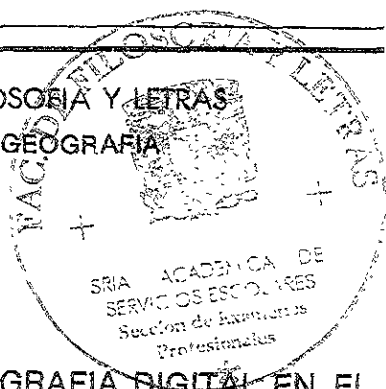


149



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

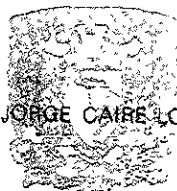


## EL PAPEL DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

T E S I S  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA  
P R E S E N T A  
GENARO VEGA COLIN



ASESOR: DR. JORGE CAIRE LOMELI



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

MAYO 2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA.

*A mi Madre y mis Hermanos.*

*Por todo el apoyo y cariño incondicional  
que siempre me han brindado. Gracias*

*A mi Esposa.*

*Por su apoyo, sus comentarios y sugerencias  
al igual que por esos momentos que hemos  
compartido juntos. Gracias*

*A mis Hijas.*

*Por haberme cedido ese tiempo que bien  
pudimos haber compartido juntos. Gracias*

# AGRADECIMIENTO

*A todos mis maestros por su paciencia y sobre todo por haber compartido sus conocimientos y experiencias a lo largo de toda mi vida profesional.*

*A todos los sinodales por la revisión de esta tesis.*

*Al Dr. Jorge Caire Lomeli por el cúmulo de conocimientos que me trasmitió a lo largo de estos años y por el asesoramiento de esta tesis.*

## ÍNDICE

CONTENIDO	Página
<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<b>UNIDAD 1 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>	5
<b>1.1 DEFINICIÓN</b>	6
<b>1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS</b>	10
<i>1.2.1 Canadá</i>	12
<i>1.2.2 E.E.U.U.</i>	13
<i>1.2.3 México.</i>	20
<b>UNIDAD 2 SOFTWARE Y HARDWARE DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>	27
<b>2 SOFTWARE Y HARDWARE DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>	28
<b>2.1 HARDWARE</b>	28
<b>2.2 SOFTWARE</b>	29
<b>2.3 BASE DE DATOS</b>	41
<i>2.3.1 Tipos de datos</i>	42
<i>2.3.2 Información alfanumérica</i>	45
<b>2.4 MGE</b>	47
<b>UNIDAD 3 PROCESOS PARA GENERAR CARTOGRAFÍA DIGITAL</b>	51
<b>3. PROCESOS PARA GENERAR CARTOGRAFÍA DIGITAL</b>	52
<b>3.1 ESCANEEO</b>	53
<b>3.2 CAPTURA DE LA INFORMACIÓN</b>	58
<b>3.3 TIPOS DE VECTORIZACIÓN</b>	59
<b>3.4 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE SATELITE</b>	64

---

---

## ÍNDICE

CONTENIDO	Página
<b>3.5 GEORREFERENCIACIÓN DE LOS ARCHIVOS TIPO RASTER Y VECTOR</b>	68
3.5.1 <i>Georreferenciación indirecta o discreta</i>	69
<b>3.6 LIGA DE ELEMENTOS GRÁFICOS CON LA BASE DE DATOS</b>	71
<b>3.7 MODELAJE DEL TERRENO</b>	73
<b>3.8 MANTENIMIENTO DE LA INFORMACIÓN</b>	78
3.8.1 <i>Análisis de la información</i>	79
<b>3.9 IMPRESIÓN</b>	79
<b>UNIDAD 4 LOS SIG Y OTROS SISTEMAS</b>	83
<b>4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>	84
4.1.1 <i>Funciones básicas del SIG</i>	84
4.1.2 <i>Limitaciones del SIG</i>	85
<b>4.2 DESKTOP MAPPING DM</b>	85
4.2.1 <i>Funcionalidad del Desktop Mapping</i>	87
4.2.2 <i>Limitaciones del DM</i>	90
<b>4.3 CAD MAPPING SYSTEMS</b>	91
4.3.1 <i>Diferencias SIG-CAD</i>	92
<b>UNIDAD 5 TIPOS DE SIG</b>	96
<b>5.1 TIPOS DE SIG</b>	97
<b>5.2 SIG RASTER</b>	102
<b>5.3 SIG VECTORIAL</b>	109
<b>UNIDAD 6 BENEFICIOS, TENDENCIAS Y APLICACIONES DE LOS SIG'S</b>	112

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
6.1 PERSEPCIÓN DE LOS BENEFICIOS	113
6.2 TENDENCIAS DE DESARROLLO DE LOS SIG	115
6.3 APLICACIONES DE LOS SIG'S	116
CONCLUSIONES	139
GLOSARIO	144
BIBLIOGRAFIA	153

---

---

## INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica SIG (GIS por sus siglas en inglés) remonta su origen a los años sesenta en Canadá, donde surgió como una herramienta para administrar y controlar sus recursos forestales. Sin embargo su desarrollo acelerado se produjo hace unos cuantos años, debido en gran parte a la aparición de nuevas tecnologías y a la evolución de las ya existentes, sobre todo en cuestiones de manejadores de bases de datos y transferencia de información, así como un abaratamiento de la tecnología computacional, los SIG han llegado a diferentes campos tales como el académico, investigación, industrial y comercial; en los cuales han causado un gran impacto y aceptación debido a su característica principal: presentar la información de una manera gráfica y referenciada espacialmente, de esta manera, los usuarios la captan de forma más directa y aprecian en un mayor grado las relaciones entre los atributos que la componen.

Hoy en día se invierten grandes sumas de dinero en el desarrollo de bases de datos georeferenciadas y en sistemas de información geográfica. Un hecho importante es que la geografía forma ya parte de nuestro mundo cotidiano; la mayoría de los hechos que tomamos en cuenta diariamente están en relación o influenciadas por un hecho geográfico. Los camiones de bomberos, por ejemplo, se envían a su destino a través de la ruta más corta posible, las aportaciones económicas de los gobiernos a los entes locales se



basan frecuentemente en la distribución geográfica de la población, o las enfermedades se estudian gracias a la identificación de las áreas en donde se producen y de la velocidad a la que se expanden.

A partir de 1990 la disponibilidad de información SIG y de productos Desktop Mapping para entornos Windows ha propiciado su aplicación en empresas privadas, que lo utilizan como usuarios finales más que como productores de información.

Los SIG centran su capacidad en el almacenamiento, comparación y relacionan la información espacial, sus aplicaciones varían de país a país e inclusive, de usuario a usuario en un mismo país.

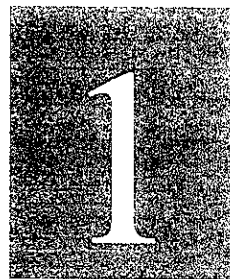
El software de un SIG presenta varias descripciones de acuerdo con el fabricante, de manera sencilla se puede decir que el software es una colección de instrucciones que le van a indicar a la computadora que tarea va a realizar, dicho software se encuentra almacenado en la memoria de la computadora, el avance en cuanto a las características del software han ido de la mano del hardware, desde sus orígenes hasta los altos niveles de flexibilidad interactiva. El software normalmente se describe como una colección de paquetes que en forma conjunta pueden ejecutar aplicaciones específicas. Dentro de los principales programas de SIG se encuentra MGE de Intergraph el cual permite gobernar

la infraestructura o el medio ambiente, recursos naturales y cartografía digital. MGE incorpora elementos de tipo raster, vector, textos, y datos híbridos usando elementos de dibujo.

Los siguientes pasos ejemplifican como es el proceso de la información para generar cartografía digital: el escaneo es la transformación de la información documental en información digital (binaria), para lo cual se pueden escanear fotografías aéreas, mapas, cartas, en general cualquier documento. El siguiente paso es la captura de la información mediante la vectorización de la información para lo cual hay cinco formas de realizarla que son: vectorización con tarjeta digitalizadora, vectorización manual, vectorización automática, con MGE Grid Analyst y vectorización con Software I/Vec. El tercer paso es la georreferenciación de los archivos de tipo raster y de tipo vector, la georreferenciación es un proceso por el cual se ubican los rasgos o elementos de una carta, un mapa o un plano dentro de un sistema de coordenadas manejado por un SIG. El cuarto paso es el manejo de imágenes de satélite para mantener la información lo más actualizada posible. El quinto paso es el de mantener lo más actualizado posible la información y por último se establece una liga de elementos gráficos con la base de datos.

Uno de los aspectos más importantes es el de contar con excelentes impresoras o plotters, ya que son éstos los encargados de la calidad y precisión de los mapas SIG que se elaboren.

Por último, se mencionan algunas de las muchas aplicaciones que tienen los SIG entre las cuales se pueden destacar las de PEMEX (SICORI), las tendencias de desarrollo, y la percepción de los beneficios de su uso. Dentro de las principales aplicaciones de los SIG están: la biodiversidad, SIG electoral para la ciudad de Ensenada, SIG de contaminación de la bahía de todos los Santos, Índices de peligro y modelos de simulación para la prevención y control de incendios forestales, etc.



*LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA*

## 1.1. DEFINICIÓN

Hoy en día la definición SIG (Sistema de Información Geográfica) es un tanto compleja debido a que se utiliza en los negocios, en las universidades, en organismos gubernamentales y en algunos organismos privados, utilizándose para resolver problemas muy diversos, así como, por un sin número de profesionistas por lo cual existen diversas definiciones:

"Un sistema para la captura, almacenamiento, corrección, manipulación, análisis y presentación de datos que están espacialmente referenciados sobre la tierra". (Department of the Environment, 1987)<sup>(1)</sup>.

"Sistemas automatizados para la captura, almacenamiento, composición, análisis y visualización de datos espaciales". (Clarke, 1990)<sup>(2)</sup>.

"Es un sistema diseñado para trabajar con datos georeferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas. En otras palabras, un SIG es a la vez una base de datos con funcionalidades específicas, para datos referenciados espacialmente y un conjunto de operaciones para trabajar con los datos ". (Star y Estes, 1990)<sup>(3)</sup>.

---

1 SIG: Sistemas de Información Geográfica, Javier Gutierrez Puebla, pag 19

2 <http://www.fao.org/WAICENT/faoinfo/sustdev/spdirect/gis/intro.htm>

3 SIG: Sistemas de Información Geográfica; Javier Gutierrez Puebla; pag 19

"Es un sistema de Hardware, Software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión". (National Center for Geographic Information and Analysis, NCGIA, 1991)<sup>(4)</sup>.

"Un sistema computarizado compuesto por hardware, software, datos y aplicaciones que es usado para registrar digitalmente, editar, modelizar y analizar datos espaciales y presentarlos en forma alfanumérica y gráfica". (Hewlett Packard, 1993)<sup>(5)</sup>.

"Un Sistema de Información Geográfica (SIG) se puede definir como aquella herramienta que nos permite obtener la representación en un soporte informático de un espacio geográfico". (Erdas. 2000)<sup>(6)</sup>.

"Un sistema compuesto por elementos informáticos (Hardware y Software) y métodos diseñados para permitir la adquisición, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión". (National Center for Geographic Information and Analysis de E.U., 2000)<sup>(7)</sup>.

4 SIG: Sistemas de Información Geográfica. Javier Gutiérrez Puebla; pag 14  
5 SIG: Sistemas de Información Geográfica. Javier Gutiérrez Puebla, pag 20  
6 <http://www.erdas.com>  
7 <http://www.mappinginteractivo.com/prin-2-1.htm>

"Un conjunto de equipos informáticos, de programas, de datos geográficos y técnicos organizados para recoger, almacenar, actualizar, manipular, analizar y representar eficientemente todas las formas de información georreferenciada". (Centro de supercomputación de Galicia, 2000) <sup>(8)</sup>.

"Sistemas computarizados de almacenamiento, elaboración y recuperación de datos con equipo y programas específicamente para manejar los datos espaciales de referencia geográfica y los correspondientes datos cualitativos o atributos". (FAO, 2000) <sup>(9)</sup>.

En este sentido, las definiciones del SIG son similares y establecen que un Sistema de Información está diseñado para trabajar con datos referidos espacial o geográficamente. Entonces, un SIG es una mezcla de recursos humanos, información y datos geográficos digitales, procedimientos automatizados, manuales y el procesamiento de datos con el hardware y el software adecuados, que se utiliza para responder a consultas sobre rasgos geográficos.

En términos más simples, un SIG es un sistema computarizado que puede mantener y emplear información para describir rasgos en la superficie de la Tierra y sus atributos.

---

8 <http://www.cesga/ca/gis/conf.html>

9 <http://www.fao.org/WAICENT/faoinfo/susidev/gis/intro.htm>

Es por esa razón que, así como existen mapas diseñados para tareas y usuarios específicos (mapas de carreteras, de tipos de vegetación, de uso del suelo, geológicos, etc.), así también los SIG's, son diseñados para resolver problemas específicos (catastro, administración de recursos naturales, planeación urbana, etc.).

Se puede decir que un SIG es un poderoso lente, que es utilizado por personas con necesidad de decisión. A través de un SIG los mapas pueden ser integrados fácilmente con otros datos, por ello cualquier información en una tabla puede visualizarse en un mapa instantáneamente y cualquier problema presentado en un mapa puede analizarse cientos de veces más rápido, de esta forma; con el clic de un botón, puede ver el mundo como si no lo hubiéramos visto antes. Como por arte de magia, relaciones y tendencias que no se habían percibido, están ahora sobre pantallas de computadoras y/o mapas SIG impresos. De esta forma los mapas son elegantemente relacionados con otros datos como direcciones o información demográfica. Al contrario de lo que sucede con mapas tradicionales, los mapas SIG's cambian dinámicamente en la medida que los datos numéricos son actualizados. Por ello los SIG's reflejan el mundo como es hoy.

Con un SIG pueden combinarse y reasociarse, elementos cartográficos para revelar relaciones, modelos y tendencias. Un SIG provee de las herramientas necesarias para analizar modelos, localizar eventos, medir cuán distante están dichos eventos,



encontrar la mejor manera de llegar a un destino y explorar como los problemas se relacionan con los demás.

## **1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

Los Sistemas de Información Geográfica conocidos por sus siglas GIS en Inglés o SIG en Español son el resultado de la evolución de las ciencias de la Computación, la Informática y la Geografía.

El surgimiento de los SIG's vienen precedidos desde los años cincuentas, época en la que se dio una presión muy fuerte de toda la comunidad científica a la Academia de Geografía, ya que hasta ese momento la Geografía había sido una disciplina descriptiva. El impacto de la bomba atómica y el desarrollo acelerado del conocimiento científico y tecnológico en esa época, provocan cambios de estrategias en los ámbitos académicos a la solución de problemas geográficos y empiezan a utilizar modelos matemáticos para representar y describir el paisaje geográfico. Paralelamente a esto hay un avance acelerado en la tecnología de la computación. Como se sabe las computadoras que al principio eran de un tamaño muy grande y de poca capacidad, ahora son instrumentos sumamente poderosos para manejar información. De esta manera al tener la necesidad de información ordenada y sistematizada para realizar análisis espacial y también tener el

recurso tecnológico accesible se presentan las condiciones adecuadas para el surgimiento de una nueva disciplina la de los **Sistemas de Información Geográfica**.

Fue en Canadá donde surgieron los primeros SIG's por su gran necesidad de administrar sus extensos recursos naturales, datos recopilados por el Canadá Land Inventory (CLI), en los sesenta, cuando Tomlimson, Calkins y Marble desarrollaron el Sistema de Canadá, reconocieron que si los datos adquiridos no se manejaban por computadora se perdería su uso potencial. Así se iniciaron las ideas fundamentales de la tecnología de SIG. En los años 60 se iniciaron las técnicas de manejo tradicional de gráficos mediante métodos numéricos, introducción de mapas en computadoras que eran muy lentas. En los años 70 la tecnología del SIG, se desarrollo principalmente en la creación de nuevas computadoras, lo que redujo su precio, proliferaron muchos SIG, cuadros entrenados y calificados y se mostró una tendencia hacia sistemas en áreas limitadas sin gran generalidad. En los 80 y 90 se incremento la velocidad de Hardware y con ello, la facilidad y flexibilidad con que se manejan los datos geográficos. Se han desarrollado nuevas metodologías y se han identificado las necesidades en el manejo interactivo de los usuarios de los SIG. Posteriormente se empezó a desarrollar en México, Gran Bretaña, Estados Unidos, Rusia, España, Japón, Francia, Venezuela, Brasil, Cuba y otros países.



### 1.2.1 Canadá

El desarrollo de los SIG's se inicia en los años sesenta, y hasta la fecha no han dejado de evolucionar, el término fue acuñado por el llamado Canadian Geographic Information System implementado por el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá.

El Sistema de Información Geográfica de Canadá fue el pionero, en lugar de aprovechar la tecnología existente, inventó su propia tecnología: por ejemplo, debido a la necesidad de incorporar cientos de mapas complejos en su base de datos, los desarrolladores del sistema produjeron el primer escáner (barredor óptico) especialmente adecuado para este fin. Las imágenes escaneadas eran en ese entonces vectorizadas utilizando un software diseñado para estos fines. Actualmente, algunas de sus ideas están presentes en los SIG's más modernos como son:

- La división de los mapas digitales en hojas
- El ajuste de las hojas por sus bordes
- La estructuración de la información espacial en capas temáticas
- La codificación de la topología de los arcos indicando los polígonos que quedan a izquierda y derecha

➤ Las funcionalidades para realizar superposiciones topológicas, medida de superficies y consultas espaciales

El SIG canadiense fue un sistema diseñado para una aplicación específica (inventarios forestales) y para un área específica (el territorio forestal de Canadá).

