

# Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones.

*Los sistemas de información tradicionales, orientados hacia el suministro de información útil para la toma de decisiones mediante la manipulación de una base de datos numérica, estaban impedidos para combinar simultáneamente los datos espaciales o gráficos con sus datos descriptivos asociados. Esta labor de análisis se convertía entonces, en un proceso bastante complejo donde los cálculos geográficos debían realizarse por separado para, posteriormente buscar la manera de que los usuarios finales pudieran visualizar gráficamente los resultados tabulados sobre esquemas y mapas, en forma manual, o con la ayuda de programas de dibujo como el AUTOCAD.*

*Esta tecnología, conocida con el nombre genérico de SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICO (SIG), se ha convertido en una poderosa herramienta al alcance de estudiantes y profesionales como ingenieros, geógrafos, médicos, historiadores y, en general, para todos los planificadores de aquellas disciplinas que necesitan información geográfica o georreferenciada, como ayuda para la solución de sus problemas.*

*El presente documento pretende dar algunos conceptos generales sobre los SIG, su definición, componentes, datos de entrada y algunos procedimientos de análisis que se ofrecen con los paquetes disponibles en el mercado.*

NESTOR SAENZ SAAVEDRA  
Ingeniero en Transportes y Vías  
M. Sc. Ingeniería de Sistemas

Especialista en Fotointerpretación para Ingeniería Civil  
Profesor Asociado - Facultad de Ingeniería - U.N.

## INTRODUCCION

**D**esde hace relativamente pocos años, se encuentran en el mercado una serie de programas que permiten construir, manipular, y producir información espacial o geográfica en forma simultánea con los datos descriptivos asociados y complementariamente, suministran módulos analíticos que ofrecen la posibilidad de construir modelos que representan análogamente la realidad, de acuer-

do con los criterios de análisis que suministre el usuario. Estos modelos, simples o compuestos, caracterizados por su fuerte dependencia con las características geográficas o espaciales, pueden definirse de tal manera que el usuario estará en capacidad de interactuar dinámicamente, bien sea manipulando los datos numéricos que afectan los resultados gráficos, o cambiando las condiciones

gráficas y que el computador actualice simultáneamente las bases de datos descriptivas.

La mayoría de las actividades realizadas por el hombre tienen que ver con la localización espacial de sus elementos de análisis dentro de un contexto relativo, es decir referenciado. El ingeniero civil desea visualizar sus obras dentro del área geográfica donde se irán a construir, tratando de representar los principales factores favorables y adversos a cada emplazamiento, con el fin de estudiar la mayor cantidad de alternativas desde el punto de vista técnico, económico y financiero, que permita seleccionar la mejor de todas ellas, mediante un análisis espacial que correlacione todos estos criterios. El ingeniero electricista debe conocer las características del terreno donde deberá localizar una red eléctrica, y en lo posible, modelar el comportamiento del fluido eléctrico bajo diversas situaciones. Los diseños del ingeniero mecánico se representan en forma gráfica. Los médicos y planificadores en salud pública, representan geográficamente los mapas epidemiológicos con el fin de cuantificar las acciones de control médico que deberán ejecutar. Los ecólogos, los procesos de deterioro del medio ambiente. La localización de los centros de mercadeo óptimos en una ciudad, necesita tener en cuenta las características demográficas de la población de su zona de influencia, para estimar su potencial de ventas, etc. En conclusión, existe un rango muy amplio de disciplinas que deben realizar sus procesos de toma de decisiones y la solución a sus problemas mediante el análisis simultáneo de datos numéricos con la información espacial referenciada.

El proceso de planificación de una ciudad, por ejemplo, implica en primer lugar el manejo de grandes volúmenes de información gráfica y descriptiva, y en segundo lugar, la participación de profesionales de diversas disciplinas como economistas, abogados, planificadores, arquitectos, ingenieros, sociólogos, ecólogos, seguridad pública, etc., los cuales elaboran, analizan y desarrollan los proyectos de desarrollo para la ciudad en estudio. Este proceso

interdisciplinario de trabajo que se aplica sobre la información disponible, se conoce como "análisis multicriterio".

Para que los planificadores se aproximen a respuestas concretas hacia la solución de los problemas, se debe contar con un fuerte apoyo desde el punto de vista del manejo de la información. Existe siempre necesidad de estudios exhaustivos basados en información detallada. La información, entonces, requiere ser más que una simple colección de datos, para que permita su análisis en la forma que los especialistas lo requieran.

