir y explorar los metadatos y la tabla de atributos** de cada una de las capas. El paso siguiente, configurar ciertos elementos básicos, como asignar nombres de fantasías a las capas y columnas de la tabla de atributos (*alias*) y configurar la apariencia de la tabla de atributos (tipo de letra, columnas visibles, anchos y posición de las columnas, etc.).

Respecto al sistema de coordenadas, es importante **establecer el sistema de coordenadas del mapa con el que se trabajará.** En el caso de que alguna capa estuviera en otro sistema –por supuesto, conocido–, algunos SIG permiten asignar un cambio de proyección “on-the-fly”, lo que significa que a dicha capa se le aplicarán en forma permanente las fórmulas de la proyección elegida de manera que pueda visualizarse con el resto de las capas (este tipo de proyección es una opción de visualización y no modifica las coordenadas originales almacenadas en los archivos de datos).



Interface del sistema ArcInfo 9, desde donde puede añadirse una capa (en este caso, una capa de manzanas de una ciudad), abrir su tabla de atributos (donde hay un registro o fila para cada manzana), consultar su contenido y, también, abrir una ventana para consultar los metadatos.

Establecido el sistema de coordenadas, el usuario puede seleccionar las unidades de trabajo.

Otra operación inicial común al confeccionar el mapa digital es establecer un “orden geográfico a las capas”, el cual es respetado al momento de dibujarse los elementos. Esto posibilita “colocar” capas de elementos superficiales “por debajo” de capas más simples, como de puntos y líneas; las fotos e imágenes satelitales, también suelen ser colocadas “de fondo” al resto de las capas del mapa.

Con relación a la precisión de los datos, para asegurar un trabajo responsable en este sentido, los sistemas ofrecen al usuario la posibilidad de fijar un **rango de escalas de visualización**

(mínima y máxima) sólo dentro del cual los elementos se dibujan. En forma automática, al sobrepasar cualquiera de ambos límites, la capa deja de visualizarse.

Herramientas de visualización

Realizada las operaciones de iniciación y preparación de los datos, el conjunto de herramientas que el usuario comienza a utilizar son aquellas destinadas a la “exploración” de los datos geográficos.

Los software actualmente ofrecen una gran variedad de funciones de **zoom y pan**. Las primeras, posibilitan variar la escala de pantalla, mientras que las segundas moverse hacia otra posición en el mapa, preservando la escala de visualización. Recordemos lo mencionado en páginas anteriores: aumentar la escala de visualización no aumentará la precisión de los datos que estamos observando ni su nivel de detalle.

Algunas de las herramientas de *zoom y pan* que pueden encontrarse en los software son:

- Ampliar la vista del mapa en valores fijos (zoom de aumento fijo).
- Ampliar la vista del mapa en un sector de interés (zoom de aumento con ventana).
- Reducir la vista del mapa en valores fijos (zoom de reducción fija).
- Reducir vista del mapa en un sector de interés (zoom de reducción con ventana).
- Observar vista total del mapa (zoom máximo).
- Modificar vista del mapa en tiempo real (zoom dinámico).
- Regresar a la vista anterior (zoom anterior).
- Volver a la vista siguiente (zoom siguiente).
- Llevar la vista a los elementos seleccionados (zoom a los elementos seleccionados).
- Llevar la vista del mapa a un valor fijo (establecer escala de pantalla).
- Ampliar la vista del mapa a nivel adecuado según la resolución de una imagen satelital.
- Crear ventana de aumento sobre la vista del mapa (magnifier).
- Mover la vista del mapa hacia una dirección deseada (pan).
- Mover la vista del mapa utilizando barras de desplazamiento.
- Crear ventana de ubicación donde se indica la extensión actual de la vista del mapa (overview).









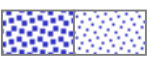



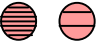





Respecto a la escala, es importante repasar que hemos mencionado varios conceptos muy vinculados entre sí, pero con significados diferentes. Recuerda lo siguiente:

Escala	Es la proporción entre las dimensiones del mapa (papel o digital) y las de la realidad.
Escala fuente u origen	Es la escala de los documentos fuente, origen de la información.
Escala de visualización (pantalla)	Es la escala con que se visualizan los datos en la pantalla del puesto de trabajo y que varía al usar las herramientas de zoom. En la mayoría de los casos, se visualizan los datos a escalas mayores y menores que la escala fuente, pero debe recordarse que existen limitaciones y consideraciones a tener en cuenta.
Escalas límites de visualización	Valores de escala (máxima y mínima) para que el trabajo en pantalla no exceda ciertos niveles “aceptables” de alejamiento de la escala fuente.
Escala de salida	Es la escala de los productos impresos que se obtienen de un SIG. En teoría debe ser igual a la escala fuente u origen, aunque pueden elaborarse productos con escala algo mayores o menores, si esta situación es expresamente mencionada en el producto.

Simbolización de datos

Los SIG ofrecen una importante cantidad de funciones y posibilidades para una adecuada presentación de los datos geográficos y facilitar su lectura e interpretación. Con la evolución del software, estas funcionalidades también han ido creciendo en posibilidades y calidad y actualmente puede considerarse a los SIG como herramientas muy apropiadas y completas para la producción de cartografía de base y temática (aunque ésta no es su función principal).

La Ciencia Cartográfica tiene en cuenta para la elaboración y selección de la simbología de los elementos de un mapa las **variables visuales**, las cuales también están presentes en los software SIG. Ellas son:

	Punto	Línea	Polígono
Color			
Valor			
Tamaño			
Forma			
Espaciado			
Orientación			

Cuadro adaptado de "Elementos de Cartografía", Arthur H. Robinson y otros, 1987.

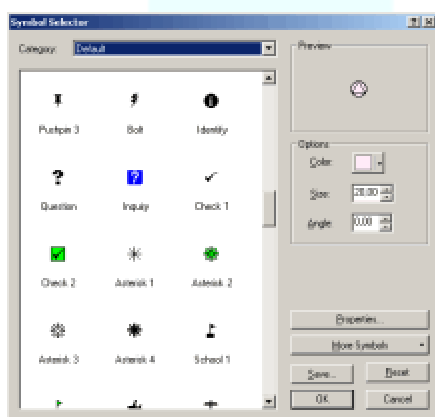
Ya sean puntos, líneas, polígonos o capas de tipo raster, podrás seleccionar y modificar colores, símbolos, tramas, espesores y tamaños, etc. Las posibilidades son realmente muy amplias y pueden obtenerse productos muy agradables desde un punto de vista estético y muy adecuados desde puntos de vista cartográfico y comunicacional.

Con relación a los "símbolos" (forma, tamaño, espaciado y orientación) los SIG ofrecen una gran cantidad de librerías y brindan la posibilidad de importar símbolos de otras aplicaciones y en otros formatos. Para cada símbolo, disponen de un importante conjunto de herramientas para la modificación de sus formas, tamaño o espesores, orientación, etc. Para casos especiales, algunos sistemas cuentan con un "editor de símbolos", que permite la creación de nuevos símbolos.