Los resultados eran presentados como informes (texto), ya que este no fue diseñado para realizar cartografía digital, sino para realizar análisis con la base de datos (tipo inventario). No se considera como el mejor SIG, pero diseñó muchas de las ideas que ahora están implementadas en los SIG's modernos.



### 1.2.2 E.E.U.U.

En Estados Unidos de Norteamérica ocurre el mayor desarrollo actual de la tecnología SIG dentro de los cuales destacan Intergraph y ARC/INFO.

ARC/INFO es un híbrido consistente en un sistema de datos cartográficos que se ha creado sobre un sistema de manejo de bases de datos relacionables. Opera con una

lógica vectorial (puntos, líneas y polígonos), manipulable incluso en modo raster mediante software integrado denominado GRID y GRID-TOPO.

La tecnología de SIG se usa en investigaciones científicas, administración de recursos y planeación de desarrollo. Por ejemplo, un SIG puede permitirle a los planeadores de emergencias calcular fácilmente los tiempos de respuesta a las emergencias en un evento de desastre natural, o un SIG podría usarse para encontrar tierras bajas que necesitan protección en contra de la contaminación, etc.

### La Universidad de Harvard

En la Universidad de Harvard entre 1960 y 1980 se desarrolló el software sobre cartografía y SIG más avanzados del mundo. El primero de estos sistemas SYMAP (Synagraphic Mapping), fue el sistema de cartografía temática más utilizado durante más de una década, los mapas que generaba eran el resultado de análisis espaciales sobre fenómenos socioeconómicos y ambientales, los cuales no requieren líneas precisas sino más bien mostrar las pautas generales de la distribución espacial de variables como la pobreza o la contaminación.

Después del SYMAP el laboratorio de Harvard desarrolló otros sistemas raster como GRID, IMGRID y posteriormente perfecciono el Map Analysis Package (MAP), en los cuales se desarrollaron funcionalidades de análisis raster basadas en el concepto de las superposiciones de capas.

En la mitad de los años setenta, el laboratorio comenzó a prestar atención a los sistemas vectoriales, en un momento que los dispositivos de salida vectoriales (pantallas gráficas, plotters, etc.) comenzaban a ser más populares, por lo que el laboratorio desarrolló un SIG vectorial topológico denominado Odyssey que fue ofrecido al público en los años setenta. Odyssey tenía la capacidad de llevar acabo superposiciones topológicas (no gráficas) de dos mapas, usando fórmulas matemáticas derivadas del nuevo campo de la geometría computacional, sin embargo, no permitía gestionar la base de datos de forma eficiente.

Al desintegrarse el laboratorio (aunque el laboratorio todavía hoy está funcionando, su actividad se redujo al desarrollo de algunos proyectos internos por parte de un reducido número de programadores), sus principales miembros crearon sus propias empresas de tal forma que: J. Dangermond (presidente de ESRI), L. Jordan (presidente de ERDAS) y alumnos como B.J.L. Berry, W. Warntz, D. Sinton (directivos de Intergraph), de esta forma continúan dando difusión al mundo de los SIG's.

### DIME

Es la abreviatura de Dual Independent Map Encoding (Codificación independiente dual de mapas). DIME es una estructura de datos (no un SIG) desarrollada por la oficina del censo de los Estados Unidos de Norteamérica para soportar la captura recogida de los datos del censo de 1970. El objeto no era tanto generar planos urbanos sofisticados como asignar correctamente la población a sus respectivas casas o manzanas. Después del censo de 1970, el uso de los ficheros DIME comenzó a ser habitual en las investigaciones urbanas. Así pues, la principal contribución de la estructura DIME es que ofreció a la comunidad SIG la primera estructura de datos de la que resultaba un "mapa inteligente" directamente utilizable. Por primera vez, el mapa dejaba de ser sólo un dibujo: se podían plantear preguntas y llevar a cabo análisis sobre él. Los SIG's vectoriales más modernos utilizan formatos de datos basados originalmente en la estructura DIME, aunque por supuesto cada SIG ha realizado mejoras y modificaciones en dicha estructura de acuerdo con sus objetivos particulares.

### ESRI e INTERGRAPH

Son las dos empresas con mayor tiempo y solidez en el mercado de los SIG. Intergraph ha crecido diversificando su negocio y hoy vende una gran cantidad de

productos, desde miniordenadores hasta software gráfico para el diseño de botellas de vidrio. ESRI también ha experimentado un crecimiento acelerado desde sus comienzos en 1969, pero se ha dedicado exclusivamente a la producción de software SIG y su principal sistema Arc/Info que ha tenido gran éxito durante los últimos 18 años. INTERGRAPH tiene una cuota de mercado semejante a la de ESRI. Sin embargo, ninguno de sus productos tiene la misma continuidad ni el mismo reconocimiento que Arc/Info, Intergraph en los últimos veinticinco años ha ofrecido varias soluciones SIG's (las más recientes Tigris, MGE, GeoMedia, GeoMedia Web MAP) y suministra soluciones integradas para todas las aplicaciones técnicas de diseño e ingeniería basadas en gráficos interactivos, fábrica Estaciones Personales basadas en procesadores y sistemas operativos estándar, scanners y periféricos. La mayor parte de aplicaciones funcionan en los entornos DOS/Windows, UNIX, Windows 95 y Windows NT, utilizando el mismo interfaz gráfico y permitiendo su operación integrada con paquetes estándar de oficina.

GeoMedia es un SIG que integra datos de los formatos más populares en un entorno único de análisis, sin ningún consumo de recursos dedicados a su traducción Arc/Info, FRAMME, TM MGE, ficheros .dgn, y otros formatos populares pueden ser combinados fácilmente de forma transparente en una vista de Geomedia.



GeoMedia Web MAP permite que su navegador de Internet, tal como Microsoft Explorer o Netscape Navigator, extraiga, visualice y consulte datos SIG y le permite publicar mapas dinámicos en su Intranet o en Internet. En cambio Arc/Info ha permanecido como un producto estable.

Es a partir de 1980 cuando se empieza a dar una mayor comercialización a los productos SIG, en gran parte porque la tecnología informática era más barata y potente; una vez que se solucionaron muchos problemas técnicos relativos al diseño SIG's, las investigaciones comenzaron a tomar otra orientación pasando de los primitivos algoritmos y estructuras de datos a problemas más complejos de diseño de base de datos y cuestiones relacionadas con el uso de la tecnología SIG en aplicaciones reales.

En el pasado, los conocimientos y aplicaciones de mapas digitales e información geográfica han sido limitados, frecuentemente por el costo y por recursos para coleccionar y manejar enormes volúmenes de datos requeridos. Pero recientemente como los precios del hardware han disminuido, el poder y la flexibilidad del software han crecido, lo que ha beneficiado la productividad de los SIG's.

Los SIG's constituyen un sector de crecimiento muy acelerado dentro del desarrollo de la informática, en general el desarrollo de las ciencias espaciales, lo que

permite tener fotografías de cualquier parte de la Tierra. Existen satélites que transmiten periódicamente a la Tierra imágenes digitalizadas, que con ayuda del software adecuado pueden interpretar y ser utilizadas.

Otra tecnología que ha contribuido al desarrollo de las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica es el Sistema de Posicionamiento Global o GPS, proporcionando una precisión de unos pocos centímetros en longitud, latitud y altitud sobre cualquier punto de la superficie de la Tierra.

Actualmente, se está produciendo una auténtica explosión en el desarrollo, el marketing y las aplicaciones SIG. Desde 1988, se publica en el International GIS Sourcebook una relación de sistemas cuyo número ha aumentado de forma vertiginosa año tras año, hasta los aproximadamente 300 sistemas. Tan pronto como un vendedor desaparece del mercado, surgen varios pequeños vendedores y comienzan a ocupar su nicho de mercado. Así pues, la etapa de comercialización se caracteriza por un número relativamente pequeño de vendedores (estables) que ofrecen grandes SIG de propósito general y un número creciente de vendedores con soluciones específicas: SIG para el transporte, SIG catastrales, SIG para el marketing, SIG ambientales, etc.

Las futuras aplicaciones podrían incluir el chequeo automatizado de clasificaciones de imágenes de sensores remotos mediante su comparación con mapas digitales, lo cual apunta hacia la tendencia de actualización automática de los mapas topográficos.



### *1.2.3 México*

En México, alrededor del año de 1972 hay una inquietud por desarrollar SIG's; en esa época la Secretaría de Educación Pública empieza a consolidar un Sistema de Planeación Educativa, dicha planeación contemplaba la dimensión espacial de la información de tipo geográfico. Es importante este proceso porque a pesar de los resultados tecnológicos limitados con los que se contaba en ese momento, el Sistema Geomunicipal era una herramienta de planeación avanzada para su época que permitía al usuario interactuar con el sistema, hacer consultas directas, generar indicadores y utilizar el álgebra de conjuntos para el manejo de municipios, así mismo como consulta de información por ejemplo: seleccionar todos los municipios que tienen suficientes maestros para la población estudiantil y generar un mapa temático de tal o cual indicador. De esta forma, México ha sido pionero también en SIG's.

Posteriormente, debido a una serie de problemas básicamente de tipo económico, el desarrollo de los SIG's en México se ve de alguna manera detenido o por lo menos fue mucho más lento su desarrollo. Sin embargo, en los últimos años, en el ámbito internacional la tecnología avanza de manera acelerada, desde 1985 a la fecha, es decir, en los últimos dieciséis años, empieza a haber gran cantidad de paquetes software que permiten instrumentar e implantar sus propios SIG's, tanto gubernamentales como no gubernamentales que diseñen su Software.

Con el abaratamiento de la tecnología computacional, los Sistemas de Información Geográfica han llegado a diferentes campos tales como el académico, de investigación, el industrial y el comercial; en los cuales han causado gran impacto debido a su característica principal: presentar la información de una manera gráfica y referenciada espacialmente; de esta forma los usuarios la captan de una manera más directa y aprecian en mayor grado las relaciones entre los atributos que la componen.

En los últimos años en México se ha dado un fuerte impulso a esta tecnología en diversas áreas entre las que se pueden mencionar:

- Programas de Modernización Catastral (programa de las cien ciudades medias)
- Planeación Urbana y Regional
- Desarrollo Económico

- Catastro Rural
- Análisis Demográfico y Estadístico
- Topografía, Geodesia y Geología
- Planeación e Inventario de Recursos Naturales
- Sistemas Electorales
- Estudio de Impacto Ambiental

Algunas aplicaciones específicas en nuestro país, por ejemplo para catastro, han sido instrumentos muy importantes, un ejemplo de esto es el denominado Sistema de Información Catastral SICCA, y en los SIG's de algunas de las cien ciudades, así en la planeación urbana y regional, uno de los ejemplos es el SIG que está desarrollando el Gobierno del Estado de México.

El Sistema Corporativo de Información Geográfica SICORI de PEMEX, apoya a la empresa en la planeación estratégica y en la toma de decisiones en lo relativo a la seguridad física de las instalaciones petroleras.

El SIG de la Comisión Federal de Electricidad es una aplicación de planeación y apoya las actividades de desarrollo de proyectos específicos, dispone de un grupo de especialistas, programas y equipo de cómputo necesarios para proporcionar servicios de información geográfica, con análisis cuantitativos y cualitativos, a las áreas dedicadas a la geología, oceanografía, evaluación de infraestructuras, impacto ambiental, ingeniería civil, edafología y demografía.

El Sistema de Información de Cartografía Ejidal (SICE), apoya al Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de la Tierra (PROCEDE), en el control y procesamiento automatizado de la cartografía ejidal.

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), está desarrollando el Sistema Nacional de Información Geográfica, cuya finalidad entre otras cosas, es la producción cartográfica. INEGI como organismo tiene la responsabilidad de generar, procesar, presentar y difundir la información estadística y geográfica de México, para seguir ofreciendo el Servicio Público de Información acorde a las necesidades del país.

La Secretaría de la Defensa Nacional está desarrollando un SIG para producción cartográfica.

La Comisión Nacional del Agua, utiliza un SIG como una herramienta de apoyo para el análisis espacial de la información relativa al agua, ya sea en una localidad, en un municipio, un estado, una cuenca, una región hidrológica o una región administrativa.

El Consejo Nacional de Población está desarrollando la Unidad de Análisis de Datos Georreferenciados para el análisis de fenómenos sociodemográficos.

El Instituto Federal Electoral tiene el Sistema de Información Geográfica Electoral como herramienta de apoyo a la geografía electoral y a la logística de orden operativo.

Algunos gobiernos de los estados están desarrollando SIG's para efectos de planeación regional, así como algunos ayuntamientos para efectos de catastro o de administración de servicios municipales; en cuanto a las instituciones educativas solo

unas cuantas, como la Universidad Autónoma del Carmen (Campeche), los Institutos de Ecología, de Geografía (UNAM, Distrito Federal), el Colegio de México (Estado de México), el Colegio de la Frontera Norte (Baja California Norte), el Colegio de Michoacán (Michoacán).

En el año de 1993, la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad de Ensenada, planteó la posibilidad de explorar esta tecnología, como resultado, se logró que el CONACYT y el Fondo para la Modernización de la Educación Superior apoyaran la creación del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, ubicado en el Centro de Cómputo Universitario de Ensenada. Algunos de sus proyectos son: 1. Proyecto conjunto entre el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, la Facultad de Ciencias y el Centro de Cómputo Universitario en desarrollo con recursos CONACYT. 2. Proyecto conjunto entre el Instituto de Investigaciones Oceanológicas, la Facultad de Ciencias Marinas y el Centro de Cómputo Universitario. 3. Proyecto conjunto entre el Instituto Federal Electoral vocalía Ensenada y el Centro de Cómputo Universitario (ver capítulo 6).

En la iniciativa privada, también, se están utilizando los SIG's. Un ejemplo de ello es Sistema de Información Geográfica, S.A. de C.V. (SIGSA) a la cual se le conoce como GEOCENTRO, ésta es una empresa establecida desde 1980, la cual opera bajo un

Enfoque integral de sistemas para el desarrollo y la producción cartográfica especializada. Así mismo se ha especializado en apoyar la creación de sistemas de información geográfica regionales, estatales, catastrales y municipales, habiendo realizado exitosos proyectos en distintas partes del mundo, impartiendo cursos y venta de productos.

El laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, ubicado en Camino al Ajusco # 20, Col. Pedregal de Santa Teresa, en el tercer piso de la unidad de cómputo en los cubículos 3345 y 3385 presta servicios a profesores, investigadores y estudiantes, así como asesoría en la utilización de paquetes de cómputo que permiten el diseño de mapas y gráficos por medios automatizados, la producción de mapas y gráficos para ser incluidos en una publicación o como apoyo en una investigación, la utilización de Sistemas de Información Estadística y Geográfica, como apoyo para el mejor provechamiento de bases de datos generadas por instituciones tales como: INEGI, CONAPO, SPP, SEDESOL, etc., la adquisición de paquetes de Cartografía automatizada y Sistemas de Información Estadística y Geográfica, brinda a los estudiantes los servicios de asesoría y apoyo técnico para cubrir requisitos de cursos, se realizan mapas y gráficos para ser incluidos en tesis de maestría o doctorado, capacitación en el uso de Sistemas de Información Geográfica.



Esta es una parte del amplio espectro de aplicaciones y desarrollo de los SIG's que se ha dado en México, sin embargo, a pesar de lo vasto de éste, existe un problema principal que frena el desarrollo del área de SIG's en México; la falta de recursos humanos que entiendan el nivel conceptual de esta tecnología y lo puedan aplicar en la resolución de problemas de nuestro entorno.



*SOFTWARE Y HARDWARE DE LOS SISTEMAS DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*

## 2. SOFTWARE Y HARDWARE DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

De manera sencilla se puede admitir que el Software es una colección de instrucciones que indican a la computadora o Hardware (figura 1) que tarea va a realizar. El Software se mantiene en la computadora como un programa almacenado en la memoria del sistema, que provee los procedimientos y asignaciones básicas de la computadora.

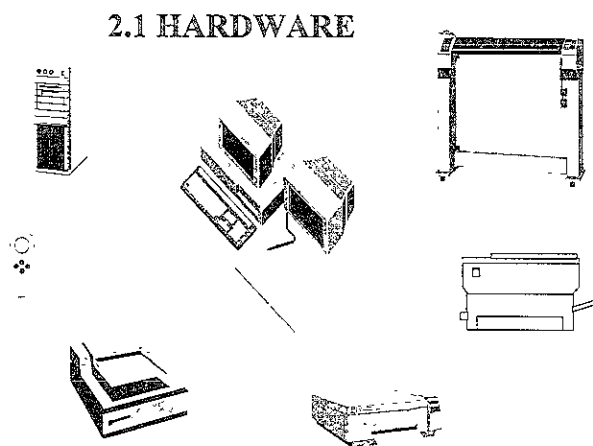


Figura 1. Componentes del Hardware

El rol y las características del Software han ido de la mano con los avances de la arquitectura del Hardware, desde que las computadoras empezaron a ser económicamente

variables en los años 50. Desde la introducción de aquellas computadoras digitales los diseñadores han venido desarrollando maneras más flexibles de interactuar con los sistemas de cómputo. La tecnología ha avanzado sobre una trayectoria hacia altos niveles de flexibilidad interactiva (figura2). Los usuarios han aumentado el número de operaciones en Hardware con un entrenamiento relativamente corto. Hoy en día con la tendencia de hacer cada vez más flexible el Software o usuario-amigable, esto permite una familiarización individual con los detalles de una aplicación, así como alcanzar las capacidades de la computadora sin necesidad de conocer como es que realmente trabaja el sistema (figura 3).