Los SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG), se han convertido en la nueva tecnología que permite no solo crear, organizar, y manipular en forma simultánea bases de datos gráficas y descriptivas, sino que presentan una serie de posibilidades orientadas hacia el análisis multicriterio de dicha información, con el fin de convertirla en elementos de juicio para ayudar a la toma de decisiones.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, se está desarrollando un plan para la obtención de equipos que soporten algunos de estos programas disponibles en el mercado, y se ha iniciado un programa de capacitación de profesores y estudiantes, a mediano y largo plazo, con el fin de aprovechar eficientemente estas herramientas con posibilidades de aplicación en todas las carreras existentes en la Facultad.

La Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), por intermedio de su representante comercial en Colombia, la firma Programación y Sistemas Ltda., suministró en comodato a la Facultad de Ingeniería tres llaves con sus respectivas licencias del más conocido Sistema de Información Geográfico, en su versión para microcomputador, denominado PC-ARC/INFO. Adicionalmente, se están realizando las gestiones pertinentes para adquirir otros programas que tienen precios subsidiados para las universidades, como el sistema SPANS, de la compañía canadiense TYDAC Corporation.

## DEFINICION DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA

Un SIG se puede considerar como una forma particular de un sistema de información, que además de incluir dentro de sus componentes las bases de datos tradicionales (descriptivas), incluye el manejo simultáneo de bases de datos espaciales o gráficas. De acuerdo con este marco conceptual, se puede definir un Sistema de Información Geográfico (SIG), como "un conjunto interactivo de subsistemas orientados hacia la captura y organización de la información georreferenciada, con el fin de suministrar elementos de juicio para apoyar la toma de decisiones". Para cumplir con estos objetivos, un SIG lleva implícito el uso del computador para la entrada, manipulación, análisis y despliegue de la información descriptiva y espacial.

Para cada una de las anteriores funciones, los diversos paquetes comerciales de Sistemas de Información Geográfico, presentan diferentes módulos integrados que facilitan tanto la entrada de datos en forma numérica y gráfica, proveniente de distintas fuentes y formatos, como la edición, actualización, análisis, recuperación, y salida de la información procesada. Pero, como en todo sistema de información, se debe realizar previamente un concienzudo estudio de conceptualización y diseño del sistema en particular, con el fin de utilizarlo eficientemente; de lo contrario, se pueden generar frustraciones o desperdiciar las potencialidades ofrecidas.

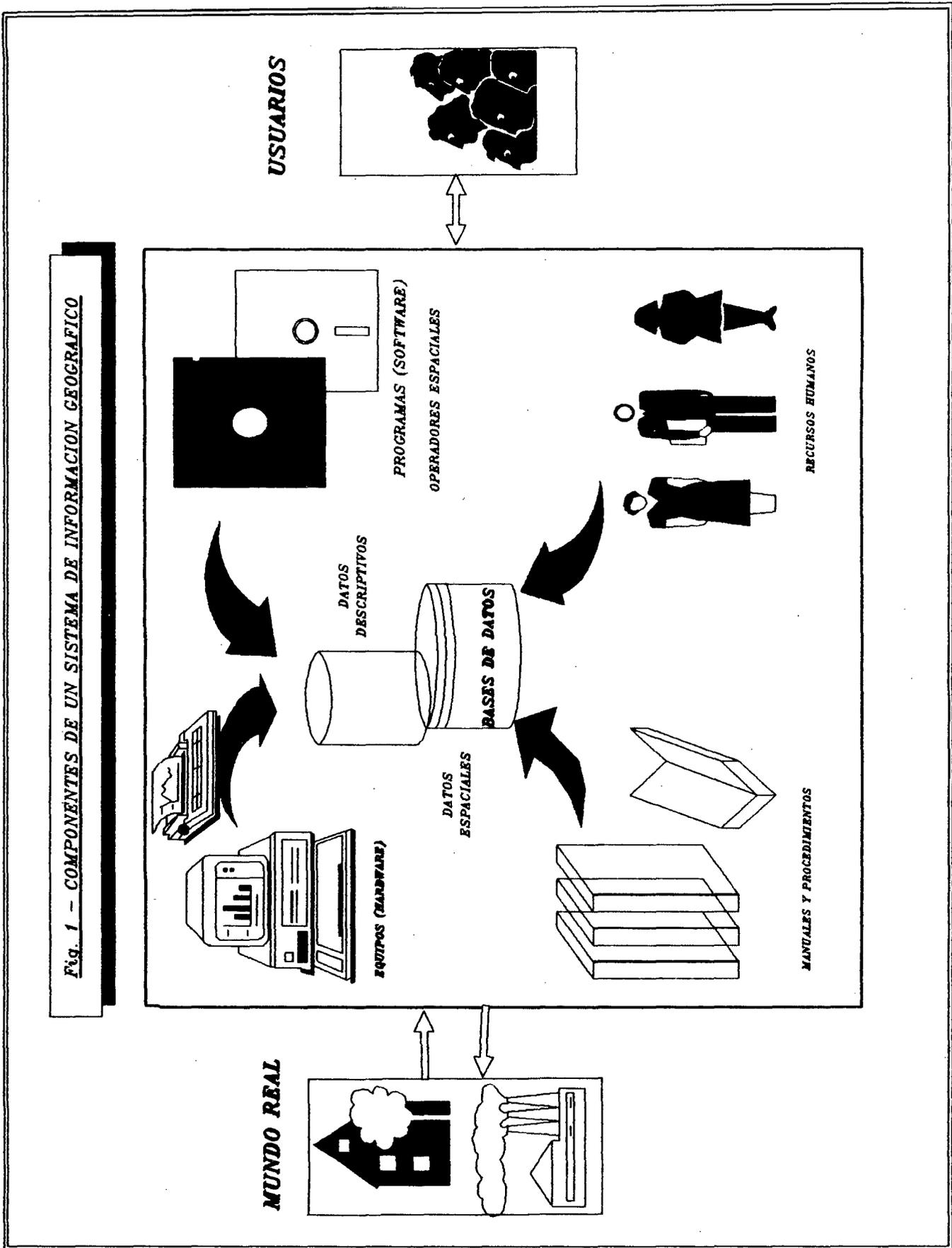
## COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA

Un Sistema de Información Geográfico, está compuesto por los mismos elementos de cualquier sistema de información, que esté orientado hacia la toma de decisiones, con la característica adicional de permitir el manejo de los datos espaciales, en forma integrada con los datos descriptivos. (Véase la Figura No. 1).

Estos elementos son:

- æ **Los equipos o "hardware"**, compuesto por el computador con sus respectivos dispositivos periféricos, incluyendo dentro de ellos los que permitan la entrada y salida de datos gráficos como mesa digitalizadora y graficadores de líneas.
- æ **El componente operativo o "software"**, compuesto por los comandos y programas especializados que actúan sobre la información contenida en la base de datos. Adicionalmente, incluye los programas de aplicación diseñados por el usuario.
- æ **Base de datos**, representada por las bases de datos espaciales y las bases de datos descriptivas. La gran diferencia del potencial de un SIG, está en las facilidades que presenta para manejar conjuntamente o en forma simultánea las bases de datos espaciales y sus atributos.
- æ **Los procedimientos**, se refieren a los manuales o instrucciones escritas que van dirigidas a los operadores o usuarios para el manejo eficiente y seguro de un SIG. Incluye los manuales técnicos y de los usuarios, de los paquetes y programas desarrollados por los usuarios.
- æ **Los recursos humanos**, debidamente capacitados y con la concepción del manejo de datos gráficos. Generalmente los analistas y diseñadores de sistemas, están compuestos por personal multidisciplinario, que no sólo resuelvan los problemas de entrada y manipulación de los datos, sino la conceptualización y análisis eficiente de las bases de datos integradas y las modelaciones desarrolladas con base en las tecnologías multicriterio.

Cuando en un sistema se cuenta con más recursos disponibles, dependiendo del tamaño, se necesita un soporte organizacional que los opere y administre. Los SIG se pueden describir como un conjunto de subsistemas interrelacionados, que se asimila con cada uno de los elementos componentes:



- æ **Subsistema de entrada de datos:** Administra los procedimientos de ingreso de la información espacial y descriptiva, seleccionando la metodología más apropiada y los periféricos, tales como mesa digitalizadora, consolas, unidades de cinta, lectores de barrido electrónico ("scanner"). Este subsistema se encargará de organizar los datos provenientes de diversas fuentes, en los formatos y presentación apropiados para su análisis.
- æ **Subsistema de almacenamiento:** Administra los recursos de almacenamiento secundario (discos, cintas magnéticas), decide sobre la frecuencia de actualización o consulta y controla los niveles de acceso de cada uno de los usuarios del sistema.
- æ **Subsistema de análisis y modelado:** Está compuesto por los especialistas en las diversas disciplinas y los analistas de sistemas, encargados de determinar los procedimientos que se deben aplicar a las bases de datos para producir los resultados que luego serán analizados integralmente.
- æ **Subsistema de salida de la información:** Se encarga de diseñar los formatos de salida de los resultados, tanto en pantalla como en los mapas. Igualmente, se definirán los procedimientos que permitan la edición, difusión y consulta de los resultados entre los usuarios internos o externos a la organización.