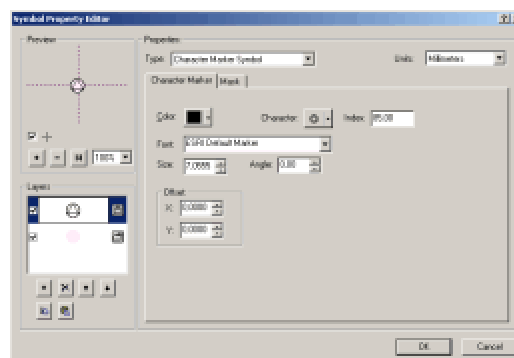
Con relación al "color" y al "valor", las posibilidades son también muy amplias. Generalmente están disponibles para el usuario paletas de diferentes colores, los cuales pueden ser modificados considerando varias opciones (manipulación de componentes RGB (rojo-verde-amarillo), CMY (cian-magenta-amarillo), de brillo-saturación-valor, etc.). También, en algunos

programas, es posible configurar un nivel de transparencia (en %) a ser aplicado a la simbología de las capas.

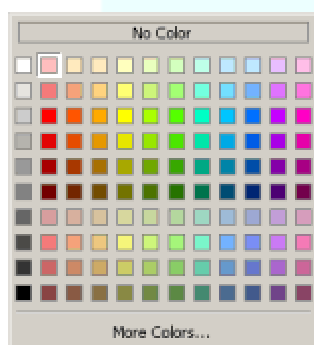
IMÁGENES DEL SISTEMA ARCINFO 9



Ejemplo de una librería de símbolos puntuales. El usuario puede incorporar otras librerías según el área temática (geología, clima, transporte, etc.).



Editor de símbolos desde donde se pueden crear símbolos o modificar símbolos existentes.



Paleta de colores básicos ofrecidos al usuario. Desde "More Colors" pueden seleccionarse colores y tonalidades personalizadas.

Al trabajar con fotografías aéreas e imágenes satelitales las herramientas para construir productos adecuados según el trabajo y visualmente agradables y comprensibles, son muy diferentes a las usadas para la simbolización de elementos vectoriales (puntos, líneas y polígonos) o

capas raster temáticas. Funciones para aumentar el brillo, la claridad, realzar ciertos elementos de la imagen, etc. son sólo algunas de las tantas funciones para el procesamiento digital de imágenes.

Cartografía

"La Cartografía comprende el conjunto de estudios y operaciones científicas, artísticas y técnicas, que intervienen a partir de los resultados de observaciones directas o de la explotación de documentación, en vistas a la elaboración de mapas, planos y otras formas de expresión, así como de utilización." (Asociación Cartográfica Internacional, UNESCO, París, 1966).

La Ciencia de la Cartografía, como surge de la definición (aún tan vigente, después de casi 40 años) exige a las personas involucradas en la tarea cartográfica el manejo de conceptos y habilidades especiales, algunos de los cuales ya hemos venido mencionando.

Trabajar con datos geográficos en un SIG exige contar, también, con algunos de aquellos conocimientos y habilidades requeridos en un cartógrafo. Si quieres ser un especialista en SIG deberás conocer y saber trabajar (por lo menos a nivel básico) con: escala, proyecciones cartográficas, sistema de coordenadas, variables visuales y símbolos cartográficos, entre otros elementos.

Podrás ver que, de la misma manera, sucede con otras áreas temáticas de las funciones SIG, en donde se suman exigencias vinculadas con programación, bases de datos o geoestadística, por mencionar algunos ejemplos.

Consulta de datos

Las herramientas de consulta de datos son una de las primeras herramientas que permiten descubrir la diferenciación de estos sistemas con otros similares (como los programas de cartografía digital o de dibujo asistido por computadora –CAD). Básicamente **permiten "tocar un lugar en el mapa" y obtener mayor información sobre él.**

Estas funcionalidades entregan al usuario todos los datos (**atributos**) de dicho lugar que están almacenados en la base de datos del SIG y, de existir vínculos externos, almacenados en otras tablas o bases de datos. El usuario recibe una lista de todos los atributos de todas las capas que conforman el mapa y la datos de ubicación (**coordenadas**) del lugar interrogado.

Como mencionamos anteriormente, también se cuenta con la posibilidad de acceder a la tabla de atributos de cada una de las capas que conforman el mapa y explorar los datos temáticos en forma completa.

5. Elaborando mapas temáticos (clasificación de datos)

Un nivel de funciones para la simbolización de datos algo más avanzadas que lo visto hasta el momento, es la posibilidad de construir leyendas cartográficas **teniendo en cuenta las características o atributos de los elementos**. Es decir, clasificar los elementos en función de una o más variables y obtener, así, “mapas temáticos”.

Este tipo de clasificaciones se efectúan a nivel de “capa” y pueden considerar características almacenadas en la tabla de atributos o almacenadas en tablas o bases de datos externas.

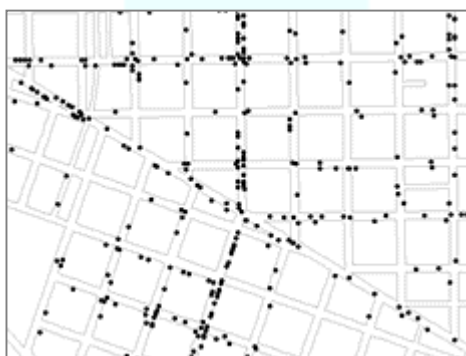
El ambiente digital que ofrece el SIG transforma este proceso en una tarea sencilla y muy flexible, pudiendo el usuario configurar distintas propiedades y modificarlas rápidamente si el producto obtenido inicialmente no cubre sus expectativas. No obstante, las facilidades de operación no desligan al usuario de la responsabilidad de analizar los datos, considerar ciertos indicadores estadísticos y seleccionar la simbología más adecuada para cada caso. Las herramientas de software sólo facilitan el trabajo, agilizan los cambios y aumentan la calidad de los productos obtenidos, pero no reemplazan al profesional en la toma las decisiones.

A continuación se presentan algunos de los distintos mapas que son posibles de obtener con estas funciones.

Mapas de categorías

Al visualizar los elementos de una capa con la misma simbología estamos obteniendo información sobre “dónde están” dichos elementos, pero ningún otro tipo de información sobre sus características o que permita diferenciarlos. Si en la tabla de atributos poseyéramos algún “campo” con datos que permitieran agrupar los elementos por “tipo o categorías” (variable nominal u ordinal), entonces podríamos obtener un mapa particular que mostraría, además de la ubicación de los elementos, **la distribución espacial de las categorías, utilizando una simbología diferente para cada caso.**

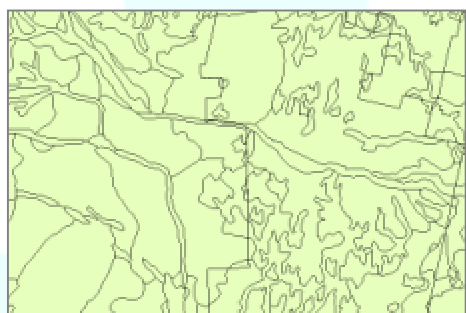
Los siguientes cuadros muestran algunos ejemplos.