Figura 2. Flexibilidad interactiva de un SIG

## 2.2 SOFTWARE

En los modernos sistemas de cómputo, se puede describir el Software como una composición de capas que rodean al Hardware.

Las capas exteriores rodean las capas de Software para ejecutar una tarea en particular para el usuario. El sistema de cómputo ofrece la capacidad a cada capa de Software de interactuar con las otras capas. Sin embargo, este modelo simplifica los tipos actuales y la relación entre los componentes del Software, clarifica la manera en que el Software interactúa con el sistema de cómputo.

El sistema operativo comprende los programas que supervisan y dirigen las operaciones del sistema, así como el control de las comunicaciones entre los dispositivos de Software conectados a la computadora. La utilidad del sistema especial y el Software de aplicación son usados para ejecutar una tarea, tal como el despliegue o ploteo de un mapa.

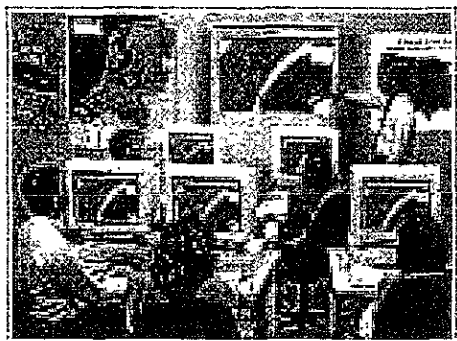


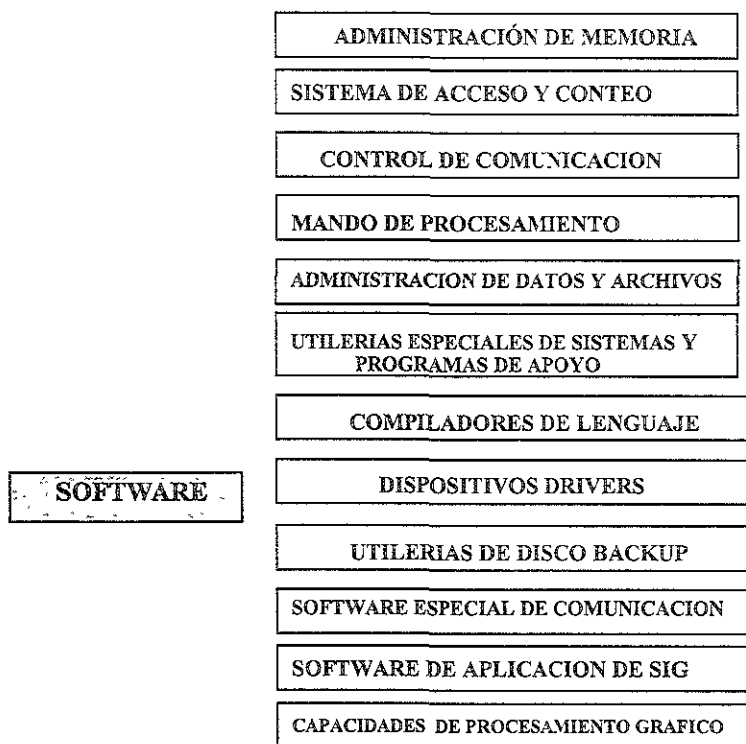
Figura 3. Imágenes de Software y Hardware SIG en red y en pc

El incluye compiladores de lenguaje, utilerías especiales de administración de archivos para manipulación de archivos en almacenamiento en masa, drivers especiales para comunicación con aparatos periféricos, tales como ploters o graficadores y o unidades de cinta, y un amplio rango de otros programas de ayuda al usuario y operador del sistema.

El Software consiste en los programas directamente accedados por un usuario para generar un producto en particular.

El Software de aplicación, generalmente, se describe como un paquete que se identifica como una colección de paquetes integrados que en forma conjunta ejecutan aplicaciones específicas, muchos paquetes, hoy en día contienen múltiples programas para llevar a cabo una variedad de aplicaciones de análisis cartográfico y geográfico (esquema 1).

Los sistemas operativos proveen las interfaces entre el usuario, los programas de aplicación y el sistema Hardware de cómputo. Los programas del sistema operativo algunas veces llamados ejecutables se usan para mantener en la pista los programas de aplicación y control de los múltiples archivos que han sido creados por los usuarios.



Esquema 1.

### Administración de memoria

Los programas de administración de memoria se comunican con los programas de supervisión para manejar el flujo de datos y los programa establecidos dentro de la Unidad Central de Proceso (CPU): así mismo, los programas de administración de memoria controlan la ejecución de múltiples programas y dinamizan las porciones de memoria principal para programas específicos.

Sistema de acceso y conteo

El sistema operativo provee la seguridad de los datos y de los programas que limitan el acceso al usuario. Los derechos de acceso pueden asignarse a diferentes niveles, por ejemplo, solo lectura, lectura, modificación y leer, modificar y borrar, estos derechos de niveles de acceso son asignados a determinados archivos en particular o a grupos de archivos en el almacenamiento en masa de acuerdo al código de identificación del usuario. Cuando un usuario entra a un sistema por medio de un código y una clave confidencial (password), el sistema operativo permite el acceso a los datos y programas de acuerdo a los diferentes derechos de acceso permitidos. La mayoría de los sistemas operativos, también, tienen programas que encausan el uso de los recursos del sistema, tales como el espacio utilizado por el almacenamiento en masa, la conexión del tiempo (tiempo total utilizado por el usuario en sesiones interactivas), el tiempo utilizado por el usuario en la ejecución de instrucciones de proceso, tiempo dedicado al uso de periféricos como impresoras y ploters.

Control de comunicación

Todos los sistemas de cómputo deben manejar las comunicaciones entre la unidad de proceso y los periféricos a través de los cuales los usuarios accesan al sistema. Los



programas de control de comunicación controlan este flujo de información en cada uno de los aparatos periféricos que están asignados o direccionados, el cual es utilizado por el sistema operativo para encausar entradas y salidas desde el sistema de usuarios.

Algunos grandes sistemas tienen unidades de proceso llamados comunicadores o procesadores de frente y final, los cuales están abocados estrictamente al manejo de las comunicaciones. Las grandes redes de cómputo con gran cantidad de periféricos y múltiples unidades de proceso, generalmente, requieren de programas especiales que corren sobre estos procesadores de comunicación para coordinar las tareas de comunicación del sistema operativo.

### *Mando de procesamiento*

Los sistemas de cómputo ofrecen lenguajes de comando, que son un conjunto de instrucciones especiales a través de las cuales el usuario puede ejecutar funciones del sistema operativo. Para realizar una tarea en particular, los programas de comando de procesamiento se usan para interpretar estos comandos, por ejemplo el comando de diálogo DOS, que es un lenguaje de mando permite el acceso al sistema operativo de la PC.

Administrador de datos y archivos

Este Software permite a los usuarios almacenar, recuperar y manipular archivos y grupos de archivos contenidos en el almacenamiento en masa, también controla la memoria física de los datos dentro del almacenamiento medio de memoria, las utilerías están provistas de manera que los usuarios puedan acceder, borrar y copiar archivos, cambiar nombre a los archivos, y ejecutar funciones especiales como clasificación de datos, unión y comparación de archivos.

En los últimos cinco años ha habido un fuerte interés en el uso de sistemas operativos universales o portables que puedan utilizarse en diferentes unidades de procesamiento, dando libertad a los usuarios y permitiendo el uso de programas de aplicación dependiendo del límite de un sistema de cómputo específico. El concepto de portabilidad significa que cualquier programa de aplicación puede ser cargado sobre otra unidad de procesamiento sin importar su fabricante o modelo y puede operar sin programa de modificación, por ejemplo, el Sistema Operativo UNIX originalmente se desarrolló para aplicaciones científicas por la Universidad Berkeley, California y los laboratorios AT& T BELL. El cual ha tenido un gran incremento de uso, volviéndose de uso popular en computadoras multiusuarias, muchos usuarios han adoptado una de las

variedades de UNIX, algunas veces ofrecidas como una alternativa de sus Sistemas Operativos.

### Utilerías especiales de sistemas y programas de apoyo

Los programas de un Sistema considerados como utilerías especiales pueden caer de la categoría de Sistema Operativo o de aplicación, en otros sistemas a pesar de la indistinta naturaleza de este tipo de Software: la mayoría tiene un conjunto de programas a los que se puede entrar por medio del Sistema Operativo o por medio de paquetes de aplicación para ejecutar rutinas de funciones de apoyo. Muchos de estos programas están asociados con el Sistema Operativo, son ofrecidos por el vendedor, como una parte del sistema operativo. Otros programas de soporte o utilerías están liberados con paquetes de aplicación o bien, deben de ser adquiridos para su instalación.

### Compiladores de lenguaje

La mayoría de los Softwares de manejo de datos geográficos está escrito en un lenguaje de programación como Asembler, Fortran, Cobol, Basic, estos lenguajes utilizan un conjunto de comandos basados sobre escritura en inglés y dirigida a la computadora en una sintaxis estructurada para ejecutar una cierta tarea. Los programas en forma de código binario deben ser traducidos a un nivel más elemental para que puedan ser entendido por

computadora. El compilador es un programa que traduce el código de curso a un código de máquina, en representación binaria del programa, el código de máquina puede ser ejecutado directamente por el procesador de la computadora, por lo que se requiere de un compilador especial para cada lenguaje de programación que será utilizado en el sistema.

### Dispositivos drivers

El Driver traduce comandos a través del Software de aplicación en instrucciones que el dispositivo puede interpretar. En los SIG los dispositivos Driver son comúnmente usados para dar soporte a los ploters de plumilla, electrostáticos y otros dispositivos gráficos. En estos casos, el dispositivo Driver interpreta la generación específica de comandos de ploteo que describen la apariencia y el formato del ploter, incluyendo la posición de la plumilla, el peso, el grosor y tipo de las líneas, sombreado y color, anotaciones y escala. El Driver traduce estos comandos de usuario en instrucciones que el ploter usa para generar un producto impreso. Los dispositivos de Driver también son usados en los sistemas de administración de datos para apoyar a los Drivers de cinta o Drivers de cartuchos de cintas más pequeñas encontradas en microcomputadoras o pequeñas computadoras multiusuario o bien dispositivos especiales como escaners ópticos.

### Utilerías de disco backup

La mayoría de los sistemas de cómputo proveen programas de soporte para un eficiente backup en cinta de datos y Software sobre Driver de Disco. Estos procedimientos de backup protegen contra la pérdida potencial de datos en el caso de que un disco se dañara. Las utilerías de backup pueden copiar porciones completas de datos del disco a la cinta o pueden permitir el incremento de backups, en los cuales sólo serán escritos en la cinta todos los cambios que hayan ocurrido desde el último backup.

### Software especial de comunicación

Debido a que los sistemas de cómputo han llegado a ser cada día más complejo, se requiere de este Software para apoyar al Sistema Operativo como un controlador de dispositivos múltiples en una red, las funciones típicas que pueden ejecutarse en este Software son las siguientes: dispositivos de memoria de masa, soporte de redes locales para múltiples CPU y dispositivos periféricos, soporte de comunicaciones remotas, soporte de salidas para comunicación con otras redes de cómputo (figura 4), dispositivos de emulación y protocolos de conversión para acceso a otros sistemas que no reconocen los comandos del protocolo de comunicación.

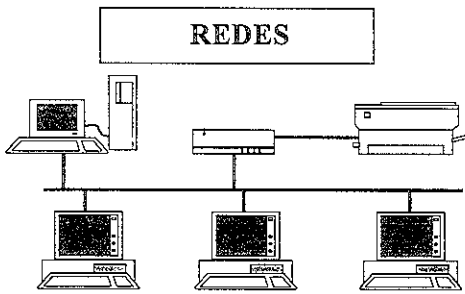


Figura 4. Imagen de una red de computación

### Software de aplicación de sistemas de información geográfica

Este Software es el más frecuentemente utilizado para ejecutar tareas en un SIG, se dispone de este Software en forma de paquetes, cada uno consiste de múltiples programas que están integrados para satisfacer capacidades particulares de mapeo, administración y análisis de datos gráficos. Los programas de aplicación desarrollados para los SIG pueden conceptualizarse en dos partes: 1) como un paquete de mapeo básico (core) y capacidades de administración de datos, 2) como paquetes de aplicaciones separados que están integrados con el paquete básico (core) para ejecutar un mapeo específico o aplicaciones de análisis geográfico.

Los paquetes de Software que están destinados para mapeo pueden enfatizar procesos gráficos, funciones limitadas de administración de base de datos y utilerías de

análisis geográfico. Los paquetes ofrecidos por los vendedores como SIG completos normalmente hacen énfasis en la administración de datos gráficos y no gráficos, con fuertes ligas entre la base de datos y la base de datos gráfica y atributos no gráficos (alfanuméricos).

Los paquetes de aplicaciones especiales pueden estar integrados con el paquete core para direccionamiento de aplicaciones específicas de usuarios tales como: trazo de redes, análisis de terrenos y mapeo temático especial, entre otros.

### Capacidades de procesamiento gráfico

Estas capacidades incluyen funciones que permiten al usuario introducir o editar rasgos de mapas y anotaciones especiales y generar o desplegar mapas virtuales e imprimirlos.

En el pasado los conocimientos y las aplicaciones de mapas digitales e información geográfica han sido limitados, frecuentemente por el costo y recursos para coleccionar y manejar enormes volúmenes de datos requeridos. Pero recientemente como los precios del Hardware han disminuido, el poder y la flexibilidad del Software han crecido.

El SIG combina tecnologías demostrando el manejo de sistemas, relacionados a las bases de datos y a una alta ejecución de gráficos computarizados, para manejar datos describiendo la superficie de la tierra o datos referenciados geográficamente.

Con la geografía como común denominador, un SIG hace posible la captura e integración de datos, figuras de objetos y/o características sobre la Tierra dentro de un solo modelo de datos lógicos, interactivos y que proveen un análisis, así como las herramientas necesarias para comprender la información básica geográfica.

### ***2.3 BASE DE DATOS EN LOS SIG***

Un aspecto fundamental dentro de los SIG es la forma de almacenar la información. Si bien en el inicio de estos sistemas era habitual que la gestión de esta información se realizaría mediante programas propios, la tendencia actual es la de desligar el producto SIG del gestor de la base de datos utilizado cualquiera de los productos que para este fin existen en el mercado (Dbase, Visual Fox Pro, Visual Basic, etc.).

Las bases de datos de los SIG contienen datos gráficos y alfanuméricos, integrados para formar una completa fuente de información. La exactitud y el nivel de resolución son elementos importantes en el desarrollo de una base de datos de un SIG, y vienen determinados por el uso al que vaya destinado el sistema. Así, un SIG diseñado para aplicaciones de ingeniería requerirá, en general, un alto nivel de exactitud y una gran



resolución. Sin embargo, sistemas pensados para planificación o análisis parcelarios no requieren de un alto nivel de exactitud y detalle, sobre todo teniendo en cuenta que el precio de una base de datos de información gráfica aumenta exponencialmente cuando se incrementa el nivel de resolución. Ambos aspectos, costo y nivel de detalle, deben ser analizados cuidadosamente con objeto de optimizar el diseño de una base de datos para un Sistema de Información Geográfica.

La generación inicial de la base de datos incluye la captura e integración de datos que, generalmente, proceden de fuentes diversas. Estas fuentes a menudo presentan diferentes escalas y formatos que deben ser unificados. Una base de datos completamente integrada requiere de entidades de control y de referencia a las que se deben ajustar otras entidades que se incorporarán a las distintas capas de la base de datos. Cada una de las capas y entidades tienen una serie de características que influirán en el desarrollo inicial de la base de datos, en los procesos de mantenimiento y en las aplicaciones en las que vayan a ser utilizadas.

### *2.3.1 Tipos de datos*

Los datos en un Sistema de Información Geográfica pueden ser clasificados en: gráficos y alfanuméricos. Cada uno de ellos tienen características específicas y diferentes requisitos para su eficaz almacenamiento, proceso y representación.

Los datos gráficos son descripciones digitales de las entidades del plano. Suelen incluir las coordenadas, reglas y símbolos que definen los elementos cartográficos en un mapa. El SIG utiliza esos datos para generar un mapa o representación gráfica en una pantalla de ordenador o bien sobre papel. Para la representación de los datos gráficos se utilizan tres tipos básicos de entidades: Nodos, es un objeto sin dimensiones que representa una unión topológica o un punto terminal y que se especifica como una localización geométrica; en cualquier caso, se trata de la entidad básica para representar entidades con posición pero sin dimensión (al menos a la escala escogida). En el formato vectorial se les denomina puntos.

Líneas (o arcos) son objetos de una dimensión definidos por un nodo inicio y un nodo fin.

Polígonos (o áreas) son objetos limitados y continuos de dos dimensiones. Los datos alfanuméricos son descripciones de las características de las entidades gráficas. Generalmente son almacenados en formatos convencionales para este tipo de información, si bien se está comenzando a utilizar junto con los SIG los sistemas de gestión documental, que gestionan estos datos como imágenes gráficas en formato raster. La información alfanumérica y gráfica se encuentran completamente integradas, siendo

esta integración, junto con la capacidad de gestión de ambos tipos de datos, lo que caracteriza a los Sistemas de Información Geográfica.

Para representar el mundo real en datos espaciales se debe hacer un proceso de abstracción. Las entidades del mundo real pueden ser abstraídas de diferentes formas; por ejemplo como: puntos, líneas, áreas (abstracción geométrica o cartográfica) o como imágenes (por ejemplo, fotografías) o como etiquetas (por ejemplo una dirección). Así, un objeto del mundo real como puede ser un río, por ejemplo para incorporarlo al SIG se abstrae en una línea.