## ENTIDADES GEOGRAFICAS BASICAS

El principio fundamental del Sistema de Información Geográfico, para el manejo de la información, es que los datos sean codificados, organizados, analizados y modelados a través de una referencia explícita a su localización espacial y a otras propiedades geográficas. Los SIG, representan el mundo real mediante la utilización de bloques de información o entidades construidas a partir de puntos, líneas y polígonos, los cuales pueden representar distancias, superficies, volúmenes o redes. Estas entidades se explican a continuación:

### Datos Puntuales:

Pertencen a esta clasificación aquellos elementos geográficos cuya localización en el espacio bidimensional de trabajo cubre un área considerablemente menor que la de los demás elementos circundantes, o incluso aquellos cuya dimensión vertical es apreciable con respecto al área cubierta. Ejemplo de este tipo de datos lo constituyen las perforaciones geológicas, torres de transmisión, semáforos, pozos de inspección y, en general, las entidades geográficas de las cuales sólo nos interesa poseer información numérica y alfanumérica asociada a su localización, aunque, dependiendo de la escala de trabajo, cubran un área considerable.

La definición de una entidad geográfica como dato puntual, depende de las necesidades y productos finales que se deseen obtener. Existen casos en los cuales los elementos que son considerados y tratados como puntos en mapas de pequeña escala, deben ser tratados como polígonos en mapas más detallados. Los núcleos urbanos constituyen un ejemplo de este caso particular.

### Datos Lineales:

A este tipo de datos pertenecen los entes geográficos que al momento de ser representados en un mapa a cualquier escala, tienen una anchura despreciable en comparación con la longitud de éste, pudiendo ser tratados como líneas en la mayoría de los casos. A este tipo de datos pertenecen la mayoría de las redes de drenaje (ríos, quebradas, caños), las carreteras, divisiones geográficas, etc.

Por ejemplo, en el caso de las carreteras o ríos importantes, en donde el ancho sea apreciable, puede ser conveniente registrar únicamente el eje del mismo, codificando el ancho como un atributo numérico asociado. Esta organización facilita su análisis y ocupa menor espacio en la memoria del computador.

### **Datos Poligonales o Superficiales:**

Están constituidos por aquellos elementos que pueden ser representados en un mapa por medio de una zona definida subjetiva o físicamente. El primer grupo lo componen aquellos elementos de superficie cuya delimitación es el resultado de la clasificación de un fenómeno en consideración y puede convertirse en una delimitación física visible. Las delimitaciones previstas para posibles desarrollos futuros o los mapas de susceptibilidad a la erosión, son ejemplos de este tipo. El segundo grupo lo componen aquellos elementos que poseen una delimitación física más definida y que no necesitan de criterios subjetivos para su registro superficial. Un ejemplo lo constituyen los mapas forestales, los núcleos urbanos, etc.

### **Datos Volumétricos:**

La topografía del terreno es el ejemplo más evidente de este tipo de datos. Los Sistemas de Información Geográficos actuales, generalmente representan los objetos tridimensionales por la superficie que lo limita, mediante la definición de un modelo digital del terreno, cuya superficie puede ser continua o discreta. En este aspecto los SIG presentan los mayores inconvenientes, por cuanto necesitan un computador de alto desempeño y una pantalla de alta resolución.

### **Redes:**

Están compuestas por una serie de líneas y puntos interconectados (nodos y arcos), a lo largo de los cuales existe un flujo determinado. Las redes regulan el flujo mediante ciertas normas que pueden ser simuladas por los SIG, de tal manera que los recursos que pertenecen a la red, pueden ser manejados y dispuestos con la máxima eficiencia, con los propósitos de planeación, diseño, reestructuración, administración y operación. Cualquier tipo de red se puede representar en un SIG, tales como redes telefónicas, alcantarillado, eléctrica, vial, etc., y en

general que cumpla con las funciones de distribución, recolección o ambas.

En la Figura No. 2, se muestra el concepto de almacenamiento de información gráfica y descriptiva en las bases de datos espaciales. Las entidades geográficas elementales pueden ser puntos, líneas y polígonos, o derivados, como volúmenes y redes. Estos sirven para representar esquemáticamente el mundo real, llevan asociada una tabla con la información descriptiva que complementa la imagen.

Los puntos, por ejemplo, pueden ser intersecciones viales y, la información asociada, su localización geográfica, localización relativa (calle-carrera), número de accidentes anuales, si está semaforizada o no, tipo de intersección, etc. Las líneas, pueden representar las vías, con sus datos asociados de tipo de vía, velocidad, capacidad, estado del pavimento, etc. Los polígonos, representarán las manzanas, con datos como población, destino económico, estrato socioeconómico, número de viviendas, medidas, etc.