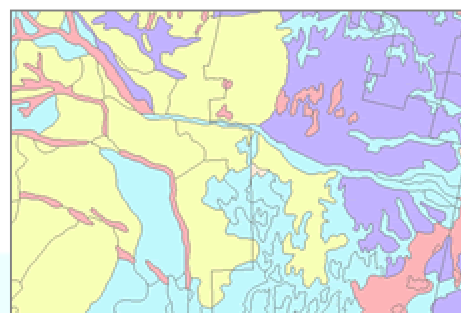
Distribución de los comercios en un área urbana.



Distribución y discriminación de los comercios por su tamaño: P (pequeño), M (mediano) y G (grande).



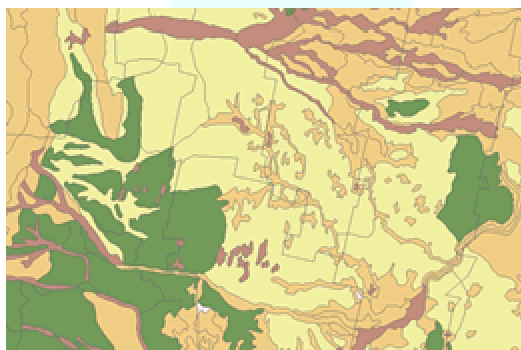
Unidades de suelo de características homogéneas.



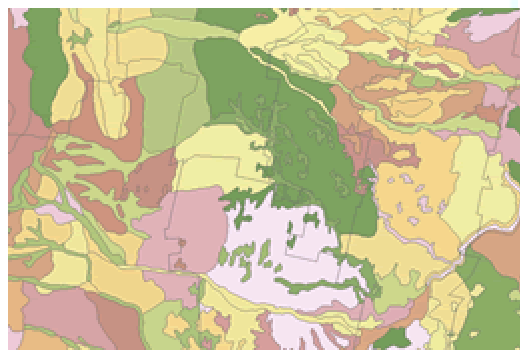
Categorización de los suelos según tipo: A (asociación), C (complejo), Con (consociación).

Las clases o categorías pueden obtenerse considerando uno o más campos de la tabla de atributos. Por ejemplo, si estamos trabajando con edificaciones en una ciudad y en la tabla de atributos contamos con los datos: “destino principal” (comercial, residencial e industrial) y “categoría de construcción” (A, B y C) podríamos, entonces, obtener un mapa de “parcelas según su destino y categoría de construcción”, con 9 clases.

Es importante observar que mapas con muchas clases o categorías son difíciles de interpretar. En estos casos, es recomendable realizar algún agrupamiento con el fin de no superar alrededor de las 7 u 8 clases. Una opción alternativa, es seleccionar simbologías similares para categorías similares; por ejemplo, siguiendo con el mapa de edificaciones, en lugar de reducir la cantidad de clases, podrían utilizarse 3 tonos diferentes de un mismo color para cada tipo de destino, quedando 9 símbolos diferentes que el lector logra agrupar sin dificultad en 3 clases (3 colores).



En esta imagen se observan las unidades de suelo del Atlas del INTA agrupadas en **4 categorías** diferentes.



Esta imagen muestra las mismas unidades, pero agrupadas en algo más de 20 categorías. El lector podrá apreciar la dificultad de identificar y recordar **20 símbolos** diferentes.

Este tipo de mapas son también conocidos como “de valores únicos” o “corocromáticos” (del griego *choros*: área y *chroma*: color).

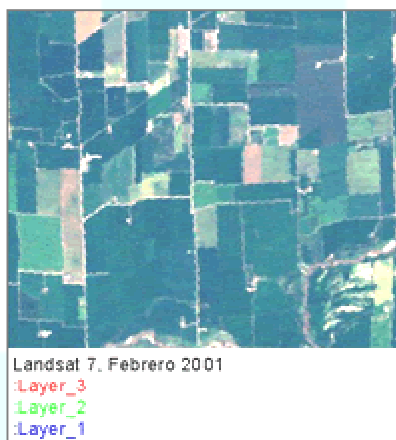
Clasificación de imágenes satelitales

En el ambiente raster es común obtener mapas de categorías a partir del procesamiento digital de imágenes satelitales. Si bien la tarea es mucho más compleja que la clasificación de datos vectoriales o raster temáticos que hemos venido explicando, el concepto es muy similar.

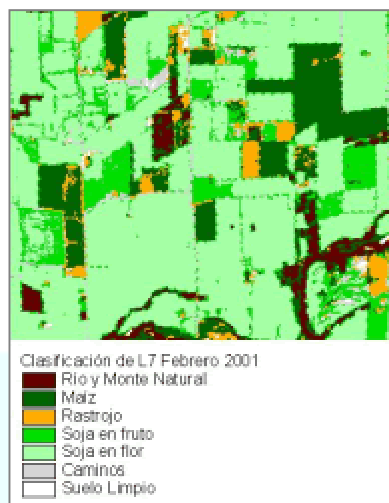
Las imágenes satelitales son datos de estructura raster y están conformadas por grillas de celdas que poseen un ND (nivel digital) “respuesta” a distintos elementos visibles y no visibles del espacio geográfico (como la cobertura vegetal o el nivel de humedad en el suelo). La variabilidad y riqueza de la información brindada por una imagen satelital requiere muchas veces de una simplificación, a través de la elaboración de una “carta temática derivada” del análisis de los ND de sus celdas. Este proceso es conocido como “clasificación” y busca obtener grupos o categorías que luego son simbolizadas siguiendo los lineamientos expuestos anteriormente.

La obtención de este tipo de mapas requiere trabajar con programas de procesamiento de imágenes en forma independiente al SIG o, bien, integrar en el SIG alguna extensión especializada en procesamiento de imágenes. Para obtener buenos resultados el procedimiento requiere de usuarios con experiencia, especializados en la temática que se está clasificando (cultivos, aplicaciones geológicas, etc.) y visitas al campo.

Imagen satelital Landsat 7



Mapa de cobertura del suelo



Este tipo de capacidades son propias de las funciones de análisis de los programas de procesamiento de imágenes. Sin embargo han sido mencionadas, sin entrar en gran detalle, por tener estrecha relación con la elaboración de “mapas de categorías”.

Teledetección

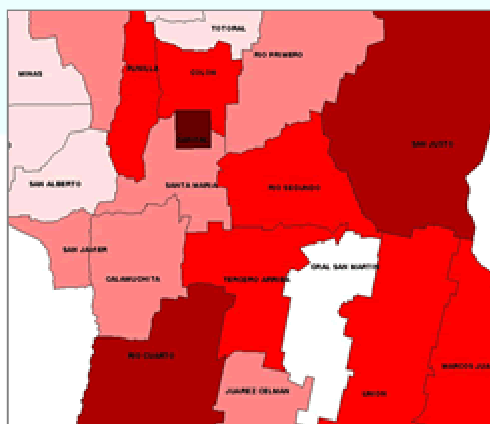
“La Teledetección espacial puede definirse como la técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales y, luego, obtener, del análisis de dichas imágenes, información sobre un objeto, área o fenómeno” (“Fundamentos de Teledetección Espacial”, Emilio Chuvieco, 1990).

Trabajar con imágenes satelitales requiere conocer y manejar una amplia y variada cantidad de conceptos y técnicas relacionadas con la física y la estadística, entre otros áreas de estudio.