Las abstracciones de los objetos del mundo real ahora deben ser representadas. Estas representaciones pueden ser en formato vectorial, formato raster, como entidades topológicas (nodos, polígonos), por símbolos o por textos. Por último, es necesario señalar una de las características más significativas de las entidades de datos espaciales de las relaciones existentes entre las mismas. Las más importantes son:

Relaciones topológicas: se refiere a la posición relativa de dos o más entidades, por ejemplo, la posición relativa de dos casas. Estas relaciones pueden estar directamente en los datos o ser deducidas a partir de la proximidad, solapamiento, etc.

**Clasificación:** consiste en clasificar los objetos del mundo real en distintas clases o categorías, por ejemplo, de transporte que comprende las autopistas, las carreteras, etc.

**Agregación:** los objetos del mundo real pueden ser definidos como composición o agregación de otros objetos: por ejemplo, un colegio se puede considerar como la agregación de edificios, campos de juego, calles, carreteras, etc.

**Asociación:** es similar a las relaciones topológicas, ya que tiene gran importancia la posición. Un ejemplo puede ser la asociación entre un edificio y las calles más cercanas.

### ***2.3.2 Información alfanumérica***

Mediante la información alfanumérica se describen las características de las entidades gráficas. En una base de datos de un SIG se pueden encontrar dos tipos de información alfanumérica como son:

Por un lado los atributos alfanuméricos que proporcionan información descriptiva sobre las características de las entidades gráficas. Las cuales se relacionan con dichas entidades a través de identificadores comunes que se almacenan, tanto en el registro

alfanumérico como en el gráfico. Un sistema SIG debe ser capaz de realizar consultas o análisis sobre los atributos alfanuméricos de forma independiente y generar mapas basados en dichos atributos.

Por otro lado, se tienen los datos geográficamente referenciados, mediante este tipo de datos se describen incidentes o fenómenos que se producen en una localización específica. A diferencia de los atributos estos datos no describen una entidad gráfica sino que proporcionan información (número de edificios permitidos en una zona, número de accidentes en un cruce, inspecciones de salud en un barrio, etc.) asociada a una localización geográfica. Este tipo de datos se almacena y gestiona de forma separada y no se relacionan directamente con las entidades geográficas de la base de datos del SIG.

Para mejorar el acceso a la información se establecen normalmente dos tipos de mecanismos que son:

Los índices geográficos: se utilizan en un SIG para seleccionar, relacionar y recuperar datos en función de su localización geográfica, de forma similar a como actúan los índices en una base de datos tradicional; no constituyen información en sí y únicamente sirven para mejorar los accesos.

Relaciones espaciales, proporcionan la información sobre las relaciones entre las distintas entidades gráficas, como la conectividad entre las líneas o la adyacencia en el caso de los polígonos.

Este tipo de información va a ser fundamental para determinadas aplicaciones tales como el análisis de redes, ya que éstas proporcionan información sobre las interconexiones de los distintos elementos de la red. Este tipo de relaciones es otro de los aspectos diferenciadores de los sistemas SIG, que no suelen encontrarse en otros sistemas gráficos, como pueden ser los sistemas CAD o AM.

#### *2.4 MGE*

Las personas que manejan información del medio ambiente, recursos naturales y cartografía digital, ven al MGE de intergraph como una solución para generar mapas SIG. A través de las series de módulos del MGE para proyectos y manejo de datos, colección de datos e integración, búsqueda espacial, análisis y soportes de salida del SIG y diagramas de flujos para industrias, organismos gubernamentales, etc.

La familia de programas de MGE incluye más de 60 paquetes de Software integrados y productos Hardware; por lo que este módulo permite escoger el tipo de

modelo y técnica para el manejo de datos y análisis de acuerdo a los proyectos de cada empresa o cada organismo de gobierno.

La base de datos geográficos es la más extensiva y tiene una larga vida como componente de un SIG. El juego de herramientas del MGE y las técnicas son capaces de capturar, traducir, convertir y validar una gran diversidad de datos (independientemente del recurso que sea) que se integran en una base de datos. El manejo del MGE completa una serie de utilidades para definir, organizar, manipular y presentar los proyectos de varias formas dentro de un SIG.

El MGE incorpora modelos raster, vector, textos y datos híbridos de diversos recursos usando técnicas de arte o dibujo.

Hoy en día las compañías ven al SIG de intergraph como un conjunto de tecnologías de mapas que prevén un costo efectivo, una forma eficiente de manejar aplicaciones incluyendo análisis de mercado, estudio de impacto, medio ambiente, estudios de contaminantes, riesgos de evaluación y vías de comunicación.

El SIG de MGE y la tecnología de mapas pueden aplicarse en los siguientes temas del medio ambiente:

- > Estudios de calidad en agua y aire
- > Estudios de impacto del medio ambiente
- > Manejo de sitios industriales
- > Protección de aguas profundas
- > Análisis y planeación de tierra
- > Manejo de tierras vírgenes, agricultura y bosques
- > Análisis del hábitat
- > Estudios de biodiversidad
- > Análisis de áreas críticas

En MGE las imágenes son procesadas en sistemas fotogramétricos, dichas imágenes provienen de información captada por fotografías aéreas que son procesadas como imágenes digitales dentro del SIG. Las principales herramientas de imágenes del MGE son: planimetría, mapas temáticos, producción de ortofotos digitales, análisis temporales, visualización en tercera dimensión, actuando éstas como módulos de MGE, siendo elementos claves de una variedad de aplicaciones industriales, decisiones de infraestructura y de sistemas de producción cartográfica.

La base cartográfica del MGE ha revolucionado la producción de mapas y cartas, automatizando su producción e impresión, para todos los tipos de mapas y cartas de



cualquier aplicación donde la alta calidad de salida es clave, las revisiones de la información son más cortas y reducen costos de materiales y labores en la producción de mapas, por lo que provee soluciones en mapas temáticos y topográficos, rutas de mapas tales como caminos, autobuses y metros (o tren ligero), planos de ciudades, guías de viajes y atlas nacionales, cartas aeronáuticas, cartas hidrográficas, imágenes y mapas de ortofotos, mapas geológicos, etc.



*PROCESOS PARA GENERAR CARTOGRAFÍA  
DIGITAL*

### 3. PROCESOS PARA GENERAR CARTOGRAFÍA DIGITAL

Mediante las nuevas técnicas que apoyan a la cartografía se ejerce un control más efectivo sobre un espacio cada vez más complejo y con una gran cantidad de variables. La eficacia de la cartografía que actualmente se está realizando es con el apoyo de los SIG que permiten considerar, además de los beneficios potenciales de nuestros actos las consecuencias de los mismos y los riesgos que implican.

La cartografía actual busca responder de forma gráfica a las preocupaciones sociales y ambientales. Esta nueva cartografía temática es dinámica, multitemporal e interactiva, lo que facilita el control de la información voluminosa y difícil para aportar los resultados de una forma más eficaz, ya que el propio usuario se puede convertir en el productor del mapa temático digital, gracias a los recursos técnicos que le permiten trabajar con la información geográfica.

Existen diversas formas de introducir información cartográfica a un SIG, éstos procedimientos son distintos dependiendo del sistema, si es raster o si es vectorial, aunque entre un SIG raster y un SIG vector se puede intercambiar información.

Dentro de los procesos para generar cartografía digital se encuentran la captura de la información, ésta se logra mediante procesos de escaneo, de vectorización, de digitalización, de georreferenciación, procedimientos para establecer la liga de elementos gráficos con la base de datos y la impresión de los mapas.

La representación de los datos cartográficos en un SIG está basada en objetos como son: el punto, la línea y el área.

Los elementos puntuales son todos aquellos objetos relativamente pequeños respecto a su entorno más inmediato próximo; por ejemplo: elementos puntuales pueden ser un poste de la red de energía, un vértice.

Los objetos lineales se representan por una sucesión de puntos donde el ancho del elemento lineal es despreciable respecto a la longitud, con este tipo de objetos se modelan y se definen las carreteras, las líneas de transmisión de energía, los ríos, las tuberías de acueductos entre otros.

Los objetos de tipo área se representan en un SIG de acuerdo con un conjunto de líneas y puntos cerrados para formar una zona perfectamente definida a la que se le puede aplicar el concepto de perímetro y longitud. Con este tipo se modelan las superficies tales como: mapas de bosques, sectores socioeconómicos de una población, etc.

### 3.1 ESCANEEO

El escáner es un periférico que permite digitalizar imágenes o texto y utilizarla o almacenarla, para su posterior tratamiento.

Los escáner tienen una barra de luz que ilumina la superficie a escanear. Esta barra de luz contiene un número determinado de circuitos integrados sensibles a la luz; los cuales detectan la cantidad de luz emitida por la barra que es reflejada por la superficie u objeto escaneado y la convierte a formato analógico.

El conversor analógico digital transforma dicha señal en valores digitales utilizando de 8 a 12 bits por color (24, 30 o 36 bits en total) a fin de codificar los tonos de color de la superficie escaneada y enviar el resultado a la memoria RAM del equipo, para que posteriormente se guarde la imagen, modificada previamente o no.

El escaneo es la transformación de la información documental en información digital (binaria), para lo cual se utiliza el lector óptico o escáner. Dicho procedimiento se realiza al encender el escáner a utilizar, permitiendo el calentamiento del aparato, transcurrido éste se presiona el botón de reset en el escáner para que sea reconocido por la estación de trabajo. El usuario accederá al paquete del Software iscan, para los archivos de imágenes en blanco y negro, se recomienda utilizar la extensión .CIT (con grupos de 4 tipo 24s ), .COT. El nombre del archivo escaneado se define en función del tema del archivo por ejemplo planimetría P, más la extensión .cit, .cot, .rgb, hidrología H, más la extensión .cit, .cot, .rgb, altimetría A, más la extensión .cit, .cot, .rgb y así sucesivamente de acuerdo con el tema que se desee escanear.

El siguiente paso es medir el documento (x=largo , y=ancho) para introducir estos valores en el Software agregando media pulgada en la dispersión Y para asegurar que el escaneo del documento sea completo.

Se coloca el extremo izquierdo del documento hacia abajo al momento de introducirlo en el escáner del lado izquierdo, cuidando que la cabeza lectora del escáner encuentre arriba.

La definición de la resolución del escáner puede fluctuar dentro de los siguientes valores:

Formato .cit

animetría	600 dpis
rimetría	800 dpis
drología	400 dpis
vegetación	200 dpis

Formato .cot

Mapas temáticos, mapas originales y fotografías b/n 200 dpis.

La velocidad de captura de la imagen dependerá de la cantidad de información del documento.

*El Escaneo de fotografías.*

El usuario debe llevar a cabo el escaneo de fotografías en el escáner de cámaras o en los escaners de cama, siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente. la diferencia radica en que los escáners de cama no requiere de un calentamiento previo y la resolución de escaneo es de 200 dpis en formato .cot para fotografías en blanco y negro, y de 400 dpis en formato .rgb para las fotografías de color, mismas que solamente pueden ser escaneadas en el escáner de cama para imágenes a color.

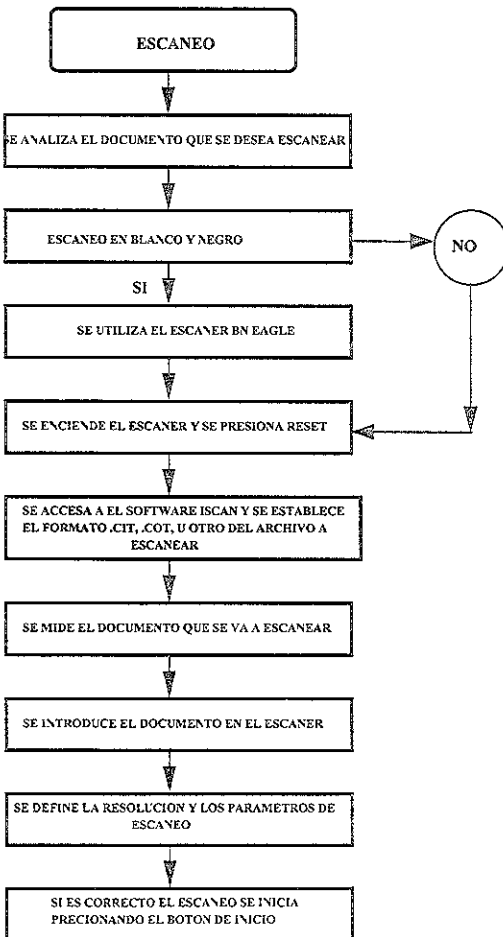
Para escáner documentos muy deteriorados es recomendable no utilizar los escaners de cama ya que al pasar por el escáner de cámaras se puede romper.

El usuario puede verificar la nitidez mediante un despliegue de la imagen de la prueba de escaneo que se hará con el ícono de display, por lo que se debe verificar que el archivo sea nítido, en caso de que el escaneo sea correcto se procede a ejecutarlo.

El escáner de alta calidad tiene muy buenos sensores y circuitos electrónicos que le permiten un rápido rastreo de los documentos y alcanzan con ello excelentes resultados en cuanto a su calidad. La velocidad del escáner depende de la calidad de sus sensores.

El escáner a color utiliza para analizar la informacion el modelo de colores .rgb, éste también es utilizado por los monitores. El modelo de colores .rgb se basa en la combinación aditiva de los tres colores básicos, el rojo, el verde y el azul. Un escáner separa los tres colores básicos rastreando, por ejemplo, tres veces un documento, en cada

...steo se ciegan los colores que no se están analizando. Otro método consiste en utilizar, en lugar de una lámpara blanca para iluminar el documento, utiliza tres lámparas de neón en los tres colores básicos: entonces según el color, se puede encender o apagar la fuente de color. Lo importante de esta técnica es que el documento se encuentre en una posición plana sobre el cristal, porque de lo contrario se producen filtraciones indeseadas de luz, lo cual falsea los resultados del escaneo.



Esquema 2.



### **3.2 CAPTURA DE LA INFORMACIÓN**

La captura de la información es común en cualquier sistema de información y los métodos para llevarla a cabo dependerán en donde resida dicha información, si bien en general requerirá de dos procesos de grabación; uno para introducir la en el ordenador y el segundo es la conversión del archivo para tenerlo en un formato adecuado para el SIG. En cuanto a la información gráfica, según los procedimientos de captura se pueden diferenciar dos tipos de entidades:

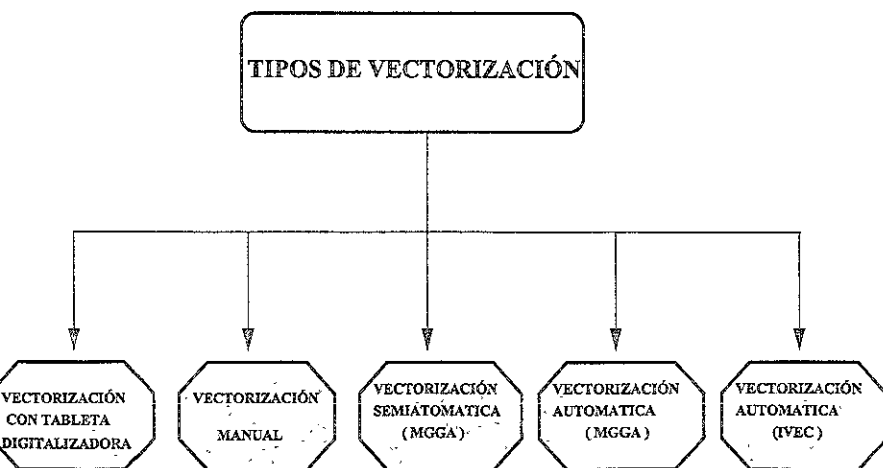
Entidades planimétricas: son aquellas tales como: carreteras, ríos, etc., que son visibles e identificables mediante fotografía aérea, y que pueden ser convertidas en elementos de un plano mediante restitución fotogramétrica o procedimientos de reconocimiento de imágenes. Las entidades planimétricas son representadas mediante su proyección, proporcionando una imagen "a vista de pájaro". Estas entidades, generalmente, son representadas con un grado de precisión relativamente alto, ya que sirven de referencia para posicionar otros elementos del plano.

Por tanto, el contenido y exactitud debe ser verificado cuidadosamente. Los controles de exactitud se realizan mediante puntos bien definidos que son fácilmente visibles o medibles en el terreno, tales como esquinas de edificios, postes, intersecciones de carreteras, etc. La exactitud de los planos se puede verificar comparando las coordenadas de las entidades sobre el mapa, las cuales son medidas sobre el terreno mediante técnicas de triangulación.

Entidades topográficas: proporcionan información sobre la elevación del terreno, conocidas habitualmente como la tercera dimensión o coordenada z. Al igual que las entidades planimétricas, los datos topográficos son obtenidos habitualmente a partir de las fotografías aéreas, siendo grabados éstos en un proceso separado que se realiza al mismo tiempo que se convierte en información planimétrica. En raras ocasiones, y en proyectos que afectan áreas pequeñas, los datos topográficos se pueden obtener a partir de conocimientos de campo.

### 3.3 TIPOS DE VECTORIZACIÓN

Hay cinco formas para realizar una vectorización, siendo estas: la tableta digitalizadora, así como las vectorizaciones manuales, semiautomáticas, automáticas con I/vec y Software I/vec (ver esquema 3).



Esquema 3.

