

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Fabio Vélez Macías
Universidad de Antioquia

INTRODUCCION

Los *sistemas de información* se han convertido en herramientas muy efectivas de la ingeniería y de las ciencias básicas. El desarrollo vertiginoso del mundo de la informática ha permitido la creación de numerosos programas con aplicación específica, en los cuales se ve contenido todo el conocimiento y el estado del arte en las diferentes áreas del saber. Los SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG o GIS) son prueba de este progreso.

Los SIG son un tipo especializado de bases de datos que se distinguen por su capacidad de manejar información espacialmente referenciable y que permiten además su representación gráfica.

Se dice que son herramientas porque ayudan a la formación de elementos de juicio para la toma de decisiones luego de que se han aprovechado sus funciones de captura, almacenamiento, refinamiento, análisis y visualización de la información.

En este artículo se pretende ofrecer algunos conceptos que sirvan a quienes se inician en el conocimiento de esta tecnología. En él, se hallarán respuestas a inquietudes básicas como: ¿Qué son los SIG?, ¿Para qué sirven?. A preguntas específicas tales como: ¿Que aplicación tienen en las Ciencias e Ingeniería?. Además, se presentará un ejercicio ilustrativo.

El proceso de aprendizaje es interactivo. Por eso invito a los lectores a hacer los aportes que consideren importantes en el mejoramiento de la información aquí ofrecida.

1. OBJETIVOS

1.1 General

Para los ingenieros es importante contar con los conocimientos básicos de esta herramienta, tener en

cuenta sus posibilidades y limitaciones, de tal manera que puedan utilizarla en los proyectos que contengan un alto grado de información georreferenciable.

1.2 Específicos

Introducir el concepto de lo que son los SIG.

Qué programas hay disponibles en el mercado.

Qué uso se le puede dar a los SIG.

Cómo se beneficia la Ingeniería Ambiental con los SIG.

Con qué información se alimenta y forma de adquisición.

Ejemplo de una aplicación en un SIG.

2. BREVE RESEÑA HISTÓRICA

Seguramente nos podríamos ir mucho más atrás en el tiempo, pero el caso del imperio faraónico nos ofrece un buen ejemplo del planteo de problemas que requieren una solución por medio de relaciones espaciales.

Las tierras del Nilo eran muy fértiles (hasta la construcción de la represa de Aswan), pues contaban con un aporte periódico y seguro de nutrientes y por tal motivo se debían tener muy bien establecidos los límites de los diferentes predios en los cuales se cultivaba. Estas demarcaciones eran momentáneas, pues cuando pasaba la época de inundaciones no había forma de rehacerlas con precisión y era factible que los predios sufrieran modificaciones en su nueva determinación. Para establecer el orden en el imperio se acudió a los *analysis situ* o análisis del espacio que consistían en la definición de las relaciones espaciales entre las parcelas cultivadas, las ciudades, las vías, el río Nilo, los propietarios, etc. Pero con el paso del tiempo aumentaron los usos que se le daba a la tierra, aumentaron las tierras conocidas y aumentó la demanda de información que requería de mapas específicos y temáticos.

Para tomar una decisión acertada en cualquier campo, se debe contar con una adecuada y suficiente información, y con mayor razón sí se trata del manejo

del medio ambiente y de la gerencia de recursos. Esta información ha sido transferida a formatos gráficos análogos desde tiempos antiguos y han permitido por ejemplo, la navegación y la exploración por mares y tierras desconocidas. Pero poco a poco se fue pasando de la representación gráfica de la información espacial a la interpretación, comunicación y toma de decisiones. Se pasó del «dónde están y cuáles son los recursos», al: «entonces, qué hacer con ellos».

La producción de mapas convencionales tenía características tales como impresos estáticos y monotemáticos, producción lenta y costosa, actualización compleja, dificultad para combinar datos de varias fuentes y para producir áreas de interés en una sola hoja. Con el advenimiento de la Cartografía Asistida por Computador - CAD - la producción de mapas fue beneficiada, permitiendo contar con mapas politemáticos, de fácil actualización, a bajos costos y de rápida producción. Pero aún no se hacía análisis ni manipulación de la información utilizada como base.

El liderazgo en el empleo de computadoras para procesar datos cartográficos lo tomaron Canadá y EE.UU., siendo en éste último la Harvard School of Landscape Design a mediados de la década de los 70, lo que se basó en el uso que se hacía (y aún hoy en día) de la superposición de mapas montados en acetatos con el fin de examinar espacialmente la relación entre diferentes mapas temáticos. Inicialmente se trató sólo de procesos cartográficos y generación de mapas con obvias ventajas para la edición y actualización de la información.

En los años 80, se conjugó la versatilidad lograda en el manejo gráfico de los mapas con las capacidades de las bases de datos, de tal forma que se podían consultar los datos adheridos a un lugar o hacer una búsqueda de los que cumplían alguna condición (*queries*); o también, efectuar la superposición de mapas y cálculos interactivos de distancias, permitiendo el ahorro de esfuerzo y tiempo.