La potencialidad del SIG radica en que las dos bases de datos interactúan simultáneamente. No se necesita salir de la edición del dibujo, para actualizar el tipo de vía, por ejemplo. Pero lo más importante, es que se pueden realizar análisis y consultas inmediatas teniendo en cuenta su posición geográfica. Por ejemplo, "resalte las vías del tipo 1 y calcule su longitud total". "Calcule la densidad de población para las manzanas de estrato 6 con destino económico residencial". "Indique las intersecciones viales que tengan una frecuencia de accidentes diarios de mayor de 3". Todas estas consultas se pueden programar tan complejas como se desee y presentar los mapas resultantes para su análisis visual. Adicionalmente, se pueden generar mapas temáticos intermedios, con el fin de cruzarlos o superponerlos para visualizar y cuantificar el efecto combinado. Por ejemplo, representar las vías del tipo 1, que tengan intersecciones con una frecuencia diaria de accidentes mayor de 4 y que no estén semaforizadas.

**FIG. No. 2 - COMPONENTES DE LAS BASES DE DATOS ESPACIALES**

**ENTIDADES GEOGRAFICAS**

**PUNTOS**

Ej: INTERSECCIONES VIALES

No.	Tipo	No. Acc/Año
1	A1	25
2	B3	35
3	A2	23
4	A1	10

**LINEAS**

Ej: CALLES

No.	TIPO	ESTADO	CAPAC.
1	A	BUENO	200
2	B	REGULAR	250
3	C	MALO	150

**POLIGONOS**

Ej.: MANZANAS

No.	ESTRATO	USO	HABIT.
1	4	COM.	250
2	2	VIVI.	340
3	6	RECRE.	00

ANOTACIONES → PARQUE



↑  
BASE DE DATOS DESCRIPTIVA

↑  
BASE DE DATOS ESPACIAL

PARIS

## DATOS DE ENTRADA PARA UN SIG Y PROCEDIMIENTOS PARA EL ANALISIS

Para la conformación de las bases de datos, los SIG permiten la captura de datos en diferentes formas y por diferentes dispositivos periféricos y, desde luego, en la escala que se desee.

Los dispositivos más empleados son: mesas o tabletas digitalizadoras, lectores de barrido electrónico ("scanners"), a partir de otros medios magnéticos, teclado.

Las fuentes pueden ser: datos de campo, mapas existentes, imágenes de satélite, imágenes de radar, fotografías aéreas, etc.

Los procedimientos para la manipulación y el análisis de la información, pueden ser ofrecidos por las compañías de desarrollo de programas o diseñados directamente por los usuarios de acuerdo con sus necesidades.

Los módulos más comunes realizan las siguientes operaciones:

- \* Captura automática de la información espacial y descriptiva.
- \* Manejo y administración de las bases de datos.
- \* Superposición de mapas temáticos.
- \* Visualización y consultas interactivas, en 2 y 3 dimensiones.
- \* Edición gráfica/cartográfica.
- \* Análisis de redes.
- \* Toponimia digital.
- \* Geocodificación de direcciones.
- \* Análisis y generación de superficies.
- \* Cartografía automatizada.
- \* Conversión de datos espaciales en diferentes formatos y tipos de archivos para otros sistemas.
- \* Análisis topológicos.
- \* Análisis de proximidad o vecindad.
- \* Análisis de visibilidad.
- \* Dibujo de curvas de nivel.
- \* Modelos interactivos: de expansión o difusión, zonas de influencia, etc.
- \* Modelos multicriterio.

- \* Dibujo de curvas de isopendientes, isohietas, isotérmicas, isotiempos, etc.
- \* Funciones matemáticas, alfanuméricas, estadísticas, trigonométricas, logarítmicas, etc.
- \* Análisis de aspecto, iluminación, ángulo de incidencia.
- \* Modelos de decisión, predicción, simulación, etc.
- \* Etc.

El producto más interesante de un SIG será la utilización de toda la información para la modelación o el análisis de simulación de los efectos que puede producir uno o varios agentes externos, o la intensidad con que actúen (obras civiles, procesos naturales o inducidos por el hombre, etc.), para estructurar planes y programas de contingencia.

En la Figura No. 3, se presenta un ejemplo de la forma como estos mapas específicos se combinan dentro de un análisis multicriterio y multidisciplinario, con el fin de producir los respectivos mapas de riesgos, mediante el diseño de **modelos de simulación**, los cuales presentarán los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones durante la construcción de una obra o cuando se produzca un accidente.

### ANALISIS DE EFECTOS SIMULADOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

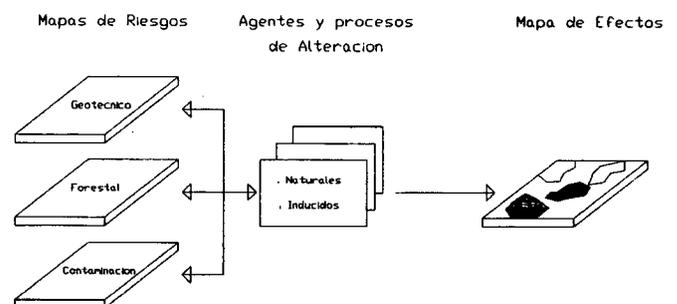


Figura No. 3.