### Vectorización con tableta digitalizadora

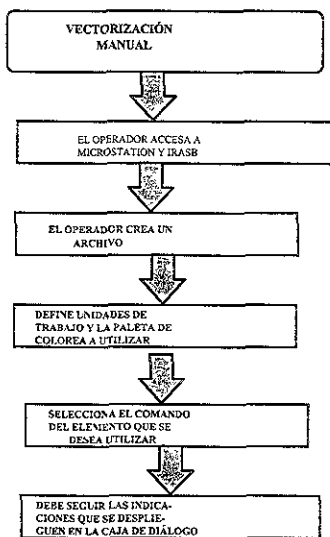
Se verifica que la estación de trabajo y la tableta digitalizadora estén activadas, enseguida se alinea el documento que contiene la información que se desea vectorizar sobre la mesa digitalizadora; el siguiente paso es crear un archivo en la estación de trabajo o computadora dentro del paquete de MicroStation y asignarle las unidades en que se desea hacer el archivo, ya sea en centímetros, metros y se georreferencia. En el caso de que el archivo no cuente con las coordenadas debe de usarse una referencia; por ejemplo, algún plano o mapa que contenga los puntos de control topográfico, a fin de realizar la definición de los parámetros y que ambos coincidan.

Al concluir la definición de los puntos y verificar que el error no sea mayor al 0.3 %, pero si los resultados no son los deseados se procederá a repetir el proceso cuantas veces sea necesario, en caso contrario que sea correcto se re inicia la vectorización teniendo como centro del cursor a los elementos del documento, previamente adherido sobre la mesa digitalizadora, siguiendo las instrucciones que aparecen en las líneas de comandos de los rasgos cartográficos que se desean vectorizar.

### Vectorización manual.

Desde la estación de trabajo o computadora se accesa al Software MicroStation y Irasb para crear un archivo, definir las unidades de trabajo y la paleta de los colores con los que se desea trabajar, asimismo se despliegan los íconos de dibujo y manualmente se

signa la normatividad deseada, es decir, se determina el color, el peso y el estilo del elemento gráfico que se desea vectorizar; además, se selecciona el menú del comando para el elemento a dibujar y siguiendo las instrucciones a fin de que se desplieguen en la caja de diálogo del Software, que se va a comprimir y se cierra.

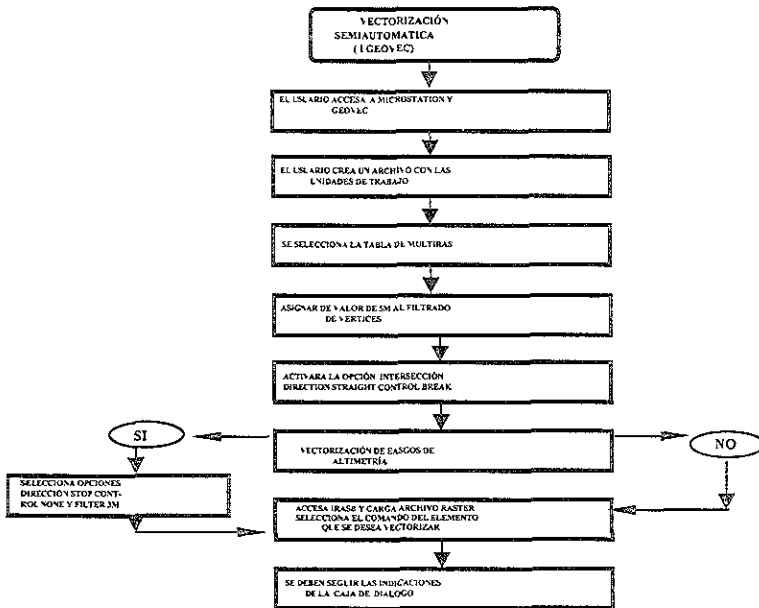


Esquema 4.

Vectorización semiautomática con Software I/Geovec

El primer paso es acceder en la estación de trabajo o PC y crear un archivo nuevo o en algún archivo ya existente, pero con el deseo de actualizar la información; el siguiente paso es seleccionar la tabla de rasgos multiras en la cual se activará el valor 5 metros al parámetro de filtrado de vértices, se continua también con la opción intersection para crear nodos en los elementos que se interceptan de acuerdo con la direction straight break cuando se desean vectorizar rasgos de altimetría, el usuario seleccionará las opciones

direction straight break , cuando se desean vectorizar rasgos de altimetría, el usuario seleccionará las opciones direction stop control none y filter 3m. El procedimiento siguiente es acceder el Software Irasb para agregar el archivo digital en forma raster que contiene la información a vectorizar, previamente georreferenciado y escaneado, se selecciona la tabla de rasgos gráficos creada con anterioridad en la base de datos y el rasgo gráfico que se va a vectorizar. Por último se siguen las indicaciones que el Software vaya indicando y se escogerán las opciones que permitan continuar con el proceso.

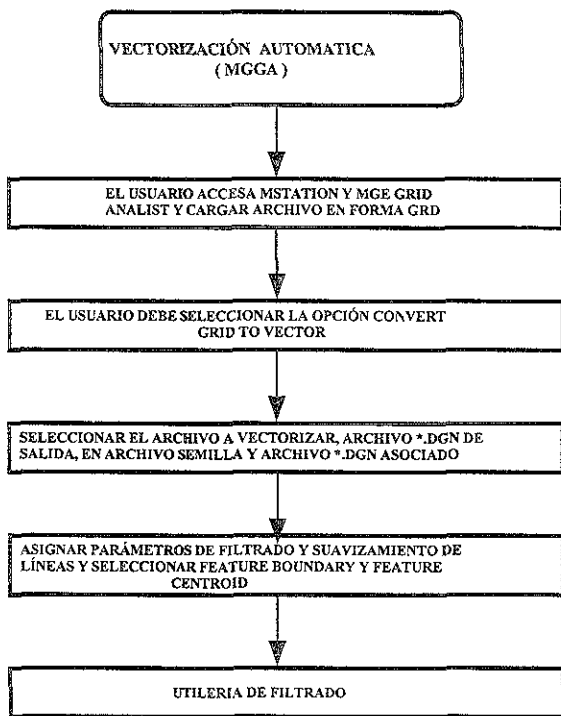


Esquema 5.

Vectorización automática con Software MGE Grid Analyst

El usuario deberá contar con un archivo digital en formato raster para vectorizarlo en formato .rgb, el siguiente paso es acceder a MGE Grid Analyst y cargar el archivo digital en formato .rgb a vectorizar, a continuación se selecciona la opción de

convert (Grid to vector, se selecciona el archivo a vectorizar, con los nombres de los archivos .dgn de salida, del archivo semilla y del archivo .dgn asociado). Así como asignar los parámetros para el filtrado y el suavizado de líneas previamente definidos, seleccionar el feature boundary y el feature centroid previamente definidos en la base de datos para los rasgos gráficos del archivo .dgn de salida. Una vez terminado el proceso el usuario deberá aplicar algún tipo de filtrado y suavizamiento, con lo que las líneas serán más regulares.



Esquema 6.

### Vectorización automática con Software I/Vec

El primer paso es acceder al Software I/vec, de aquí se accesa al paquete Irasb y se selecciona el archivo digital en formato raster de trabajo, por lo que el usuario deberá

continuar con el llenado de las indicaciones que pida el Software, por lo que al terminar el proceso el operador deberá aplicar algún tipo de suavizado.

Una vez terminada la vectorización por cualquiera de los procedimientos el usuario salvará y cerrará el archivo.

### **3.4 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE SATÉLITE**

Una imagen de satélite se define como la distribución espacial de la respuesta espectral de los elementos que componen la escena, entendiéndose como respuesta espectral la variación de intensidad de energía radiante en función de su longitud de onda. Dentro de las imágenes de satélite sobresalen dos tipos que son: las Imágenes Spot, éstas son tomadas desde el espacio por un satélite, el cual toma la escena sobre la superficie de la tierra de manera espectral y pancromática con una resolución de 10 a 15 metros. La siguiente es la Imagen Landsat (ver figura 5), que toma la escena sobre la superficie de manera multiespectral (7 bandas) con una resolución de 25 a 30 metros. Actualmente, salió al mercado una nueva imagen de satélite que es la Hindú y presenta una resolución de 5 metros, con lo que se adquiere un mayor acercamiento.



Figura 5. Imagen Landsat TM de satélite con una resolución de 30 metros.

El primer paso para utilizar las imágenes de satélite en un SIG consiste en convertir el documento en un archivo binario y cuyo formato tenga la extensión .cot para que pueda ser leído por el paquete Isis2 del SIG, MGE de MacroStation de Intergraph. Dentro de las utilerías que presenta Isis existe una que permite convertir los archivos y los formatos, por lo que se tienen que seguir los siguientes pasos:

- > Ruta de acceso al archivo (ruta Path)
- > Nombre del archivo de entrada
- > Tipo de archivo de entrada
- > Nombre del archivo de salida
- > Numero de líneas
- > Número de pixeles
- > Bytes a brincar en la lectura (normalmente es de cero si se desea desechar el encabezado)



- Valor mínimo y valor máximo asignado a los pixeles
- Número de byts por pixel

Una vez que el usuario transformó la imagen al formato .cot se procede a cargar y desplegar la imagen por medio del comando load place, el cual permitirá ver en pantalla la imagen que convertirá ya sea en color compuesto o pancromático. Posteriormente, se realizará la georreferenciación, es importante resaltar que debido a la geometría de las imágenes es probable que la georreferenciación sea hecha con un simple movimiento de la imagen, por esta razón es conveniente colocarla en las coordenadas que indica el encabezado y posteriormente, efectuar un move Isi2 tomando como referencia algún detalle cartográfico identificado en la imagen, en la mayoría de los casos esto bastará para colocar la imagen en su posición.

En algunos casos es conveniente seccionar una imagen con el fin de poderla manipular mejor, ya que una banda de imagen Landsat requiere de una gran cantidad de memoria (91 megabytes).

La limpieza de imágenes, es importante para poder solucionar problemas como el bandeo, el cual es un problema que se genera porque los sensores del satélite se descalibran y no efectúan un barrido uniforme dejando una apariencia de rayado sobre la imagen. Existen dos formas de que el usuario limpie la imagen del bandeo; la primera es la más sencilla y más efectiva por medio del paquete Isis2 que se llama destripe image, en la cual se solicita el ancho o intervalo de las franjas o bandas observadas, que en el caso

de las imágenes Landsat es de seis, un número de referencia de franja que puede quedar en cero y un indicador si la corrección es a los renglones o a las columnas.

El segundo procedimiento presenta un problema para el usuario, ya que este comando solamente es aplicable para aquellas imágenes que se encuentran crudas en posición original, porque la dirección del bandeo coincide con el de las líneas de la imagen.

Cuando una imagen se encuentra orientada sin estar georreferenciada, el operador puede tratar de eliminar el bandeo por medio de la transformación de Fourier, aunque representa un problema por que es bastante complicado identificar en la gráfica aquellos cúmulos que representan el ruido y eliminarlos sin perder información.

En la transformación de Fourier, el usuario selecciona el comando `spatial y` posteriormente `fff.forward`, estos mostrarán la gráfica, donde regularmente se manifiesta el bandeo en pequeños cúmulos, concentración de frecuencias a intervalos constantes, mismos que el operador puede eliminar utilizando dos filtros, para revisar las parte altas o las partes bajas de la imagen (en pequeñas áreas) con el comando `fff. band reject`, o filtrando la gráfica con el comando `fff. Wedge`, el cual es un filtro en forma de abanico que permite eliminar una porción completa de la gráfica del centro hacia los extremos.

El segundo filtrado tiene más posibilidades de borrar el bandeo, pero también es casi seguro que se pierda una gran cantidad de información, por eso se recomienda hacer

un pequeño estrato de la imagen y aplicar la transformación de Fourier identificando cuales son los cúmulos correspondientes al bandeo.

Para observar el resultado de la limpieza en la imagen ya filtrada, la cual puede ser restada de la imagen original dando como resultado la cantidad de información perdida que a criterio propio se deberá desechar o no.

Este proceso de limpieza debe ser aplicado por el usuario a todas las bandas bajo el mismo criterio, por lo cual deberá grabar los filtros utilizados en la primera banda por medio del comando `Save ff. filter to file` para posteriormente ser aplicados a las demás bandas.

La combinación o superposición de todas las bandas entre si ofrecen mayor información al investigador que una fotografía, ya que muchos fenómenos como las enfermedades de las plantas, las clasificaciones por tipo de cultivo, entre otros, son detectados más fácilmente con la ayuda de las imágenes de bandas espectrales que no son accesibles al ojo humano.

### 3.5 GEORREFERENCIACIÓN DE LOS ARCHIVOS DE TIPO RASTER Y

#### VECTOR

La georreferenciación es un proceso para ubicar los elementos de un plano, carta o mapa en su posición correcta dentro de un marco gráfico referido a un sistema de

coordenadas manejado por un SIG. Existen dos tipos de georreferenciación: 1) Georreferenciación directa. Se basa en el uso de un sistema de coordenadas establecido para un determinado sistema de proyección. Los sistemas de proyección están pensados para resolver el problema de proyectar la superficie curva de la Tierra en un sistema plano. Aunque todo sistema de proyección distorsiona la realidad.

Entre los sistemas de proyección más utilizados es la proyección UTM (Universal Transversal de Mercator), que se obtiene proyectando sobre un cilindro cuya directriz es un meridiano terrestre. En este caso la georreferenciación se expresa mediante un identificador de zona y dos coordenadas (x, y) en metros, según los ejes E-O y N-S, respectivamente. Este sistema es el que se utiliza en la mayoría de los organismos cartográficos nacionales e internacionales, así como el que proporciona normalmente los datos de imágenes de satélite. Normalmente los SIG determinan la funcionalidad para realizar los cambios de coordenadas entre varios sistemas, ya que es habitual disponer de la información gráfica referida a los distintos sistemas de proyección.

### 3.5.1 Georreferenciación indirecta o discreta

Su fundamento es asociar al elemento que se presenta con una clave o índice, normalmente con significado administrativo que puede ser usado en la determinación de una posición, naturalmente, con una precisión no siempre equivalente a la obtenida con la georreferenciación directa. La virtud de esta alternativa es la de poder aprovechar de forma inmediata la gran cantidad de información disponible.

El proceso se inicia cuando el usuario accesa en la computadora o en su estación de trabajo a el paquete de Software SIG MGE de Intergraph en el cual se utiliza el módulo de coordenadas. El primer paso es el de crear un archivo de tipo .dgn y es establecerle el sistema de coordenadas y sus unidades de trabajo, guardando los parámetros definidos para ese archivo y cerrar este modulo. El segundo paso es acceder al módulo SYS del Software MSPM y establecerle los puntos de control, que generalmente corresponden a las coordenadas del plano que se desea georeferenciar. En el caso de que no se cuente con las coordenadas del plano se utilizarán como referencia rasgos que correspondan a los puntos de un archivo previamente georeferenciados, por ejemplo cruces de caminos, ríos, carreteras, ect.

Cuando el usuario tiene que georeferenciar un archivo con extensión .cit se accederá al paquete de IRASB para cargar el archivo raster que se desea georeferenciar usando la opción de interactive placement para aproximar el archivo a los puntos de control.

En caso de que se trate de un archivo raster con formato .cot o un rgb, se accesa al paquete isis/2 o MAI y se carga el archivo o imagen que se desea georeferenciar usando la opción de interactive Placement para acercar el archivo a los puntos de control.

En caso de ser un archivo vector el que se desee georeferenciar se debe acceder al paquete de MSPM se leccionar el modulo Convert Least Square Fit, por lo que el usuario procederá a organizar las ventanas de acercamiento de los puntos de control, se abren

cinco ventanas, en cuatro de ellas se ubican los vértices de la carta o del mapa, en la quinta ventana se ubica el mapa completo. El siguiente paso es realizar un acercamiento utilizando el comando Helmert para una primera aproximación utilizando un mínimo de 2 puntos de control, en un segundo paso se procede a aplicar el método de Affine de primer orden para tener una mayor aproximación, observando que el valor de ajuste no tenga una desviación mayor de 0.05 % . En el caso de que no se acerque a ese valor se procederá a realizar el mismo proceso por segunda ocasión, una vez terminada la georreferenciación el usuario guardará el archivo resultante adicionándole la letra g al final (esto indica que ya fue georreferenciado).

### 3.6 LIGA DE ELEMENTOS GRÁFICOS CON LA BASE DE DATOS.

El usuario abrirá el archivo que contenga los elementos cartográficos (rasgos cartográficos, por ejemplo: las carreteras, los ríos, los canales, las vías de energía eléctrica, las presas, etc.) que van hacer ligados a la base de datos.

Los métodos para la creación de modelos cartográficos pueden ser implementados a partir de cualquier Sistema de Información Geográfica; sin embargo, se requiere de la adopción de ciertas conversiones. Básicamente desarrolladas en tres ambientes que son :

- Datos
- Procesamiento de datos
- Control de procesamiento de datos

Los datos son hechos registrados. En el caso de datos geográficos son los hechos que pertenecen a localizaciones en la Tierra.

Hay múltiples formas en las cuales los datos pueden ser almacenados para procesamiento digital. Esto puede variar considerablemente de un Sistema de Información Geográfica a otro.

Un modelo cartográfico puede ser imaginado como una colección de mapas como por ejemplo, un Atlas. Sin embargo, dicha colección está organizada en forma de capas sobrepuestas cada una con diferente información que pertenece a un sitio en común. Considerando al sitio como el área de estudio. Cada una de estas capas de datos dentro de un modelo cartográfico describen la naturaleza de cada sitio con una localización en el área de estudio. Un modelo cartográfico es una serie de trazos en las capas que son registradas con respecto a una estructura de referencia cartográfica.

Los modelos cartográficos pueden incluir datos que indiquen el tamaño, la posición geodésica, la historia y otras características del área de estudio. Además, un modelo puede incluir datos de cómo, cuándo o por quién fueron creados, y organizados, etc.