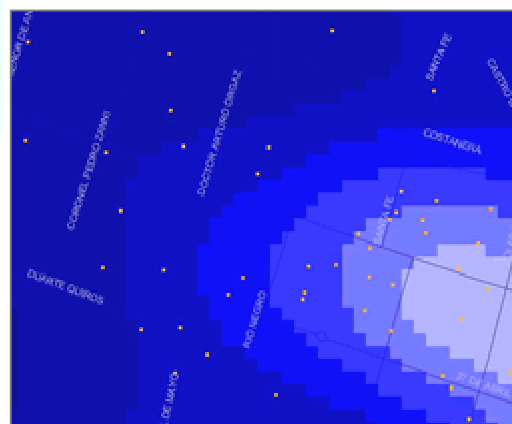
No es objeto de este documento estudiar estos temas, pero al estar muy relacionados con los SIG es recomendable poseer y manejar algunos conceptos básicos de Teledetección. En el título de “recursos adicionales” encontrarás bibliografía y sitios en Internet donde ampliar estos temas.

Mapas de colores graduados

Este tipo clasificación se realiza a partir de variables cuantitativas, como las variables de intervalo o razón, aunque también pueden usarse con variables ordinales. Se basa en agrupar los elementos, o celdas de una capa raster, en una cantidad limitada de clases y utilizando una escala de color con variaciones de valor. Si bien puede ser usada con todo tipo de elementos, su utilización está más asociada con la clasificación de polígonos y capas raster.



Población por unidades regionales en una zona central de Argentina (capa de polígonos)



Densidad del servicio de telefonía pública en
la zona central de una ciudad
(representación raster)

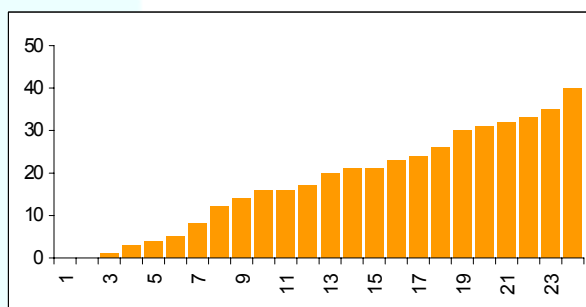
Este tipo de mapas son conocidos como “coropléticos” o “coropletos” (del griego *choros*: área y *plethos*: valor) y, al igual que con los mapas de categorías, ya eran realizados por los cartógrafos en forma manual, mucho antes que programas como los SIG o de cartografía digital facilitaran enormemente su realización y aumentaran su utilización.

Para la obtención de estos mapas debes indicar, además de la variable por la cual los elementos serán clasificados, la cantidad de clases y los límites máximos y mínimos de cada una de ellas. Estos valores pueden establecerse en forma particular o bien, siguiendo un **método de clasificación** automática. Este es el paso más importante en la confección del mapa temático y, posiblemente, el más difícil –o delicado- para el usuario.

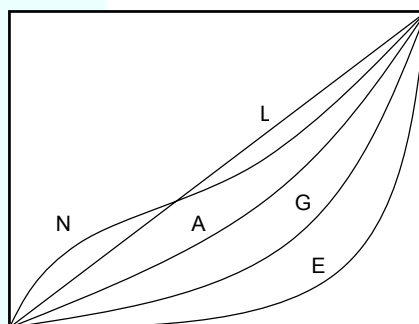
Algunos de los métodos de clasificación posibles de ser usados son ("Cartography, Visualization of spatial data", Kraak and Ormeling, 1996):

- **Métodos “gráficos”.** Estos métodos parten de analizar los conjuntos de observaciones dispuestos en gráficos estadísticos e identificar, sobre ellos, una cantidad de “discontinuidades” (*grupos naturales*) igual a la cantidad de clases establecidas por el usuario. Métodos de este tipo son:

- Cortes naturales: método que parte de analizar un gráfico de las observaciones dispuestas en orden ascendente y subsiguiente, según su valor.
- Otros (menos usados): diagrama de frecuencias y diagrama de frecuencias acumuladas.



- **Métodos “matemáticos”**. Para la determinación de los límites de las clases estos métodos se basan en la “función matemática” que mejor describe el conjunto de las observaciones, dispuestas en un gráfico estadístico como el descrito para “cortes naturales”. Se identifican los siguiente métodos:



Tipos de funciones:

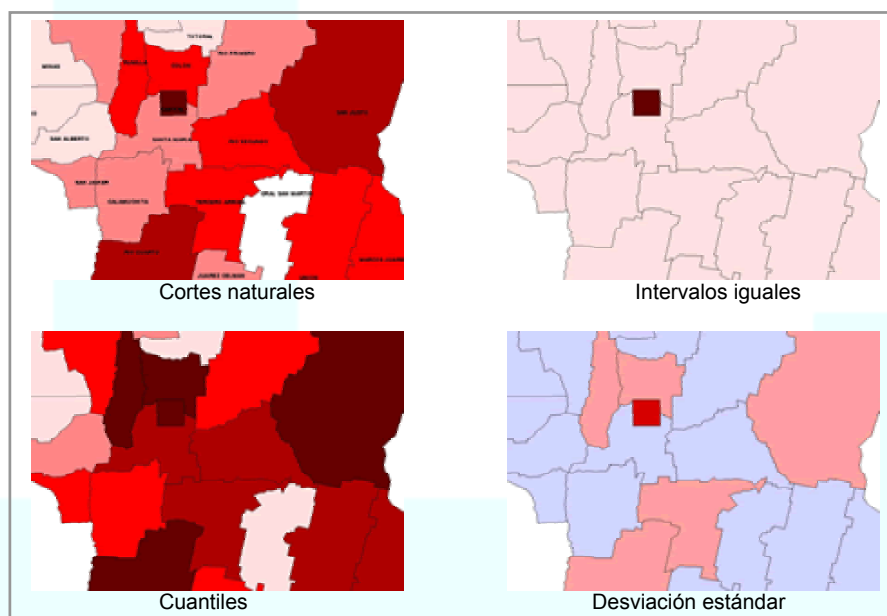
L: Lineal
N: Normal
A: Aritmética
G: Geométrica
E: Exponencial

- Intervalos iguales: este método genera clases con rangos del mismo valor. La aplicación de este método es conveniente cuando la función de las series de observaciones es lineal (L) o si los destinatarios no son personas de perfil técnico.
- Cuantiles: este método divide la cantidad total de casos por la cantidad de clases establecidas (con lo cual la cantidad casos en cada clase es igual). Su nombre se adapta según la cantidad de clases, resultando su denominación: “cuartiles” (para 4 clases),

“deciles” (para 10), etc. La aplicación de este método es conveniente cuando las superficies de los elementos geográficos poseen tamaños comparables y buscan correlacionarse distintas características de los mismos.

- Medias aritméticas: para determinar los límites de las clases, a través de este método, primero se calcula la media de todas las observaciones y luego, se calcula la media para todas las observaciones por debajo y por encima de la primer media. Estos 3 valores pueden ser usados como límites de clases, las cuales siempre deberán ser múltiplo de 2. Una derivación de este método es utilizar las desviaciones estándares por encima y por debajo de la media. Este método es conveniente cuando necesitan resaltarse los elementos por debajo y por encima de la media o el conjunto de observaciones posee una distribución normal (N).
- Otros: series aritméticas, geométricas y exponenciales.