Los siguientes desarrollos se hicieron en el aspecto de la entrada de información utilizando imágenes de satélite, tabletas digitalizadoras y *scanners*. Además, se dio inicio a la teoría del «análisis espacial».

En la actualidad, el mejoramiento de los SIG se ha enfocado hacia las operaciones analíticas: estadística y modelación espacial. La primera describe la variación

espacial de los datos (correlación espacial, filtros estadísticos, incertidumbre en mapas y propagación de errores.

La modelación espacial se basa en el análisis escalonado de varios mapas para obtener uno que dé solución al problema planteado. Allí se aplican conceptos matemáticos y operaciones entre mapas que permiten sumarlos, restarlos, multiplicarlos, dividirlos, etc. e inclusive, llevar a cabo operaciones en la dimensión fractal.

Se diferencian los SIG cuando se trata de trabajar a escalas pequeñas, por ejemplo en estudios ambientales y los LIS (Land Information System) que utiliza escalas grandes, necesarias en estudios catastrales y manejo de redes (para lo cual se han desarrollado los AM/FM *automated mapping/facilities management*).

Poco a poco ha ido tomando fuerza el uso del término Sistemas Integrales que agrupa en uno solo la cantidad de información multi e interdisciplinaria que permite la solución de un problema.

3. LOS SIG

Son un conjunto de recursos que permiten procesar, almacenar, analizar y producir información de tipo espacial (es decir, geométrica y geográficamente referenciada), y de información alfanumérica como es el caso de los atributos y las variables. Si se utilizara una ecuación para resumir los elementos que constituyen el sistema, ésta sería:

$$\text{SIG} = \text{SW} * \text{HW} * \text{DB} * \text{HR} * \text{P}$$

donde:

SW: son los programas de computador.

HW: son los equipos de computación y periféricos.

DB: es la base de datos con toda la información pertinente.

HR: es el recurso humano capacitado.

P : son los procedimientos y procesos que se llevan a cabo.

Todos están relacionados mediante el producto algebraico de tal manera que no pueda despreciarse ninguno de ellos.

Los SIG están constituidos por un conjunto de componentes informáticos físicos y lógicos que van a permitir la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelación, representación y salida de datos de cualquier territorio.

Hay numerosas definiciones de lo que son los SIG; en este artículo se mencionan algunas de ellas para una mejor aprehensión del término y la construcción intuitiva de su potencial.

Sistemas de información basados en computadores que permiten la captura, verificación, almacenamiento, recuperación, análisis, actualización, y salida de datos georreferenciados.

Bases de datos computarizadas que contienen información espacial.

Tecnología informática para gestionar y analizar información espacial.

Conjunto de herramientas para reunir, introducir (en el ordenador), almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real, para un conjunto particular de objetivos.

Sistema de información basado en la computación que permite capturar, verificar, almacenar, recobrar, analizar, actualizar y reproducir datos que están espacialmente referenciados a la tierra (georreferenciados).

Algunas de las funciones típicas que un SIG puede desempeñar son:

Digitalización de mapas, edición de mapas digitales, estructuración topológica, despliegue de mapas y búsquedas, proyección de mapas, análisis de redes de flujo, análisis de superposición de vectores, generación de corredores (*buffer*), modelación basada en celdas, modelación superficial, composición de mapas e impresión en formato duro de copias.

3.1 Campos de Aplicación

Debido a que los SIG manejan datos espaciales, es objeto de varios usos en diferentes disciplinas humanas tales como:

Agricultura, planificación de uso del suelo, conservación de vida animal, planificación urbana, gestión forestal, industria pesquera, geología, arqueología, hidrología, gestión ambiental, estudios de monitoreo de los cambios climáticos, etc.; pero aplicaciones tan poco ortodoxas como la determinación del rango de defecto (σ) de una pieza mecánica de precisión, es posible con una herramienta SIG.

3.2 Sistemas de Procesamiento de Imágenes (IP)

El dispone de un desarrollo similar al de los SIG, el manejo de las imágenes de satélite (por medio de los Sistemas de Procesamiento de Imágenes de Satélite), se ha convertido en la actualidad en un gran apoyo para muchas disciplinas, gracias a los avances de la tecnología y la ampliación del soporte y servicio.

La información que se obtiene es de gran contenido espacial y muy aplicado a fenómenos naturales, aunque estos datos deben ser inferidos de las relaciones existentes entre los elementos pictóricos de la imagen (pixels).

El trabajo de procesamiento de imágenes de satélite va desde la clasificación del espectro a partir del reconocimiento de caracteres escritos a mano hasta la mapificación de la cobertura del suelo.

A los dispositivos propios de los SIG, se debe agregar una unidad lectora de cinta o disco y una mayor capacidad de almacenamiento de información ya que los archivos de las imágenes son de gran tamaño.