## CAMPOS DE APLICACION Y DISCIPLINAS INVOLUCRADAS

Los SIG se pueden considerar como una de esas tecnologías en donde el límite de aplicación depende de los equipos empleados, el recurso humano disponible, los propósitos que se persigan y su imaginación. Por lo anterior, se les conoce como la "tecnología del conocimiento", por el gran potencial que ofrece para la gran variedad de disciplinas relacionadas. Dentro de las aplicaciones más conocidas tienen que ver con la vigilancia y defensa estratégica de zonas costeras, exploraciones petrolíferas y mineras en general, planificación y diseño de obras civiles, gestión de redes de servicios públicos, producción de mapas de sensibilidad geotécnica, planes de protección ambiental, ordenamiento territorial, localización de zonas de riesgo, aguas subterráneas, cartografía automatizada, análisis de mercados, turismo, historia.

Dentro de las disciplinas involucradas se encuentran:

**Las matemáticas**, para el diseño teórico de los modelos y el análisis espacial.

**La informática**, para el diseño de las aplicaciones de los usuarios, el diseño de las bases de datos, los algoritmos de procedimientos, el cómputo gráfico, las redes de transmisión de datos, etc.

**La estadística**, en los modelos de simulación o predicción, en el análisis de los datos, presentación de resultados.

**La investigación operacional**, en los procesos de optimización, en la toma de decisiones, análisis de probabilidades.

**Todas las ramas de la ingeniería:** forestal, agrícola, civil, sistemas, etc., que planifiquen y tomen decisiones con base en análisis espaciales.

**Los sensores remotos**, que proporcionan una gran

cantidad de fuentes de información, desde fotografías aéreas, imágenes de satélite, imágenes de radar.

Las imágenes de satélite y de radar, se han convertido en la mayor fuente de datos para los SIG, por cuanto su desarrollo durante los últimos años ha sido bastante importante, tanto en resolución (hasta 10 metros), como en variedad de bandas del espectro electromagnético (imágenes en las bandas del infrarrojo, térmicas, bandas visibles), pero adicionalmente, dado su carácter de imágenes digitales, permiten su interpretación automatizada y la conformación de modelos digitales del terreno, como en el caso que se muestra en la Figura No. 4, donde a partir de un par estereoscópico de imágenes de satélite, provenientes del satélite europeo (SPOT) (Satélite para la Observación de la Tierra), en modo multiespectral o pancromático, se produjo un Modelo Numérico del Terreno, con una resolución planimétrica de 10 Mts.

Las aplicaciones de un Modelo Numérico del Terreno, se relacionan con numerosos campos:

- \* Generación de curvas de nivel, y confección de mapas topográficos.
- \* Confección de "imagemapas" rectificadas (un mapa topográfico georreferenciado superpuesto con una imagen de satélite), como se observa en la Figura No. 5, tomada de catálogos de SPOT IMAGE, la firma que distribuye este producto.
- \* Determinación de las redes hidrográficas y de las cuencas de alimentación, mapas de vertientes, mapas de insolación.
- \* Selección de sitios para emplazamiento de obras civiles.
- \* Simulación de impactos ambientales.
- \* Geología, geomorfología.
- \* Estudios geotécnicos.
- \* Instalación de emisoras de radiodifusión.
- \* Preparación de misiones de vuelos fotográficos.
- \* Simulación de vuelos.

- \* Vigilancia de lugares sensibles.
- \* Todas las aplicaciones que pueden desarrollarse utilizando SIG.

## CONCLUSIONES

Un Sistema de Información Geográfico es una tecnología que se caracteriza por integrar información espacial y otras clases de información en un solo sistema, el resultado es una herramienta consistente que permite toda clase de análisis geográficos o georreferenciados.

Cuando se dispone de mapas, imágenes de satélite, fotografías aéreas y otras clases de información espacial en forma digital, el SIG permite manipular, desplegar y analizar el conocimiento geográfico de una manera nueva y excitante.

En síntesis los SIG realizan las siguientes funciones principales:

- Construcción e integración de bases de datos espaciales.
- Exploración de las relaciones entre los conjuntos de datos espaciales.
- Búsqueda e identificación de sitios apropiados para desarrollo de proyectos.
- Evaluación de impactos a través de modelos.
- Desarrollo de aplicaciones por el usuario, de acuerdo con sus necesidades.
- Consultar los registros administrativos, tales como archivos de propietarios de bienes raíces, archivos de impuestos, de servicios públicos, etc., a través

de su posición geográfica (espacial).