Cada método produce “imágenes” diferentes, por lo que su elección es muy importante. Un decisión incorrecta puede mostrar situaciones distorsionadas y hasta equivocadas de la realidad.

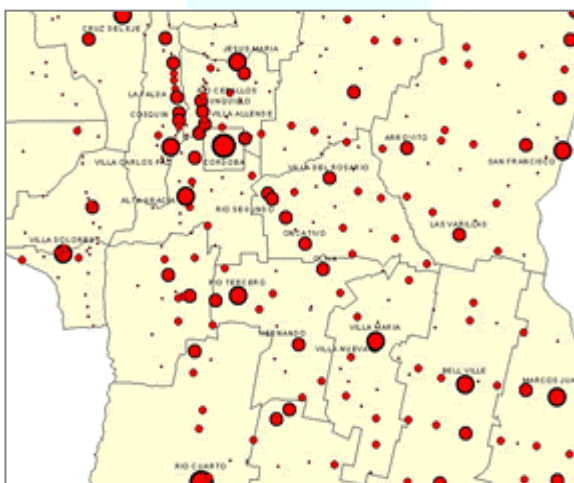


“Distintas imágenes” de una misma realidad: “población por unidad geográfica. **Cuál es la representación más adecuada?**

Mapas de símbolos graduados

Este tipo de mapas siguen el mismo concepto que los mapas coropletos, pero en lugar de variar las tonalidades de un mismo color utilizan la variación del tamaño de los elementos. Se usan para simbolizar puntos y líneas.

Si desea reforzarse la diferenciación de las clases puede acompañarse la variación del tamaño con una variación en el valor de un mismo color.



Población por Localidad - Zona central de Argentina



Red de agua discriminada por diámetro en una zona urbana

Otras tipos de mapas

Los software SIG permiten elaborar muchos otros tipos de mapas temáticos. Por ejemplo, mapas basados en “**gráficos estadísticos**”. Estos mapas tienen la ventaja de permitir la comunicación en forma conjunta de más de un atributo, combinando categorías y cantidades.

Por ejemplo, la imagen de la derecha está mostrando la relación Hombres y Mujeres por Localidad en una zona central de la Argentina. Y a su vez, el tamaño del gráfico brinda una información relativa de la cantidad de habitantes por localidad.

En general, este tipo de mapas exigen a los usuarios un esfuerzo mayor para su interpretación.



Otro caso, son los “**mapas de puntos**” (*dot density*) utilizados para mostrar “cantidades” referidas a “áreas”. En el caso de esta imagen, el mapa está mostrando “cantidad total de mujeres por departamento” en la misma zona del ejemplo anterior.

Son mapas, en general, menos usados que los anteriores.

6. Manejando textos en un SIG

Los mapas tradicionales y los sistemas de dibujo por computadora (CAD) poseen textos junto a las representaciones de los elementos geográficos con el fin de brindar información adicional al lector. Así, pueden leerse nombres de localidades, cotas del terreno, número de rutas, etc., lo que se conoce como “toponimia”.

Estos textos son incorporados manualmente y para facilitar su interpretación y / o comunicar sobre la jerarquía de los elementos, suelen ser diferenciados utilizando distintas tipografías y colores.

Los sistemas SIG, en este sentido, producen un salto cualitativo muy importante, respecto de la cartografía tradicional y los sistemas de dibujo digital. Al trabajar con bases de datos, donde se almacenan las características de los elementos, los textos no deben ser incorporados y manipulados manualmente (lo que implica mucho trabajo y esfuerzos de actualización), sino que son generados a partir del contenido de la base de datos.

Algunas de las funciones particulares en este grupo son:

- Insertar un texto individual a partir del contenido de la base de datos.
- Insertar textos en forma masiva a partir del contenido de la base de datos.
- Insertar textos dinámicos en forma masiva a partir del contenido de la base de datos y manteniendo el vínculo con la misma.
- Crear “capas de textos” (como la “toponimia”) a partir del contenido de la base de.
- Insertar manualmente textos y otros objetos gráficos según necesidades particulares.

Adicionalmente, se ofrecen otras opciones como:

- La utilización de las letras (*fonts*) instaladas en Windows y sus estilos.
- Edición de múltiples propiedades de los textos.
- Aplicación de recuadros, sombras, relieves, etc.
- Utilización de llamadas y “flechas” para textos que deben ser ubicados desplazados de la posición original.
- Configuración de la orientación, posición y forma del texto (horizontal, inclinada según el elemento, siguiendo una línea irregular, otras).

- Asignación de “pesos” (importancia) entre los diferentes textos y entre los textos y los elementos geográficos, a tener en cuenta en conflictos de superposición.
- Generación de textos de tamaño fijo para cierta escala de salida o variable según el nivel de zoom.

Textos fijos

Estas funciones permiten **crear textos a nivel de capa de datos y a partir del contenido de sus tablas de atributos**. Es posible insertar textos individualmente, a necesidad del usuario, o en forma masiva en toda la capa sobre la que se está trabajando.

Los textos insertados son objetos gráficos y no poseen un vínculo con la tabla de atributos, por lo que, si bien resultan muy sencillos de ser generados, los mismos no son actualizados al modificarse el contenido de la base de datos.

Proceso masivo y automático

ID	NAME	NAME	NAME	NAME
110	66	133	66133	Rivadavia
34	38	112	38112	Yari
28	66	161	66161	Santa Victoria
96	28	049	30049	Rinconada
90	28	007	30007	Cochinoca
69	66	126	66126	Oran
31	66	070	66070	Inga
32	34	063	34063	Planon Litta
36	38	020	38020	Humahuaca
04	38	084	38084	Susques
15	34	007	34007	Bemego
20	38	105	38105	Vale Grande
44	38	094	38094	TILCAPA
79	66	091	66091	Poma
22	38	098	38098	Lumbaga
96	38	035	38035	Ledesma
28	38	070	38070	Santa Barbara

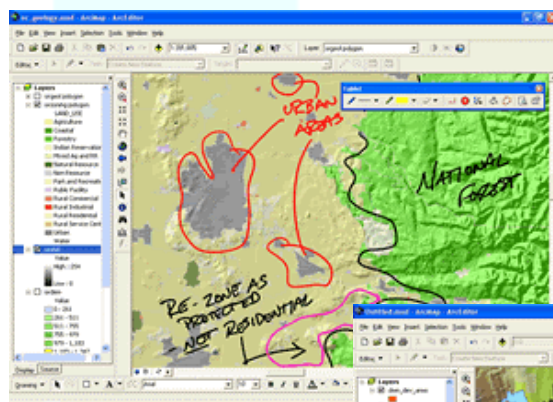
Tabla de atributos de la capa “calles” (la cual se está desplegando con una simbología transparente).



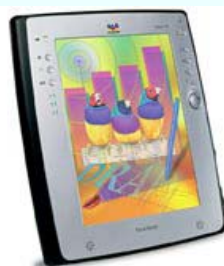
Mapa digital sobre el cual se han colocado los nombres de calle almacenados en la tabla de atributos de la capa “calles”.