Un modelo cartográfico normalmente incluye hasta 62 capas y cada una de ellas puede representar un tema diferente del área de estudio por ejemplo una capa puede presentar los rasgos hidrológicos, otra la topografía, las siguientes los tipos de suelo, los

tipos de vegetación, la geología del lugar, los aspectos turísticos más importantes, y así sucesivamente. Además se pueden obtener las distancias de un punto a otro con el comando MEA, asimismo toda la información es totalmente identificada y contiene sus coordenadas, aunque sea un solo punto.

### 3.7 MODELAJE DEL TERRENO

Los datos topográficos pueden ser capturados básicamente de dos formas: la primera consiste en digitalizar líneas que conecten puntos con igual elevación, para ello se determinara un número variable de puntos (dependiendo de la precisión que se desee) con sus coordenadas  $x$ ,  $y$  en el valor de elevación. Uniendo estos puntos se obtiene una línea que representa el contorno del terreno en dicha elevación. El proceso se repite para distintos valores de elevación, definiendo una serie de líneas que se denominan curvas de nivel, normalmente, estos valores son grabados como atributos de cada una de las curvas. El número de curvas de nivel digitalizado en un intervalo de alturas dado depende generalmente de la escala del plano que se esté manejando.

El segundo método de captura de la información de los datos topográficos consiste en grabar los valores de elevación para puntos individuales. Una aplicación más compleja de este método, que está empezando a ser ampliamente utilizado en los sistemas SIG, consiste en obtener los valores de la elevación para un gran número de puntos en un área determinada, de forma que sea posible obtener una representación tridimensional de dicho área (ver figuras 6, 7 y 8).



En el SIG de MGE de MacroStation de Intergraph se deben realizar los siguientes pasos, el usuario abrirá el archivo de altimetría (que fue previamente vectorizado) que se va a utilizar para generar el modelo del terreno. Posteriormente, el usuario deberá acceder a el software de modelaje de terreno MSM con el archivo de altimetría activo, debiendo asegurarse que el archivo cuente con sistema de coordenadas y unidades de medición en kilómetros y metros.

El primer paso es ejecutar el comando tag contours y en la caja de diálogo especificar, la trayectoria de la semilla de 3d y el nombre del archivo resultante.

El segundo paso es dar los valores de altura a las curvas de nivel usando el icono de single-tag o multi-tag según sea el caso, y continuar con las instrucciones que se desplegarán en la línea de comando de la caja de diálogo. Posteriormente se accederá al archivo resultante 3d con extensión .DGN de las operaciones anteriores.

El tercer paso es ejecutar el comando de conversión del archivo 3d, a archivo binario, en respuesta aparecerá un icono en el que se especificará el nombre y el tipo de elementos a procesar, estos elementos serán curvas de nivel (Contours), así como el parámetro por el que será multiplicada la altura de las curvas de nivel.

El cuarto paso es ejecutar el comando de conversión de archivo de tipo binario a archivos .TIN, especificando el nombre del archivo de salida, sin olvidar que se debe

ejecutar el comando para grabarlo. Posteriormente, se activara el comando de conversión del archivo .TIN a GRID, señalando el nombre del archivo resultante.

El último paso es revisar el archivo final y ver que cumpla con las características que el usuario necesita, de no ser favorable se tiene que repetir el proceso (ver esquema 7).

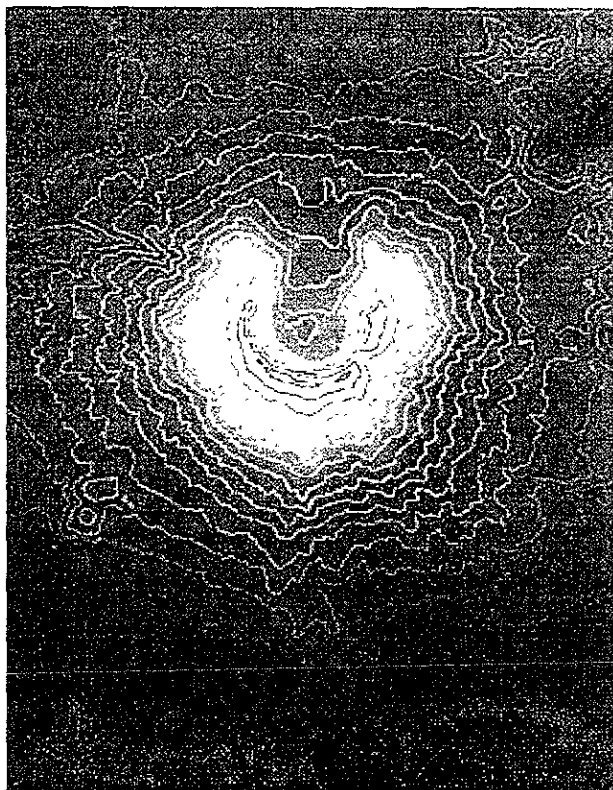


Figura 6. Superficie 3D generada tras el proceso de interpolación. Situación inicial

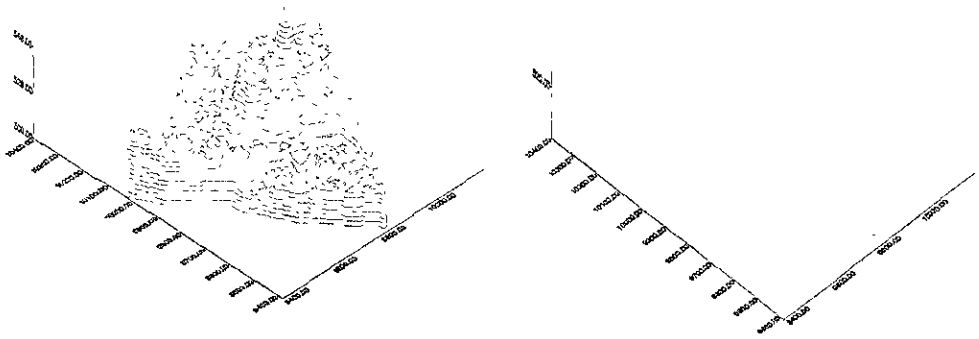


Figura 7..Superficie 3D generada tras el proceso de interpolación.

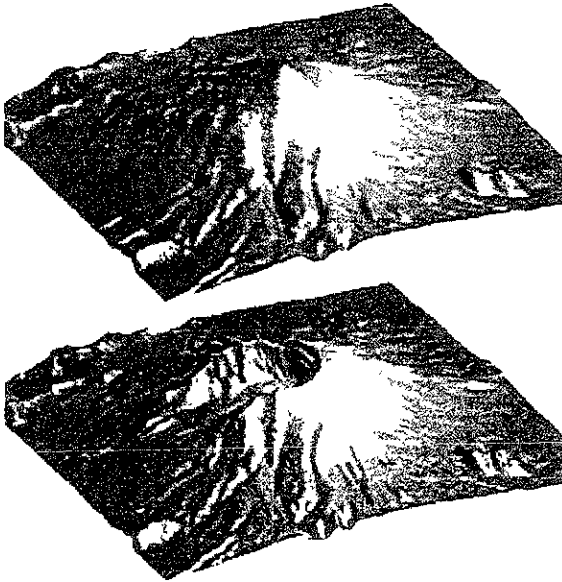
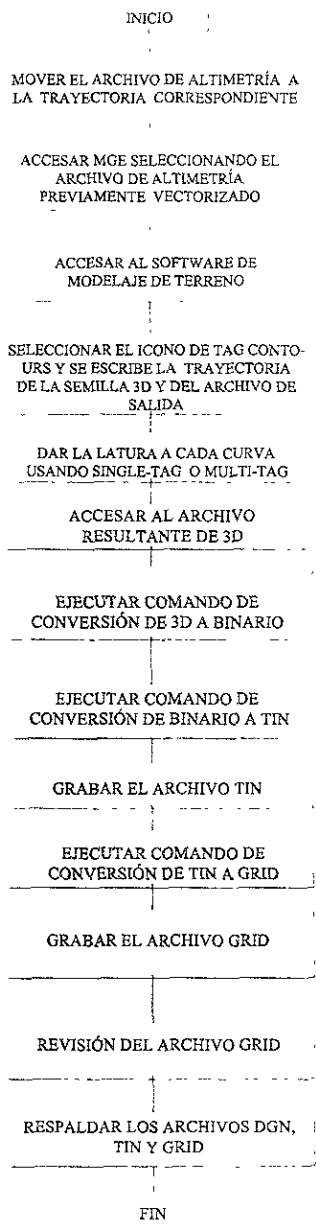


Figura 8. perspectiva 3D del Volcán Santa Helena en E.U.



Esquema 7.

### 3.8.1 Análisis de la información

Es el elemento más característico de un SIG, ya que facilita el proceso de los datos para que sea posible obtener una mayor información, y con ella, un mejor conocimiento del que inicialmente se disponía. Entre estas funciones se pueden citar: operaciones lógicas (unión, diferencia, intersección) entre varias listas de objetos o elementos seleccionados.

Análisis de redes: trazado de caminos con distintas condiciones de comienzo, intermedias y finales, caminos críticos y mínimos costos, recorridos óptimos, proximidades, etc.

Análisis de zonas: calcula las zonas colindantes, adyacentes, contenidas, etc

Hoy en día los SIG's se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadoras personales usados en red o trabajando en forma personal.

La tecnología de los SIG's está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema; y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

### 3.9 IMPRESIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE LA PLATEA

Para el trazado de caracteres sobre un papel se necesita un dispositivo de salida, al que se aludirá en lo sucesivo con el término general de impresora.

### 3.8 MANTENIMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una de las partes importantes de un SIG son sus datos. Para aprovechar toda la funcionalidad de un sistema SIG es necesario disponer de información actualizada en todo momento. Por ello, se realizará un mantenimiento de la información residente en la base de datos a lo largo de la explotación del mismo. Estas funciones comprenden tanto el mantenimiento de la información alfanumérica como de la información gráfica.

En ocasiones, el volumen de modificaciones a efectuar es muy elevado, es necesario que el mantenimiento sea realizado simultáneamente por varios usuarios. Para ello es preciso que estos sistemas incorporen procedimientos de seguridad que eviten la actualización simultánea del mismo elemento por parte de distintos usuarios. Los sistemas SIG realizan este control de dos formas distintas:

Bloqueando los elementos mientras dura la modificación. De esta forma, cuando un usuario comienza una actualización se bloquea el elemento afectado y todos los que se encuentren conectados topológicamente a él.

Trabajando sobre extracciones de la base de datos. En este caso, el usuario que realiza algún cambio no trabaja contra la base de datos real sino contra una copia de la zona en la que desea realizar el mantenimiento. Una vez realizadas todas las modificaciones se actualiza esta copia sobre la base de datos reales.

La información que se desea imprimir primero se transfiere, y a continuación se transmite byte a byte desde el ordenador hasta la impresora. En función de la técnica de impresión utilizada, la impresora analizará tales informaciones y las trasladará al papel.

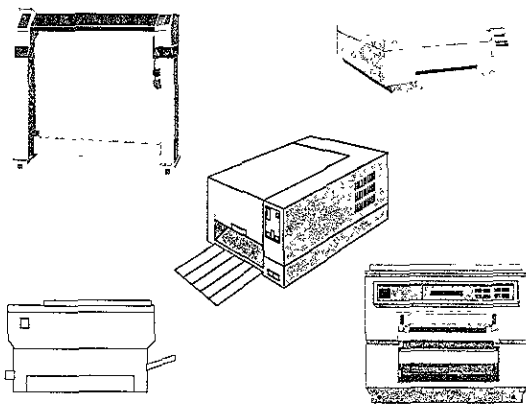


Figura 9. Ejemplos de impresoras

Para lo cual hay varios tipos de impresión: inyección de tinta, térmico, plumillas, láser, etc.

Dentro de un SIG el proceso de impresión generalmente conlleva el siguiente procedimiento: El usuario accederá al Software de impresión dependiendo del formato de archivo a imprimir, ya sea un archivo vector, raster o una imagen de satélite, para lo cual existen dos formas para llevarla a cabo, una es por vista, es decir de todo el contenido que se encuentre desplegado en la pantalla y la otra opción, es la de imprimir por área específica (en el caso de que el usuario requiera imprimir solo una parte del archivo, debe delimitar el área con el comando Fence).

Para cualquiera de las dos formas de impresión, se selecciona en la estación de trabajo o PC, el tipo de impresión que se utilizará y se definirán los parámetros de tamaño, escala de impresión de acuerdo a las necesidades del usuario, la dependencia, o el cliente.

Es importante asegurarse que se active el icono que permite la impresión de áreas rellenas cuando el archivo a imprimirse así lo requiera. Una vez que se cumplió con lo anterior deberá ejecutar el comando Generate Submit.

Es preciso darle la adecuada importancia al proceso de impresión, ya que este es el que permite observar la calidad de cualquier trabajo que se realice ya sea en archivos vector, raster, o en cualquier imagen de satélite.

Este subsistema permite mostrar al usuario la información incorporada en la base de datos del SIG y los resultados de las operaciones analíticas realizadas sobre ella. Permite obtener mapas, gráficos, tablas numéricas y otro tipo de resultados en diferentes soportes: papel, pantallas gráficas u otros.

Las funciones de representación gráfica en formato papel (edición de planos) incluyen la generación de las leyendas a incluir en dichos planos, funciones de escalado automático de símbolos y textos (modificación del tamaño de los elementos en función de la escala del plano y el tamaño de hoja), etc.



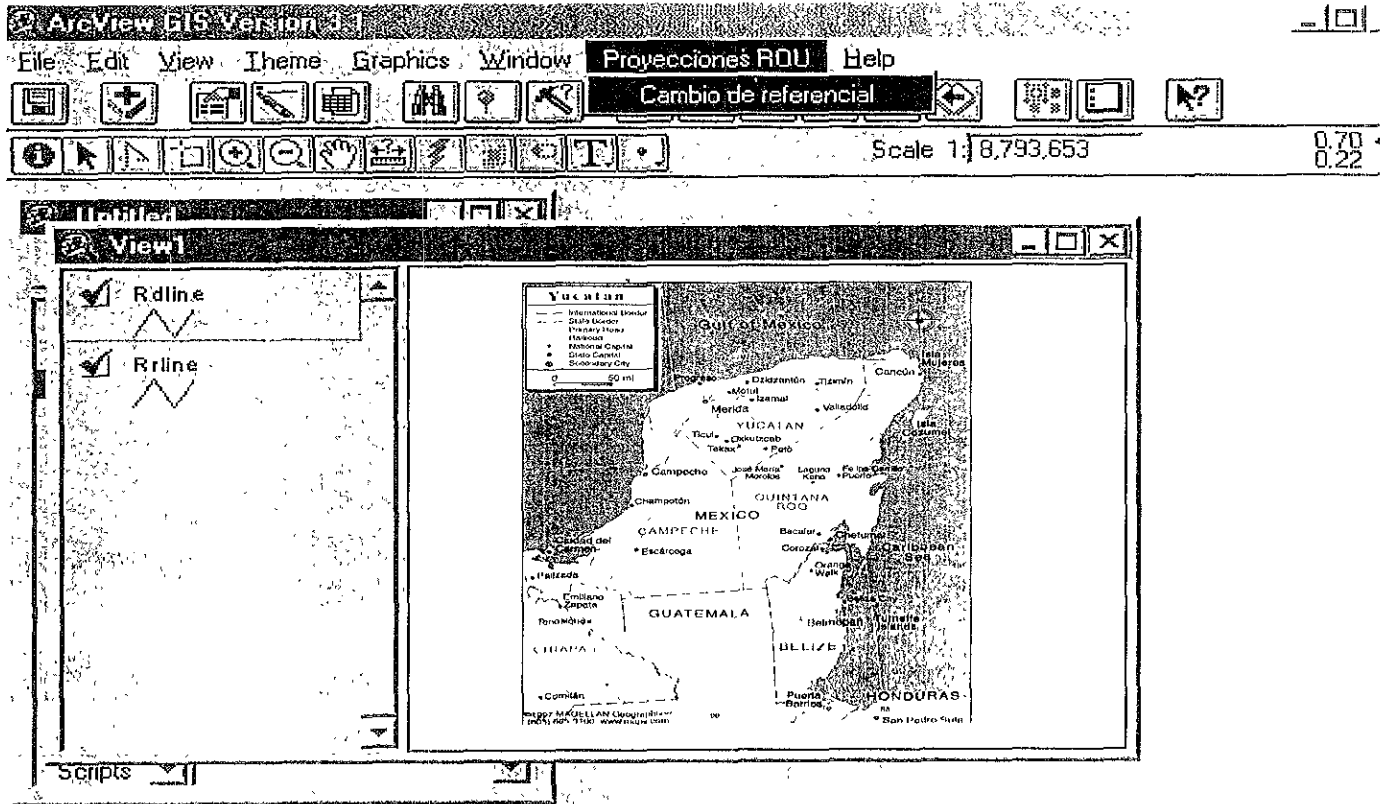
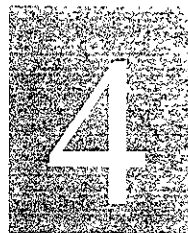


Figura 10 Mapa SIG



*Los SIG's y Otros Sistemas*

## 4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un SIG en sentido completo gestiona una base de datos espacial. Permite la creación y estructuración de los datos partiendo de fuentes de información como los mapas, la teledetección, bases de datos existente, etc. Además de posibilitar el análisis, visualización y edición en mapas de la base de datos, un SIG cuenta con herramientas que permiten crear nuevos derivados de los existentes.