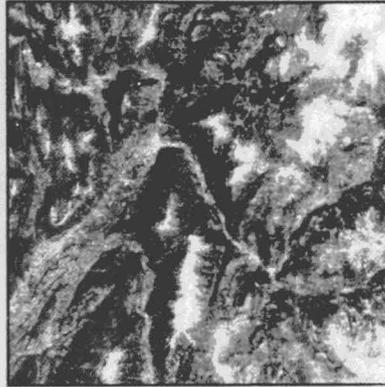
Como toda herramienta nueva que sale al mercado se necesita conocerla apropiadamente, para que los analistas puedan aprovecharla en todas sus capacidades. La Universidad Nacional, está llamada a convertirse en un centro multiplicador de los conocimientos y experiencias adquiridas sobre esta tecnología, a través de cursos, talleres, seminarios y especialmente mediante la conformación de grupos de trabajo académico con la participación de estudiantes y profesores, que puedan a su vez desarrollar proyectos aplicados, con el estudio de las metodologías que apliquen esta técnica en forma eficiente y responsable.

## BIBLIOGRAFIA

- ARONOFF, S. 1989. Geographic Information Systems. A Management perspective. WDL publications, Ottawa, Canadá.
- MAFFINI, Giulio: "Spatial Analysis". IBM Personal Systems Developer. Fall 1990.
- CHAMBERS, Don: "Overview of GIS Database Design". ARC News, Environmental Systems Research Institute. Inc. Spring 1989, Issue. Vol 11, No. 2.
- Intera Tydac Technologies Inc. SPANS Product Overview and Module Descriptions. Sep. 1991.
- SPOT IMAGE. Catálogos de aplicaciones de las imágenes de satélite obtenidas por el satélite SPOT.
- DAVIS, Gordon B. y Olson, Margrethe H., Sistemas de Información Gerencial. Ed. McGraw-Hill, 1987.
- VARGAS, Eduardo: Curso de Sistemas de Información Georreferenciada. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia, 1991.