Los SIG, como los programas de dibujo y diseño, también permiten escribir **textos** particulares e insertar otro tipo de objetos gráficos sobre el mapa, aumentando la información que se brinda al usuario. Este tipo de textos no poseen relación con la base de datos, si no que son “observaciones” o “anotaciones” particulares que efectúa el operador.

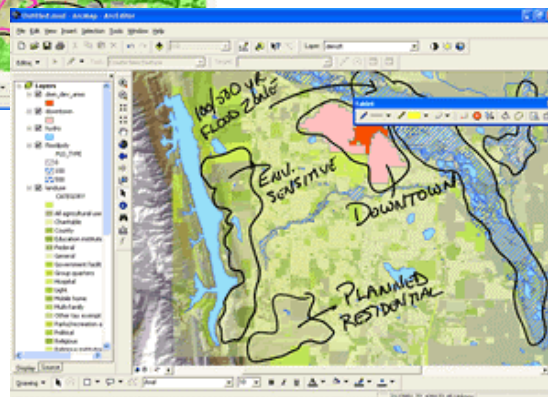
Recientemente, algunas marcas han incorporado funcionalidades para la creación de **textos manuscritos y demás anotaciones en entornos Tablet PC**, un nuevo estilo de computadora portátil donde el usuario puede interactuar con el sistema utilizando un lápiz óptico, entre otras características⁷. “Tablet PC for ArcGIS” es un ejemplo de este tipo de software, donde los usuarios de los productos ArcGIS Desktop (ArcView, ArcEditor y ArcInfo) pueden añadir textos y dibujos “literalmente en forma manual” sobre el mapa.



Tablet PC de Compaq
Imagen obtenida del
sitio Web de Compaq



Tablet PC de ViewSonic.
Imagen obtenida del
sitio Web de ViewSonic.

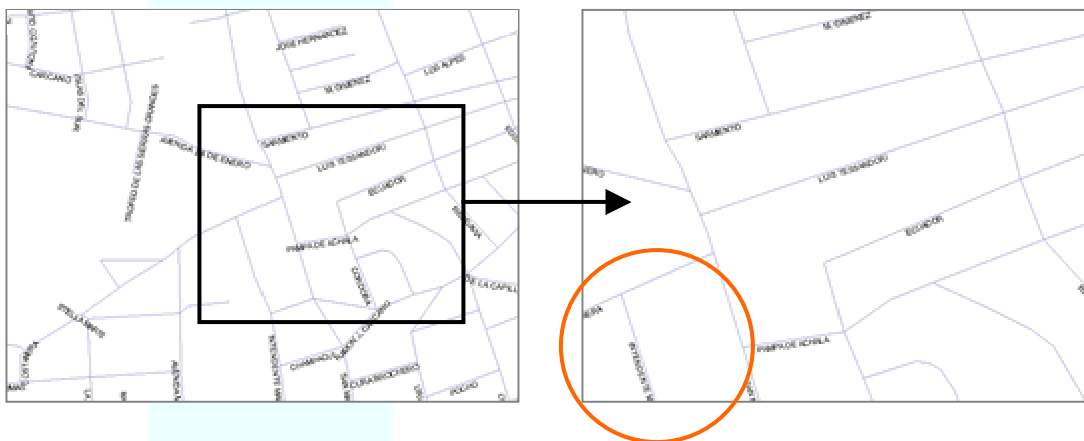


Extensión “Tablet PC for ArcGIS”.
Imágenes obtenidas del sitio Web de ESRI.

⁷ Tablet PC son computadoras personales portátiles muy potentes, livianas, con funciones de reconocimiento de voz, entrada de textos manuscritos con lápiz óptico y muchas otras capacidades. Puedes conocer más acerca de estos nuevos dispositivos en los sitios de Microsoft, Acer, Compaq o ViewSonic, entre otros.

Textos dinámicos

Este tipo de textos se generan a partir del contenido de la tabla de atributos pero mantienen un “vínculo vivo” con el mismo. Esta situación hace que el “texto” se actualice automáticamente si el correspondiente atributo sufre modificaciones. Como limitación, esta opción no permite la manipulación de la posición del texto, la cual es dinámica y varía según la escala o posición del mapa en la pantalla.



Los nombres de las calles en este mapa han sido creados usando la opción de textos dinámicos. Puede observarse que al llevarse la vista a una escala mayor (cuadro de la derecha) los textos “acomodan” su posición y distribución dentro del mapa; situación que puede observarse con mayor claridad en la zona del círculo.

Capas de texto

Este tercer “tipo” de textos es el más completo y conjuga las bondades de las opciones anteriores. En este caso no nos referimos a “textos” asociados a una capa de datos, si no a una “capa de textos”, la cual puede ser incorporada en cualquier mapa por el usuario u otros usuarios de la organización a través de la red. Buscando similitudes, podríamos decir que es la toponimia de un mapa papel.

Esta capa particular no es creada manualmente, si no que se genera a partir de los atributos almacenados en la tabla de datos. El usuario indica qué elementos desea “rotular” (lo cual es función de la escala), establece la posición de los textos (la posición en coordenadas y la orientación pasan a ser propiedades de dicho texto, almacenadas en la capa) y elige si dichos textos mantendrán o no un vínculo vivo con la tabla de atributos.

Textos en el ambiente raster

El uso y manejo de los textos en el ambiente raster merece algunos comentarios particulares.

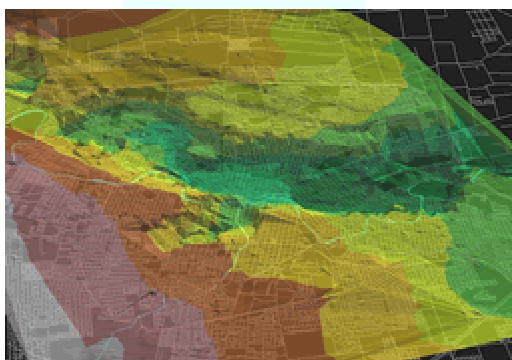
Por las características de la estructura de los datos raster **los requerimientos de funciones para la creación y manejo de textos son mucho menores que en el ambiente vectorial**. En general, las estructuras de datos raster representan fenómenos continuos (por ejemplo, una superficie topográfica) o fenómenos en cierto grado discretos (por ejemplo, cobertura del suelo). La lectura e interpretación de dichos conjuntos de datos no suele requerir de información textual adicional, ya sea porque la variación de los datos es muy grande y casi única en cada celda (como en el primer caso) o bien, porque la interpretación de los datos se da a partir de una leyenda cartográfica compuesta por categorías (como en el segundo caso).

La utilización de textos es más común sobre conjuntos de datos vectoriales, donde muchos elementos pueden llegar a visualizarse de la misma manera y, en consecuencia, resultar imprescindible añadir un “texto” diferenciador (por ejemplo, en un mapa de “pueblos”, donde los mismos son representados con un mismo símbolo, resulta necesario añadir sus nombres para que los mismos puedan ser distinguidos).