### 4.1 FUNCIONES BÁSICAS DEL SIG

Independientemente del tipo de SIG del que se trate, los SIG permiten obtener una gran cantidad de información de distinto tipo, tratarla para convertirla en conjuntos de datos compatibles, combinarlos y exponer los resultados sobre un mapa. Algunas de las operaciones estándar de los SIG son las siguientes:

- Integración de mapas trazados a escalas diferentes, o con proyecciones o leyendas distintas
- Cambios de escala, proyecciones, leyenda, inscripciones, etc., en los mapas
- Superposición de distintos tipos de mapas de una determinada zona para formar un nuevo mapa, en el que se incluyan datos descriptivos en cada uno de los mapas

Creación de zonas intermedias o próximas en torno a las líneas o polígonos de un mapa.

Esta técnica se utiliza para buscar zonas a una distancia dada de las carreteras, ríos, etc.,

o de ciertas condiciones temáticas. Estas zonas intermedias pueden, a su vez, utilizarse

como otra capa de superposición

Preguntas de carácter especial e informativo a través de base de datos

### *1 Limitaciones del SIG*

Un SIG es un sistema informático cuya implantación en una organización es siempre

dual y costosa. Se requiere siempre de la adecuación del sistema al trabajo requerido,

d mediante programación (frecuentemente realizada por el suministrador del SIG) y

opilación de los datos necesarios (suministrados por otras organizaciones o introducidos

el cliente).

### **4.2 DESKTOP MAPPING (DM)**

Recientemente han surgido aplicaciones sencillas de visualización y de análisis de

os con componentes espaciales para sistemas de microordenadores (PC) con un costo

erior al de un SIG. La denominación habitual de estas aplicaciones en inglés es Desktop

pping (DM) "Cartografía de escritorio". En primer lugar, estas herramientas permiten el

uso de datos espaciales (posiblemente creados y estructurados con un SIG), por parte de usuarios que no son expertos en programación, cartografía, geodesia, etc. De la misma forma que los usuarios utilizan procesadores de textos, hojas de cálculo, bases de datos sin conocimientos de tipografía, manutención, teoría de computación, etc. Fundamentalmente, los DM permiten ver y analizar la estructura espacial de los datos. Por otro lado, estas aplicaciones sirven también de vehículo para la creación de aplicaciones concretas que trabajen con datos espaciales; por ejemplo, una aplicación que gestione un inventario faunístico.

Gran parte de la capacidad de adecuación de estos productos deriva de las posibilidades de integración con otras aplicaciones a través de los mecanismos que proveen los entornos de trabajo como Microsoft Windows, Mac OS, OS<sup>2</sup> PM Windows NT, X Windows. De esta manera y junto con aplicaciones específicas se pueden crear entornos de trabajo verticales que resuelvan gran parte de los problemas de un determinado profesional, integrándose el análisis y la visualización espacial con la preparación de documentos, modelos de cálculo, etc. De la misma manera se pueden incorporar datos no gestionados directamente por el DM, como sonido, imagen de video, fotografías, etc. Este tipo de aplicación tiene un mercado potencial mucho más amplio que un SIG tradicional, por las mismas razones que lo tienen los procesadores de textos, hojas de cálculo, bases de datos, etc. Estos permiten crear un modelo geográfico del funcionamiento de un negocio u

organización. El hecho de que gran parte de las bases de datos existentes -se estima que más del 85% contengan un componente geográfico permite que el DM muestre patrones, relaciones y tendencias que de otra manera serían difícilmente detectables.

Actualmente, el DM se usa en: departamentos de marketing, ventas, distribución y transporte, telecomunicaciones, propiedad inmobiliaria, planeación, seguros, servicios de emergencia (bomberos, policía), salud, administración local, etc. El requisito para explorar estas aplicaciones es que se suministren los datos espaciales básicos referidos al área de interés del cliente de forma ya estructurada (mapas de municipios, infraestructura, geográficos, urbanos, etc.). Normalmente serán usuarios de SIG los que proveerán los datos para las aplicaciones verticales para un sistema DM.

En cuanto al uso de un DM como complemento a un SIG, hay que distinguir que algunas herramientas del DM trabajan directamente con las bases de datos de un SIG determinado, mientras que otras requieren un formato propio. En el segundo caso, si se quiere utilizar el DM como visualizador de un SIG se debe establecer primero un mecanismo que se adapte a los datos del SIG a los requerimientos y estructuración del DM.

### *3.1 Funcionalidad del Desktop Mapping*

Un DM es una herramienta que se integra en un escritorio informático, de igual manera que procesadores de texto, hojas de cálculo, programas de ilustración, de

comunicaciones, etc. Su propósito es permitir el análisis y visualización de bases de datos que contienen información espacial su ámbito de funcionalidad es más restringido que el del SIG. A continuación se detallan las principales características dentro de ese ámbito que debería incorporar una buena aplicación DM:

1. Homogeneidad en el tratamiento de los datos: combinar datos alfanuméricos con cualquier objeto espacial. Los datos espaciales deben integrarse sin importar el sistema de referencia geodésicas ni la proyección usada por los diferentes archivos. Todo tipo de objeto espacial (puntual, lineal, área) debe ser tratado de forma homogénea, sin distinción por parte de las operaciones disponibles de distintos tipos de conjuntos de datos.
2. Proporcionar facilidades flexibles de geocodificación, esto es, asignar localización espacial de las bases de datos que el usuario puede tener.
3. Tener la capacidad de incorporar datos en los formatos más populares como DXF, IGDS, DGN, ArcInfo Export, dBase (DBF), ASCII delimitado, etc.
4. Ser capaz de representar distintos conjuntos de datos de forma superpuesta como "capas" en un mapa.
5. Debe contar con un gestor de bases de datos. En realidad un DM es una extensión de una base de datos.

Permitir la representación temática de los datos en la forma más flexible posible. Una función básica de estas herramientas es la determinación de la simbología en función de cualquier expresión de los atributos y/o la geometría.

El sistema debe permitir diferentes vistas de los mismos datos: en forma de mapas que los incorporen como una capa, en forma tabular, gráficos, composición cartográfica,...

El sistema debe proveer facilidades para la preparación de documentos integrados (lo cual puede requerir la cooperación con programas de proceso de texto y/o autoedición) generando salidas gráficas con calidad de presentación.

Idealmente debe funcionar en las plataformas más populares: DOS Windows, Mac, UNIX, NT, OS".

Es necesario una buena disponibilidad de mapas y datos del área y temas de interés del usuario.

Debe contar con un buen lenguaje de desarrollo.

El lenguaje debe posibilitar el uso de los mecanismos de comunicación entre aplicaciones que la plataforma provea: DDE, OLE y DLL en Windows, Apple Events y Publish Subscribe en Mac, RPC en UNIX, etc.

También es importante un lenguaje de consulta que combine las operaciones espaciales con las tradicionales (mejor si esta integrado con el lenguaje de desarrollo y es accesible interactivamente).



14. Así mismo utilidades de análisis geográfico (también idealmente integradas en el lenguaje de desarrollo).
15. Una utilidad muy interesante es la posibilidad de registrar y superponer imágenes (estructuras de tipo raster) a los datos vectoriales. Así es posible la digitalización en pantalla y el enriquecimiento del gráfico.

#### 4.2.2 Limitaciones del DM

No es apto para la creación de nuevos mapas por digitalización, escaneado-vectorización, uso de GPS, o incorporación de datos geométricos no estructurados, pues habitualmente no se cuenta con la capacidad de depuración de los datos, creación de topología y transformación para su correcta localización espacial.

Tampoco se podrán crear nuevos temas combinando datos existentes por análisis de superposición. No se cuenta con funciones avanzadas de manipulación de la topología ni de modelado cartográfico.

No se pueden gestionar datos tridimensionales. Esto excluye la creación de vistas perspectivas, análisis de visibilidad, etc. (Aunque se pueden crear aplicaciones que

plementen alguna funcionalidad de este tipo, como crear curvas de nivel, aplicar modelos de iluminación, etc.)

Un área en la que un DM resulta insuficiente es en el tratamiento de datos de teledetección, que requiere de una capacidad de procesamiento de grandes cantidades de datos raster.

Tampoco se pueden esperar de un DM las capacidades más avanzadas de los modernos SIG, como "metadatos" de calidad, control de concurrencia dinámico, variabilidad temporal de los datos, etc.

### 4.3 CAD MAPPING SYSTEMS

Algunos vendedores de sistemas CAD (Computer Aided Design- programas de modelación y diseño) han pensado que uno de estos sistemas puede evolucionar fácilmente y convertirse en un SIG. Los sistemas que aparecen de esta forma se denominan CAD Mapping Systems (CMS), y habitualmente el vendedor los llama SIG. Normalmente, éstos sistemas son el resultado de enlazar dos sistemas existentes en el mercado, un CAD y un RDBMS (Relacional DataBase Management System- Sistema de gestión de bases de datos relacional). De esta forma los datos alfanuméricos contenidos en bases de datos se asocian

con elementos gráficos de un archivo- dibujo de CAD. Lo cierto es que un CAD presenta características que dificultan el desarrollo de un SIG. Un SIG no es la suma de CAD y RDBMS, más bien el RDBMS se halla en el corazón del sistema y las capacidades gráficas, sutilmente diferentes de las del CAD se hallan íntimamente ligadas al RDBMS.

#### 4.3.1 Diferencias SIG-CAD

Algunas de las diferencias fundamentales entre la parte gráfica de un SIG y un CAD son:

- Propósitos diferentes: SIG reflejar la realidad. CAD diseñar algo que no existe todavía
- Ambos tienen un estrato geométrico, pero la creación de estos elementos es distinta: en CAD los crea un delineante, con exactitud. En SIG se toman de mapas o del terreno con un cierto error e imprecisión inevitable pero mensurable
- El CAD segmenta los datos en archivos independientes que no comparten un espacio de coordenadas. En los SIG los datos conforman un conjunto continuo, (esto implica diferentes formas de acceso y diferentes problemas de concurrencia)
- La información en un SIG es al menos un orden de magnitud mayor, los objetos son mucho más complejos (se estima que la infraestructura municipal requiere entre medio y un Gigabyte por cada cien mil habitantes)
- Los CAD habitualmente permiten el enlace con una base de datos, pero no permiten una integración suficiente como para responder preguntas que combinen criterios

alfanuméricos y espaciales (no cuentan con un lenguaje de consulta alfanumérico/espacial, ni la posibilidad del análisis de superposición, y normalmente el concepto de topología es muy pobre)

Hay algunos tipos de datos característicos del SIG que un CAD no gestiona: datos raster georeferenciados y con atributos, como los de teledetección, o Modelos Digitales del Terreno, que no se pueden implementar eficazmente con un modelador de sólidos

Un CAD separa las entidades geométricas en capas o niveles. En un SIG tal partición no debería existir pues complica el mantenimiento de los datos y aparecen los conceptos de clase de elemento geométrico y tema, que no son correctamente tratados al sustituirse por capas

EL DM permite a profesionistas utilizar y analizar bases de datos geográficas que probablemente se hayan creado con un SIG. Así, el DM sirve para proporcionar el acceso a datos que se producen con un SIG, bien dentro de una misma organización o fuera de ella. Hay que tener en cuenta que si se pretende este acople, el DM no fue diseñado para trabajar exclusivamente con la base de datos del SIG de que se disponga y se deberán establecer los mecanismos necesarios para adaptar los datos del SIG a la estructura del DM. Esto se hará normalmente mediante Software (posiblemente integrado con la aplicación SIG que se ejecuta en el DM) que genere los archivos necesarios para el funcionamiento del DM.

Por otra parte hay que distinguir los sistemas de CAD; de propósito muy diferente al SIG y con limitaciones insalvables para su uso como SIG.

CAD y SIG pueden coexistir en una organización, pero normalmente lo harán en departamentos diferentes. Por ejemplo, un departamento de planeación usara SIG para determinar la localización de un nuevo hospital, mientras que el departamento de arquitectura usara CAD para diseñarlo.

En cuanto a los llamados SIG que se basan en un sistema CAD y un DBMS se deben examinar con gran cuidado antes de adoptarlo. Posiblemente solo sean útiles para usuarios con gran experiencia y grandes cantidades de datos en CAD, y solo para actividades muy concretas como la ingeniería civil.

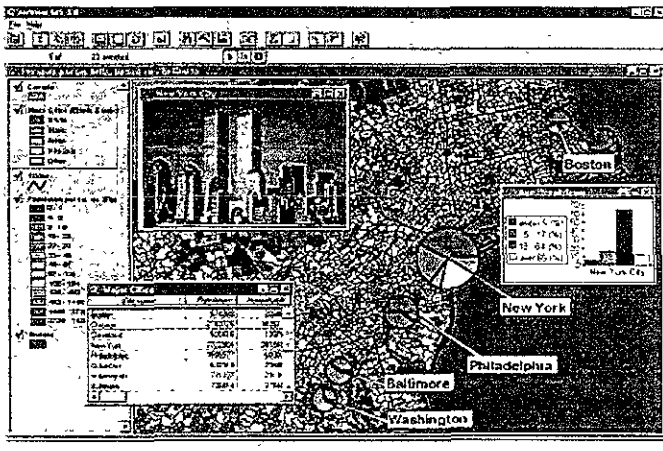
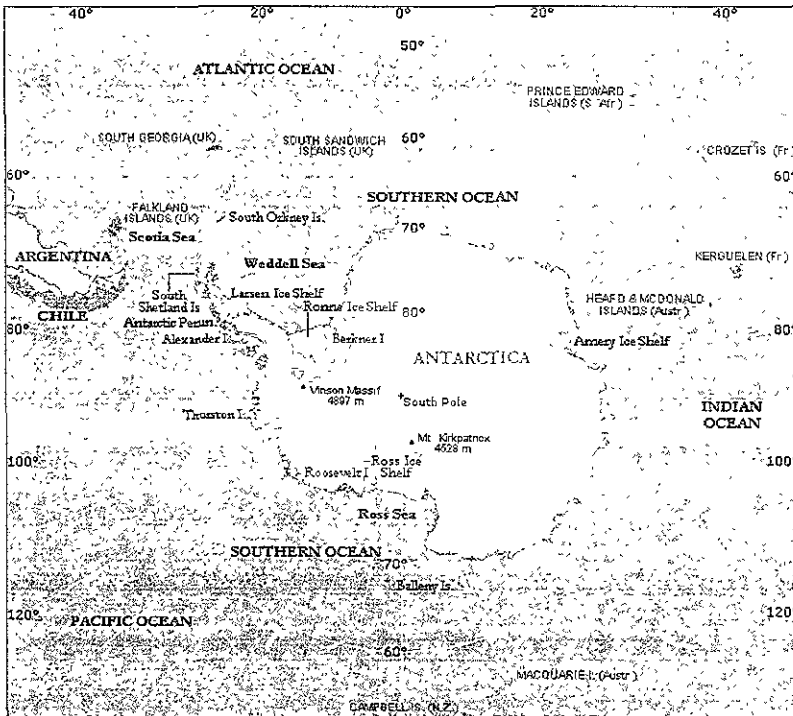


Figura 11. Imágenes digitales.



## *Tipos De SIG*

## 5. TIPOS DE SIG

Los SIG's se clasifican en: SIG raster y en SIG vectorial

### vectorial y tipo raster

En el capítulo tres se describieron algunos de los fundamentos del modelo y de la estructura de los datos vector y raster, por lo que en este se describirán sus principales ventajas y desventajas.

Si partimos de que los Sistemas de Información Geográfica realizan la representación de un mapa de dos formas como cuadrícula o en forma de vector.

En los sistemas a base de vectores, las líneas se representan en segmentos rectos llamados vectores. Las coordenadas (x, y) del final de cada vector se digitalizan y se almacenan, y las conexiones se indican mediante la organización de los puntos en la base de datos.



En los sistemas raster a base de cuadrículas o de celdas, el mapa se representa en formato rectangular o en células rectangulares o cuadradas, a cada una de las cuales se les asigna un valor.

Ambos tipos de SIG's tienen la capacidad de realizar conversiones de un formato a otro (ver figura 12).

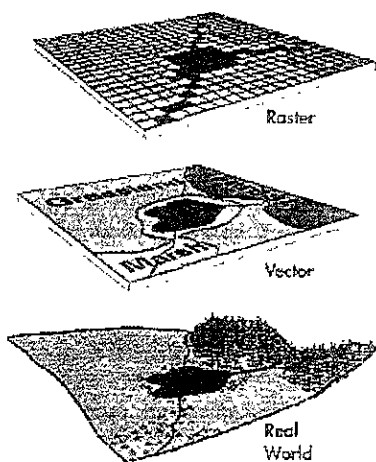


Figura 12. Muestra la conversión de dos archivos uno de tipo raster y otro de tipo vector para representar al mundo real

ventajas y desventajas del SIG raster y del SIG vector

<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ El tratamiento de algoritmos es mucho más sencillo y simple de escribir que en los sistemas por vectores.</li> <li>◦ Los sistemas de cuadrícula son más adecuados para las entradas en forma de retícula como en el caso de las imágenes digitales de telepercepción.</li> <li>◦ Los sistemas reticulares son más compatibles con los dispositivos de salida de forma reticular como las impresoras y muchas terminales gráficas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Las necesidades de almacenamiento son mucho mayores que las de los sistemas vectoriales.</li> <li>◦ La representación de un recurso depende del tamaño de la celda y resulta especialmente difícil representar adecuadamente los rasgos lineales, como las líneas topográficas, las carreteras, las líneas férreas, etc.</li> <li>◦ La mayor parte de los datos de entrada están digitalizados en forma de vector y deben ser trasladados a formato reticular para poder almacenarlos en un sistema raster.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Se necesita menos capacidad de almacenamiento que en los sistemas reticulares.</li> <li>◦ El mapa original puede representarse en su resolución original. Múltiples atributos pueden ser fácilmente representados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Los algoritmos para las funciones realizadas son más complejas y menos confiables que los de los sistemas reticulares.</li> <li>◦ Los datos espaciales de variación continua (como las imágenes de satélite) no pueden ser representados en forma de vector, y hay que convertirlos al sistema reticular para procesar la información de ese tipo.</li> </ul>

Los SIG raster llevan a cabo una representación espacial de las variables mediante un conjunto de técnicas que reciben el nombre de modelización cartográfica (Tomlin, 1990 y 1991). A través de la modelización cartográfica se pueden generar nuevas variables y obtener nuevos mapas.