# MODELO NUMERICO DE TERRENO SPOT

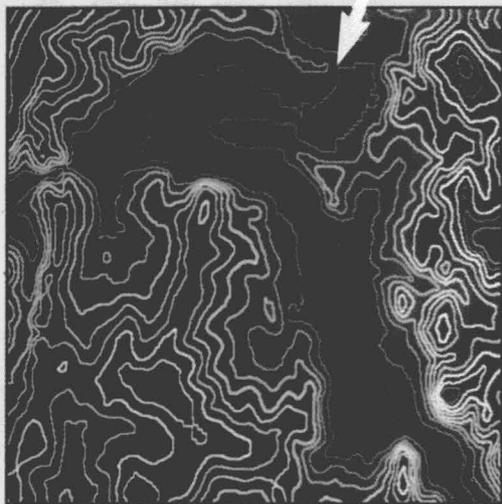
© CNES 1988



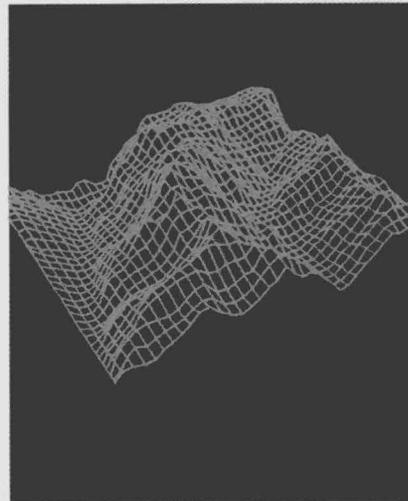
© CNES 1988

SPOT y la Cartografía

Cartografía



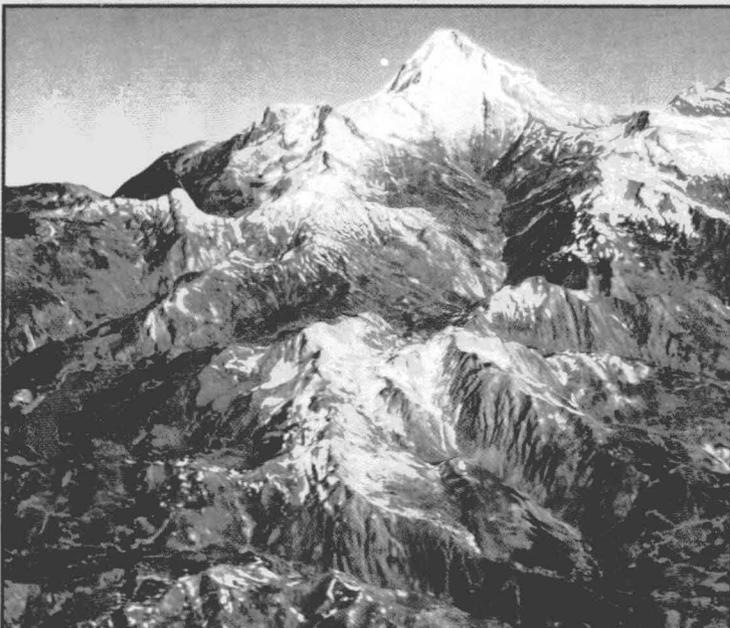
© MS2-MICROPERICOLOR



© GEOSPACE 1988

Visualización 3 Dimensiones  
Simulaciones

Selección de los emplazamientos



© ISTAR 1989



Visualización en perspectiva y pseudo verdadero color de la región de Albertville, Saboya, Francia. SPOT imágenes: 51-258 25 y 26 julio 1988. Realización: ISTAR.

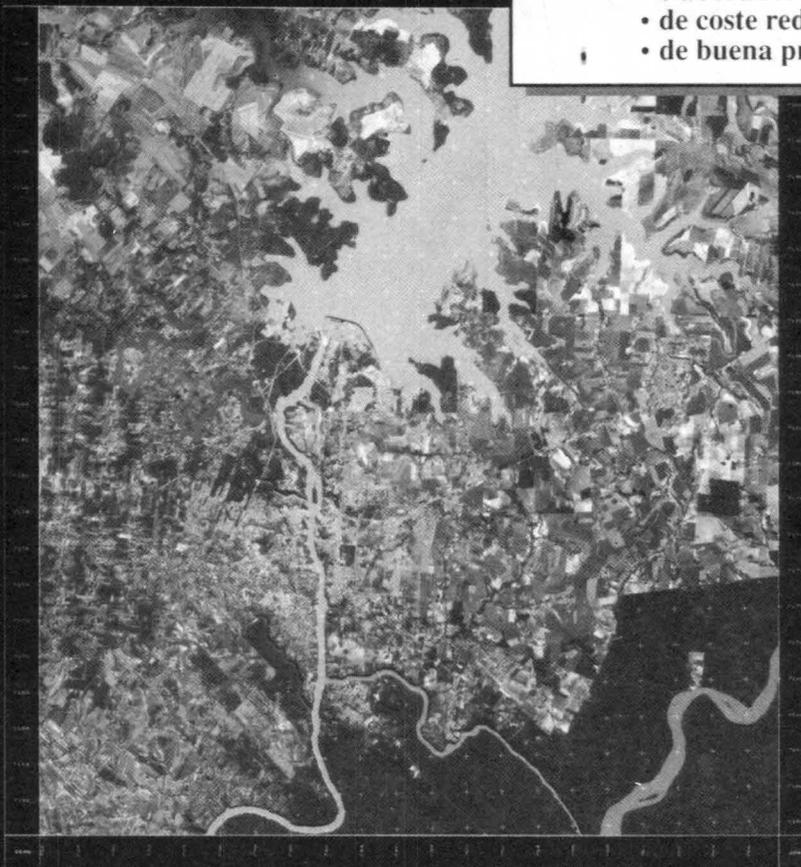


Figura 4

# LOS IMAGEMAPAS

## Documentos cartográficos:

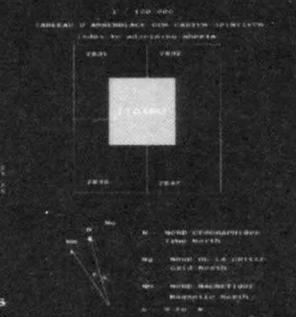
- actualizados
- elaborados rápidamente
- de coste reducido
- de buena precisión



ET DE NORD EN VALSAY.  
 ELITE REPRESENTING IN THE OF NORTH  
 REPRESENTING IN THE OF NORTH  
 REPRESENTING IN THE OF NORTH

TRADE O. DRIVING  
 NORD WEST POLARIS NO. 10. 10. 1000  
 REPRESENTING IN THE OF NORTH  
 REPRESENTING IN THE OF NORTH

PROJ. FILE NAME  
 PROJ. FILE NAME  
 PROJ. FILE NAME  
 PROJ. FILE NAME



echelle : 1/100 000



© CNES 1986 - réalisation spatioscartes GEOSYS

## Una base georeferenciada indispensable:

- para los proyectos de desarrollo
- para los inventarios de recursos naturales

## SPOT y la cartografía



Inventarios de recursos naturales



Estrategia de desarrollo



Figura 5