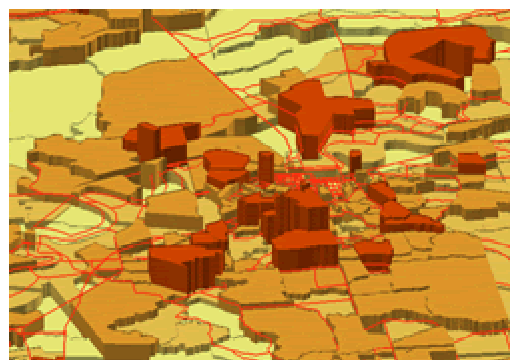
Es muy común encontrar cierto nivel de integración entre los ambientes vector y raster (software híbridos). De esta manera, los usuarios de datos raster cuentan con la posibilidad de superponer capas de tipo vectorial y, junto con ellas, distintos tipos de textos adicionales, lo que permite brindar mayor y mejor información al lector.

7. Otras funciones de visualización de datos

Algunos software o extensiones especializadas, permiten generar **visualizaciones en tres dimensiones**, ya sea utilizando valores de cotas sobre la superficie de una zona u otra variable numérica referida a elementos de una capa de puntos o polígonos. En el primer caso, puede obtenerse una vista del relieve, a la cual pueden superponerse, incluso, otras capas de datos. En el segundo caso, se obtiene una vista tridimensional de determinado fenómeno, pero que no tiene relación con el relieve, si no con la distribución de una variable bajo análisis.



Relieve de una importante ciudad

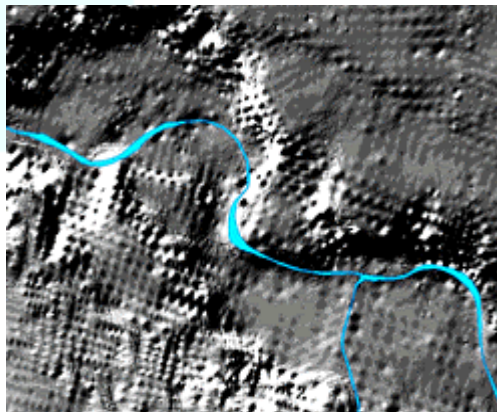


Ingreso medio por familia por
barrio en una ciudad

Sobre un conjunto de datos raster que posea información de alturas (cotas) existen funciones que permiten obtener un **modelo sombreado del relieve**, a partir de una iluminación artificial donde el usuario establece la posición y elevación del punto de iluminación, entre otros datos. El resultado es una imagen en dos dimensiones, pero con una sensación de textura correspondiente al relieve natural.

Ubicación: 315°
Elevación: 45°

Ejemplo de aplicación de
sombreado en una zona urbana,
de la que se cuenta con un
modelo raster de relieve ("cota"
en cada celda).



Para datos de actualización permanente, existen software, aplicaciones o extensiones especializadas con funciones para la lectura de dichos datos en tiempo real y su despliegue en un **mapa dinámico**. De esta manera, por ejemplo, puede utilizarse un SIG como software de base para la visualización y control del movimiento de una flota de vehículos en una ciudad, cuyas posiciones son registradas con un GPS y enviadas a un servidor mediante un vínculo de comunicación (radio, celular, satelital). Otros ejemplos se dan en áreas como climatología, hidrología, defensa civil, etc.

Funciones SIG especializadas interpretan los datos que ingresan permanentemente al servidor y actualizan la capa de vehículos.



El mapa dinámico es
desplegado sobre un monitor
o, a través de un proyector,
sobre una pantalla gigante.

La posición de los vehículos,
almacenada en la Base de Datos, es
actualizada permanentemente a partir
de equipos GPS, que registran sus
posiciones. Los datos GPS son
enviados al servidor mediante algún
vínculo de comunicación.

Base de Datos
Geográfica

La Base de Datos Geográfica está
conformada por elementos relativamente
estables, como la cartografía básica de la
ciudad y elementos de actualización
permanente, como la capa de vehículos
(puntos).

8. Sumario de funcionalidades

El siguiente cuadro presenta el resumen de todas las funcionalidades mencionadas en el documento. Su contenido permite, además, identificar si las funciones están presentes en software de tipo raster y / o vector, en qué niveles de software están disponibles (inicial, desktop y / o profesional) y el nivel de complejidad de dicha función (sencilla –S-, media –M- o alta –A-).

La información explicitada en este sumario debe considerarse a “modo de guía”, ya que la situación es variable entre las distintas marcas, el alcance de una misma función puede ser diferente en los distintos niveles de software y, en el caso de la complejidad, puede darse cierto subjetivismo en su valoración.

	Software					Complejidad
	Raster	Vector	Visualizad.	Desktop	Profesional	
añadir capas de datos vectoriales	✓	✓	✓	✓	✓	S
añadir capas de datos raster e imágenes	✓	✓	✓	✓	✓	S
añadir modelos digitales de elevaciones	✓	✓		✓	✓	S
añadir coordenadas en forma de capas de puntos ¹	✓	✓		✓	✓	S
añadir domicilios en forma de capas de puntos ²		✓		✓	✓	M
añadir progresivas en forma de capas de puntos ³		✓			✓	A
añadir servicios SIG en Internet	✓	✓	✓	✓	✓	M
añadir tablas de datos	✓	✓		✓	✓	S
establecer vínculos a bases de datos externas	✓	✓		✓	✓	A
importar datos geográficos en distintos formatos	✓	✓		✓	✓	S
importar datos alfanuméricos en distintos formatos	✓	✓		✓	✓	S
establecer el sistema de coordenadas del mapa	✓	✓		✓	✓	M
configurar unidades de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓	S

Visualización y consulta de datos en ambientes SIG

aplicar cambios de proyección cartográfica “on-the-fly” por capas		✓		✓	✓	M
cambiar orden de las capas	✓	✓	✓	✓	✓	S
asignar alias a los nombres de las capas	✓	✓	✓	✓	✓	S
ampliar vista del mapa (zoom fijo o zoom en ventana)	✓	✓	✓	✓	✓	S
reducir vista del mapa (zoom fijo o zoom en ventana)	✓	✓	✓	✓	✓	S
observar vista total del mapa (zoom máximo)	✓	✓	✓	✓	✓	S
modificar vista del mapa en tiempo real (zoom dinámico)	✓	✓		✓	✓	S
regresar a la vista anterior (zoom anterior / posterior)	✓	✓	✓	✓	✓	S
mover la vista del mapa (pan)	✓	✓	✓	✓	✓	S
crear ventana de ubicación (overview)	✓	✓	✓	✓	✓	S
crear ventana de aumento (magnifier)	✓	✓		✓	✓	S
fijar escala de pantalla para todo el mapa (nivel de zoom fijo)	✓	✓		✓	✓	S
fijar escalas de visualización máxima y mínima por capa	✓	✓	✓	✓	✓	S
acceder a metadatos desde el ambiente de trabajo SIG	✓	✓		✓	✓	S
acceder a tabla de atributos desde el ambiente SIG	✓	✓		✓	✓	S
configurar aspectos de visualización de la tabla de atributos	✓	✓		✓	✓	S
crear simbología particular para cada capa de datos	✓	✓	✓	✓	✓	S
trabajar con variables visuales ⁴	✓	✓	✓	✓	✓	M
acceder a librerías de símbolos especializados	✓	✓		✓	✓	S
importar símbolos	✓	✓		✓	✓	S
editar y crear símbolos	✓	✓		✓	✓	M
establecer transparencia a la simbología	✓	✓	✓	✓	✓	S
conjunto de func. básicas para el mejoram. visual de imágenes ⁵	✓	✓		✓	✓	M
consultar atributos de los elementos del mapa	✓	✓	✓	✓	✓	S
consultar atributos almacenados en tablas y BD externas	✓	✓		✓	✓	M
conocer ubicación (coordenadas) de un lugar	✓	✓	✓	✓	✓	S
clasificar elementos en función de sus atributos	✓	✓	✓	✓	✓	S
seleccionar métodos estadísticos de clasificación automática	✓	✓	✓ ⁶	✓	✓	M
clasificar celdas de imágenes satelitales ⁷	✓			✓		A
insertar textos particulares, manuscritos y otros objetos gráficos	✓	✓		✓	✓	S
transformar atributos en textos, individualmente o en forma masiva		✓		✓	✓	M
insertar textos dinámicos a partir de los atributos	✓ ⁸	✓	✓	✓	✓	M