Los sistemas de procesamiento de imágenes, realizan tareas tales como:

Despliegue interactivo de imagen en pantalla, ampliación de imágenes, rectificación geométrica, filtración del espacio, composición de imágenes en mosaico, análisis de fourier, correcciones radiométricas, análisis multivariado, clasificación multi-espectral, modelación raster de SIG, geocodificación y análisis de radar, modificación de imágenes e impresión en copia de papel.

Todas estas aplicaciones se utilizan en labores que incluyen la geología, exploración de petróleo, arqueología, física, astronomía, biología, medicina

nuclear, microscopía electrónica, trámites legales, defensa, monitoreo de recursos naturales, evaluación ambiental, etc.

3.3 Otros sistemas de manejo de datos espaciales

Adicionalmente a los SIG y a los IP, existen otros productos como los AM/FM (*Automated Mapping/Facilities Management*) y los CAD (*Computer Aided Design*), que tienen alcances y aplicaciones más limitadas.

Los AM/FM son utilizados principalmente por empresas de servicios que requieren el manejo sistematizado de las redes de energía, gas, acueducto, teléfono, alcantarillado, etc. Estos permiten el despliegue cartográfico del conjunto de entidades, establecen conectividad y vías de flujo entre los elementos del sistema y acceso a la base de datos, en tiempo real.

Los CAD permiten modelar elementos espaciales de geometría más simple que la de los fenómenos del mundo real modelados con los SIG. Para los primeros, se trata de líneas, ángulos, polígonos, etc.; para los segundos se trata de líneas de naturaleza fractal tales como líneas costeras y contornos y en donde son muy importante las relaciones espaciales (topología).

4. SOFTWARE DISPONIBLE

Existen en el mercado internacional, una gran cantidad de programas que permiten emplearse como SIG, IP y AM/FM. Entre ellos podemos mencionar el ILWIS, ARC-INFO, ERDAS, IDRISI, SYSTEM9, INFOCAM, MGE, GENAMAP, ATLAS GIS, GEOMAP, SPANS, PCI, MICROSTATION, ACCUGRAPH, CLARIS, KARTO, MAPPER.

El ARC-INFO es producido por la firma ESRI (*Environmental System Research Institute*, del cual existe una versión para *Workstation* que trabaja con Oracle como base de datos y lenguaje de programación AML. La versión para PC trabaja con DBASE IV y lenguaje SML y tiene capacidad de procesar 5,000 polígonos y 18,000 arcos.

El ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*) es producido por el ITC (*International Institute*

for Aerospace Survey and Earth Sciences) de Holanda. Procesa hasta 2,000 polígonos.

5. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

En la actualidad se cuenta con una amplia gama de posibilidades en cuanto a dispositivos para la obtención, almacenamiento, análisis y producción de datos sobre la superficie terrestre, los suelos, territorios en general, etc.

Los elementos básicos de hardware son:

Dispositivos de entrada de datos espaciales tales como mesas digitalizadoras y scanner.

La entrada a la base de datos se hace en forma convencional por medio del teclado.

Unidad de Procesamiento Central CPU.

Dispositivos de despliegue visual para interacción y análisis visual.

Unidad de disco de almacenamiento de datos.

Dispositivos de salida tales como plotters e impresoras.

6. APLICACIONES

Los SIG se desenvuelven en toda clase de aspectos relacionados con la planificación y gestión regional, tanto urbana como rural, de grandes y pequeñas zonas geográficas. También se aplica a la gestión catastral, explotación de recursos naturales, prevención de desastres, etc.

Un SIG responde a las preguntas ¿Qué hay?, ¿Dónde?, ¿Qué ha cambiado desde?, ¿Qué tipo de patrones existen?, ¿Qué pasa si?.

Otras aplicaciones que reporta la literatura se refieren a usos tan diversos como la arqueología, reconstrucciones históricas, geología, estrategias de mercadeo, administración de servicios públicos, seguridad e investigación policial y en fin, cualquiera otra que surja del ingenio.

BIBLIOGRAFIA

BOSQUE SENDRA, JOAQUIN. **Sistemas de Información Geográfica**. Editorial Rialp, S.A. Madrid, 1992. España.

MONTAÑEZ GOMEZ, GUSTAVO. **Una metodología de SIG para la planeación y gestión municipal sobre manejo de recursos naturales**. Cuadernos de Geografía. Vol IV, No. 1-2, 1993. Ed. Universidad Nacional.

ALVAREZ Q, VICTOR. **¿Que es un SIG?**. Cuadernos de Geografía. Vol IV, No. 1-2, 1993. Ed. Universidad Nacional.

PEREZ GOMEZ, URIEL Y OTROS. **Uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el Ordenamiento Territorial**. Revista CIAF, 1992.

BERRY, JOSEPH. **Where is GIS**. Earth Observation Magazine. July 1995. p 28.

PROSIS. **SIG. Sistemas de Información Geográfica**.