Visualización y consulta de datos en ambientes SIG

crear “capas de texto” a partir de los atributos		✓			✓	A
editar propiedades de los textos ⁹	✓	✓	✓	✓	✓	S
asignar pesos relativos para la ubicación de textos		✓		✓	✓	M
trabajar con textos de tamaño fijo o variable según la escala		✓		✓	✓	S
visualizar datos en 3 dimensiones ¹⁰	✓	✓		✓	✓	A
aplicar sombreados sobre superficies de relieves (capas raster)	✓			✓	✓	M
visualizar datos GPS en tiempo real ¹¹	✓	✓		✓	✓	A

Notas particulares del sumario de funcionalidades

^{1, 2, 3} Estas funciones sólo fueron mencionadas, ya que un desarrollo más amplio de las mismas debería incluirse en un documento sobre funciones de “captura de datos”.

⁴ Las posibilidades de trabajo con variables visuales difieren según el nivel de software. Por ejemplo, en los visualizadores es posible asignar simbologías particulares a las capas, pero las opciones son mucho más limitadas que en un SIG profesional.

⁵ Este tipo de funciones son propias de los programas de procesamiento digital de imágenes. En los software SIG, fundamentalmente en los de tipo vectorial, suelen presentarse algunas básicas, orientadas fundamentalmente a facilitar al usuario la incorporación de alguna imagen o foto aérea en su mapa de trabajo y al mejoramiento visual de la misma. En los SIG de tipo raster, en cambio, suelen encontrarse mayores y mejores funcionalidades de este tipo.

⁶ Los visualizadores suelen ofrecer métodos de clasificación sencillos y cuentan con limitaciones para la configuración de propiedades particulares.

⁷ Este tipo de funciones son propias de los programas de procesamiento digital de imágenes, muchas veces integrados con software SIG raster.

⁸ Con limitaciones.

⁹ Las capacidades brindadas en este sentido van creciendo según el nivel de software.

^{10, 11} Este tipo de funcionalidades suele requerir de extensiones o aplicaciones adicionales y especializadas.

9. Recursos adicionales

A continuación se recomiendan recursos adicionales con los que puedes ampliar los temas vistos en el documento.

Bibliografía

THINKING ABOUT GIS - GIS PLANNING FOR MANAGERS

Editorial: ESRI Press

Autor: Roger Tomlinson

Año: 2003

Idioma: Inglés

Recomendaciones: este libro posee un apéndice especial sobre "funciones SIG" (Lexicom) con comentarios muy interesantes a partir de la experiencia de Tomlinson y un listado, con definiciones, de más de 80 funciones SIG, entre las que se encuentran las funciones de visualización y consulta de datos.

GEOGRAPHIC INFORMATION - SYSTEMS AND SCIENCE

Editorial: Wiley

Autor: Longley - Goodchild - Maguire - Rhind

Año: 2001

Idioma: Inglés

Recomendaciones: para ampliar información sobre muchas de las funciones SIG que se han desarrollado en el documento puedes consultar los capítulos 10, 11 y 12 particularmente. Es un excelente libro.

PRINCIPLES OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR LAND RESOURCES ASSESMENT

Editorial: Claredon Press Oxford

Autor: P.A.Burroughs

Año: 1988

Recomendaciones: la mayoría de los contenidos de este libro tratan y desarrollan en detalle muchas de las "funciones SIG" más importantes.

ELEMENTOS DE CARTOGRAFÍA

Editorial: Omega

Autor: Robinson -Sale - Morrison -Muehrcke

Año: 1987

Idioma: Español

Recomendaciones: es un excelente libro de donde aprender conceptos como escala, proyecciones cartográficas, manejo de variables visuales, diseño cartográfico, etc.; todos de gran utilidad para

usuarios y especialistas en SIG. Es un libro propiamente de Cartografía y en español.

CARTOGRAPHY - VISUALIZATION OF SPATIAL DATA.

Editorial: Longman

Autor: M.J.Kraak & F.J. Omerling

Año: 1996

Idioma: Inglés

Recomendaciones: es un libro de cartografía destinado a usuarios SIG y busca brindar los conocimientos fundamentales para una visualización efectiva de los datos espaciales y la producción de documentos cartográficos. Te será de gran utilidad para ampliar temas como variables visuales, clasificación de datos (mapas temáticos), entre otros. Excelente libro.

THE ESRI GUIDE TO GIS ANALYSIS

Editorial: ESRI Press

Autor: Andy Michell

Año: 1999

Idioma: Inglés

Recomendaciones: es un excelente libro sobre funciones SIG para la presentación y análisis de datos. Se cubren temas como clasificación de elementos y mapas temáticos, funciones desarrolladas en el documento.

SIG: SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Editorial: Síntesis

Autor: Gould Michael - Gutierrez Puebla

Año: 1994

Idioma: Español

Recomendaciones: en este libro las funciones SIG están explicadas con mucha claridad y acompañadas de una importante cantidad de gráficos.

Links en Internet

OPEN GIS CONSORTIUM

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

Consortio internacional de empresas, instituciones públicas y universidades que trabajan para el desarrollo de especificaciones públicas de geoprocusamiento.

Idioma: Inglés

Recomendaciones: aquí podrás leer y aprender más sobre estándares para el intercambio de datos y lo que se conoce como "interoperabilidad".

UNIVERSIDAD DE COLORADO.

http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/mapproj/mapproj_f.html

Es una presentación sobre proyecciones cartográficas puesta on line.

Idioma: Inglés

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

<http://www.igac.gov.co/>

Sitio institucional del IGAC, el Instituto Geográfico de Colombia. El IGAC es una institución muy dinámica y profesional, destacada en el plano latinoamericano, por lo que el volumen, calidad y actualización de la información disponible en el sitio resulta de gran valor para los profesionales de la información geográfica.

Idioma: Español

Recomendaciones: aquí podrás encontrar documentos e informaciones para descargar, sobre metadatos e infraestructura de datos espaciales, muchos de ellos en español.

COMITÉ PERMANENTE PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS GEOESPACIALES DE LAS AMÉRICAS (CP IDEA)

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

Comité de cooperación a nivel regional para el desarrollo e implementación de infraestructuras de datos geoespaciales.

Idioma: Español

Recomendaciones: en este sitio encontrarás información y documentación sobre infraestructura de datos espaciales y otros temas relacionados.