Los SIG raster incorporan información en formato raster cuando se digitaliza un mapa, una fotografía aérea, una imagen de satélite o cuando está contenida en mapas análogos por medio de un barredor óptico (escáner); esta información se puede importar de un formato vectorial mediante el procedimiento de rasterización. Es importante que al usar el escáner se busque un punto de equilibrio entre la resolución de la imagen y el tamaño del archivo que se genera, ya que si se busca una resolución muy alta ésta puede traer como contrapartida un archivo que ocupe una gran cantidad de memoria.

La información obtenida por los satélites tienen una gran ventaja que es siempre actual y que cubren grandes extensiones de la superficie terrestre. Sin embargo, la resolución no siempre es la apropiada para determinados tipos de análisis, especialmente cuando la información original se encuentra en un formato vectorial, es necesario realizar un proceso de conversión vector - raster, que se conoce como rasterización de información vectorial. Se trata de colocar la información vectorial sobre las celdas del mapa raster mediante un proceso de presencia - ausencia: si una celda queda ocupada (parcial o totalmente) se registra su presencia o su ausencia.

El proceso ocasiona una pérdida de exactitud en cualquier sistema raster, proporcional al tamaño de las celdas en el mapa final y a la sinuosidad que presenten las líneas en el mapa original.

Un SIG vector en el caso de que se cuente con cartografía en formato tradicional, el operador puede ir señalando sobre una tarjeta digitalizadora la posición de los objetos de interés, cuyas coordenadas se almacenan en un fichero informático. Pero si no se dispone de cartografía tradicional o esta no tiene la suficiente calidad, es posible efectuar la digitalización sobre fotografías aéreas, o en su caso, obtener sobre el terreno las coordenadas de los objetos mediante sistemas GPS (Sistema de Posicionamiento Global) o mediante estaciones de GPS. Si la información está disponible en formato digital, la mayoría de los SIG disponen de funciones de conversión desde los formatos más conocidos, ya sean vectoriales o raster.

Por lo que se refiere a la información temática, puede introducirse desde el teclado del ordenador o bien importarla desde otras bases de datos.

Una dificultad en la entrada de información viene dada por la multiplicidad de sistemas de coordenadas que se utilizan en cartografía. No obstante los SIG pueden transformarlas entre los distintos sistemas de coordenadas.

La información se integra en capas o niveles como lo muestra la figura 13 en ambos tipos de SIG

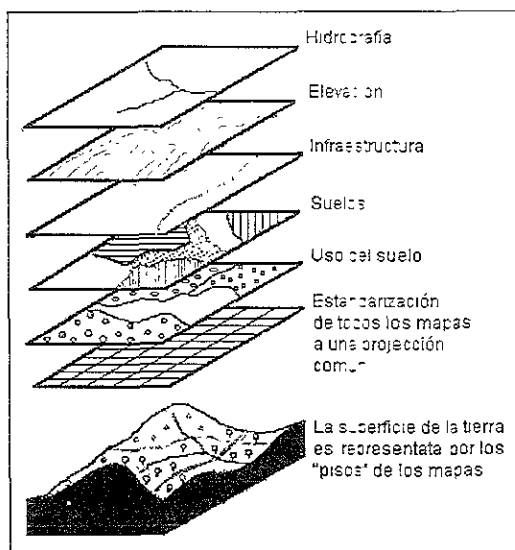


Figura 13. Capas o niveles de información en un SIG.

### 5.1 SIG RASTER

En el modelo raster el punto o pixel tiene una forma de malla de puntos cuadrada o rectangular que contiene valores numéricos y que representa las entidades cartográficas y sus atributos asimismo determinan la resolución (ver figura 14). En este tipo de SIG la georreferenciación y la topología son implícitas a la posición columna y fila del pixel en la malla. Cada atributo es almacenado en una capa propia. De tal forma que la separación entre

os cartográficos y datos temáticos no existe pues cada capa representa un único tema y la celda contiene un único dato numérico.

La precisión de la georreferenciación en el modelo raster está marcada por la porción terreno que representa el pixel, la cual es la unidad de medida lineal y superficial mínima sistema. A veces no se especifica como está georreferenciada la celda, respecto a su ángulo superior izquierdo o su ángulo inferior izquierdo o respecto a su centro. El modelo conceptual raster tiene limitaciones en cuanto a la precisión de la referenciación, con un margen de error equivalente a la mitad de la base y de la altura del pixel.

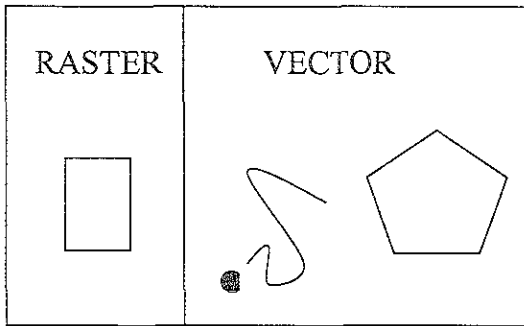


Figura 14. Tipos básicos de objetos espaciales: puntos, líneas, polígonos y celdas

El modelo raster tiene una organización muy simple de los datos, lo cual permite utilizar con gran facilidad ciertos procesos de análisis como por ejemplo la superposición de

planos, esta operación computacionalmente es muy costosa, cuando los temas están en forma vectorial se realizan rápidamente y automáticamente si los sistemas son raster.

Los elementos geográficos se diferencian en función de un criterio locacional. El espacio es compartido en porciones de igual tamaño y forma mediante la superposición de una retícula irregular y a continuación se registran las propiedades de esas regiones de espacio, habitualmente en capas o niveles distintos. La retícula suele ser de objetos cuadrados o rectangulares, de manera que cada uno de estos objetos (celdas) representa una pequeña porción del espacio. De esta forma el modelo raster propone una aproximación basada en objetos elementales (celdas) que puedan agruparse para construir objetos complejos que representan elementos del mundo real (ver figura 15).

En una capa se representa el uso de suelo y un lago; por ejemplo, puede representarse mediante un grupo de celdas colindantes que tienen un mismo valor temático. El modelo raster cubre todo el espacio sin dejar huecos lo que no ocurre en el modelo vectorial.

La representación de los elementos del planeta se realiza de la siguiente forma:

- > Un elemento puntual se representa mediante una celda
- > Un elemento lineal mediante una secuencia de celdas alineadas
- > Un elemento poligonal mediante una agrupación de celdas contiguas

Uno de los inconvenientes que se asocian al modelo raster es la falta de exactitud a la hora de localizar los elementos, también afecta la exactitud de la forma y el tamaño de los elementos poligonales, aunque ambas características se puedan inferir aproximadamente a partir de la configuración que presentan las celdas. Para aumentar la exactitud posicional se puede incrementar el nivel de resolución, es decir, trabajar con celdas que representan superficies más pequeñas en el mundo real.

El formato raster permite representar superficies tridimensionales, ya que a las coordenadas de localización (x,y) se añade una tercera (z) para representar el valor de la variable, en este caso la altitud.

Un conjunto de celdas y sus valores constituyen una capa o nivel de información dado que en cada celda se registra un único valor, si se quiere almacenar información relativa a distintas variables, se han de incluir tantas capas o niveles como variables se consideren. Se puede realizar una multitud de operaciones para relacionar unas capas con otras.



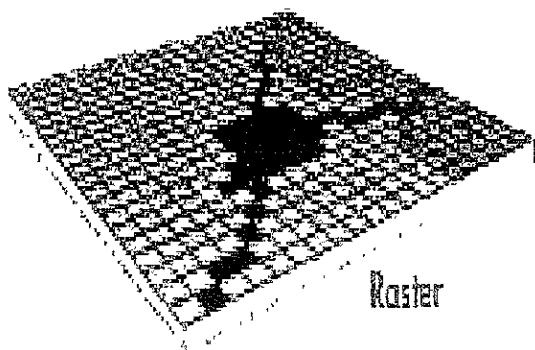


Figura 15. Imagen raster

Los SIG raster suelen almacenar la información de cada capa en dos archivos (ver figura 16): en el archivo de valores se almacenan los valores de las celdas y en el archivo de documentación se almacena información general sobre la retícula y la leyenda.

En un SIG raster se pueden incorporar información contenida en mapas por medio de un barredor óptico; la información digital puede importarse directamente de archivos raster o convertirse a partir de archivos vectoriales mediante procedimientos de rasterización; Es posible utilizar imágenes de satélite en forma digital para su tratamiento y análisis en un SIG raster.



La información que se obtiene de los sensores remotos tienen la ventaja de que siempre es actual y de que algunos sensores remotos sólo cubren algún ángulo de la superficie de la Tierra; sin embargo, no siempre la resolución es la apropiada para los diferentes tipos de análisis, especialmente en el ámbito urbano y las imágenes hasta hoy obtenidas no han alcanzado el grado de exactitud requerido en algunas aplicaciones.

En un SIG raster convencional a cada celda le corresponde un valor único en cada capa o nivel. Para la visualización de los datos se asigna un color a cada uno de esos valores, cada celda aparecerá representada mediante ese color, conformándose un mapa raster. El aspecto del mapa resultante depende del número de celdas. La elección de una paleta de color adecuada para cada variable es esencial a la hora de visualizar los mapas, respetándose los convencionalismos cartográficos: El agua se representa en color azul, los bosques en color verde, los cultivos en color pardo, etc., así como utilizar una graduación progresiva en las tonalidades del color.

En este tipo de SIG se pueden visualizar los valores contenidos en las celdas. Se puede hacer de forma que se genere un mapa en el que cada celda no presente un color si no un valor. Esta es una forma de mapa raster primitiva, pero puede resultar de utilidad cuando se requiere comprobar que los resultados alcanzados en un análisis previo son correctos

Otro tipo de mapas que se pueden expresar en este tipo de SIG, son los mapas tridimensionales que son muy expresivos a la hora de representar las variables continuas. Su perspectiva puede ser modificada a voluntad del usuario, tanto en lo que se refiere al punto cardinal donde esta el observador como el ángulo de inclinación con respecto a la horizontal, también existe la posibilidad de modificar la escala del eje vertical de manera que se pueda exagerar la sensación de relieve, una opción que comúnmente se asocia a esta alternativa es la de sobreponerle una capa temática sobre la base tridimensional, de esta forma se puede visualizar una capa de elevaciones y sobre ella observar los usos de suelo, utilizando la paleta de colores, para darle una visualización más espectacular al mapa tridimensional.

Los SIG raster son capaces de realizar perfiles topográficos a través de una línea, cualquiera que sea su forma o su longitud, los mapas se construyen a partir de perfiles topográficos sucesivos, presentados en una perspectiva oblicua. Una vez definida la línea el sistema utilizan los valores de las celdas más cercanas a la línea trazada, para calcular las elevaciones a lo largo de la línea trazada y a partir de ellas calcular las pendientes.

### 5.2 SIG VECTORIAL

El modelo vectorial se basa en tres principios básicos: el nodo que es la unidad básica para representar entidades con posición, pero sin dimensión, la línea o el arco que

representa entidades de una dimensión y está restringido a la línea recta en algunas implementaciones y el polígono o el área que se utiliza para representar las entidades bidimensionales.

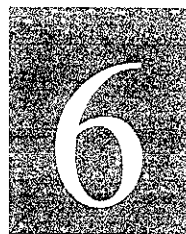
Los procedimientos de análisis en este modelo son más laboriosos, pero más precisos que en el modelo raster.

La posición de los datos puede ser georreferenciada por medio de un sistema de coordenadas. Los atributos no espaciales son almacenados, en una base de datos alfanuméricos interrelacionada con la base de datos cartográfica, en el caso de los SIG vectorial, no hay ninguna limitante en la precisión de la georreferenciación.

Este tipo de SIG está más de acuerdo con la cartografía tridimensional, por lo cual resulta más intuitiva. Pero la principal ventaja de este modelo respecto al anterior es su capacidad para expresar las relaciones espaciales existentes entre las entidades. En el modelo vectorial el foco de interés se sitúa en las entidades, en su posicionamiento sobre el espacio. Los elementos del mundo real son representados en este modelo con mayor nitidez que en el modelo raster, en el que el uso de las celdas suelen suponer una pérdida de precisión en los contornos (cuando la resolución no es lo suficientemente alta). Para

Modelizar las entidades del mundo real se utilizan tres tipos de objetos espaciales: puntos, líneas y polígonos.

- Los puntos son objetos espaciales de cero dimensiones. Tiene una localización en el espacio pero no tienen ni longitud ni anchura
- Se puede representar mediante puntos cualquier elemento cuyas dimensiones sean despreciables desde una perspectiva cartográfica como son los manantiales, los pozos, los semáforos, etc.
- Las líneas son objetos espaciales de una dimensión, ya que tienen longitud, pero no anchura. Las líneas están definidas mediante una sucesión de puntos
- Habitualmente se representan mediante líneas los elementos que se integran en las redes, ya sean naturales como las redes hidrográficas o artificiales, así como las carreteras
- Los polígonos son objetos espaciales de dos dimensiones, ya que tienen longitud y anchura. Se representan mediante una sucesión de líneas que cierran. Las parcelas del catastro o las secciones censales son elementos que se representan como polígonos en la base de datos.



*Beneficios, Tendencias y Aplicaciones de los Sistemas  
de Información Geográfica*

## 6.1 PERCEPCIÓN DE LOS BENEFICIOS

Puesto que los sistemas gráficos, tales como los mapas temáticos y los diagramas astrales no fueron diseñados para efectuar comparaciones entre unos y otros, se genera una acentuada falta de percepción o conocimiento de los beneficios obtenibles de la capacidad de comprar distintos tipos de información, concernientes a la misma zona de estudio. En realidad, es menos sencillo que computarizar los registros o hacer el mismo trabajo por sí mismo, pero más rápidamente de esta manera, por aquellas personas que nunca han experimentado la ayuda en la toma de decisiones, como la que puede ofrecer la información gráfica o que se enfrentan a las grandes inversiones implícitas (de manera especial en ella relacionada con la conversión de información existente a forma digital).

Un hecho a destacar es el de que prácticamente no existe un sistema de información en una manera especial si ha sido pequeño), que no se haya expandido para satisfacer las diferentes necesidades de los usuarios y para manejar otros tipos de información. Si se considera como un pequeño ejemplo en este sentido, el relacionado con un municipio donde un joven y dinámico planificador instaló un sistema computarizado de escritorio para mostrar la red vial, los sitios, las centrales, la infraestructura básica de un plan sexenal de desarrollo, y una distribución espacial de la población a grosso modo, según ingreso y edad. El efecto inmediato fue la apertura de los políticos. La discusión de problemas fuera de su propio círculo; el apoyo fue mucho más poderoso cuando los directores o jefes de los



beros, el servicio de salud y de la policía se dieron cuenta de los resultados logrados con el sistema que, con algunas modificaciones, se convirtió en una importante herramienta racional, sobre la cual estaban dispuestos a pagar un mayor precio. Dos años después la compañía empezó a interesarse, considerando los límites reales de la finca raíz, la propiedad y el mercado de valores; la compañía de transportes urbanos se benefició con la planificación de rutas y horarios, mientras que el aspecto del comercio se concentró en una apreciable transformación socio-económica que estimuló la ubicación más propicia de los almacenes.

Al preguntársele a Lowell Starr, jefe de la división cartográfica de los Estados Unidos, si valía la pena todo esto, su respuesta fue tajantemente afirmativa. Señaló, además, que aún cuando los costos son altos, se obtienen enormes beneficios en términos de mantener y analizar la información espacial. Una vez que el usuario haya experimentado la facilidad de llevar a cabo análisis específicos que respondan a sus inquietudes, nunca estará satisfecho con menos.

### *Costos y Beneficios*

La adquisición de equipo y de Software es el aspecto más importante. Mucho más importante es el trabajo de digitalizar la información existente (catastral, socio-política y económica, agrícola, cartográfica o topográfica, de activos inmuebles, etc.) que por lo general, no se toma en cuenta o se subestima.

## 6.2 TENDENCIAS DE DESARROLLO DE LOS SIG.

En general las soluciones propuestas se derivan de los avances de la tecnología computacional. La tecnología de SIG está cambiando. En este sentido sobresalen varias tendencias como son:

- El incorporarse a las líneas de desarrollo otras tecnologías de la información
- Cambio de estrategias en el desarrollo de bases de datos
- Mejoramiento de las interfaces de usuarios
- Facilitar el desarrollo de aplicaciones y bajar sus costos

La primera de estas tendencias puede tener efectos inmediatos en la forma de incorporación de los SIG en las organizaciones, debido a que las aplicaciones espaciales pasarán a formar parte en cierta medida del desarrollo integral de otras tecnologías de la información por ejemplo, el usuario podrá a través de una red intranet, consultar y operar con datos financieros, administrativos y geográficos petroleros en un mismo ambiente computacional.

### 6.3 APLICACIONES DE LOS SIG'S



Aplicaciones de los SIG's

Una de las principales empresas en México que utiliza SIG es el SICORI (Sistema Corporativo de Información Geográfica) de PEMEX y actualmente llevan cabo los siguientes proyectos:

1) Proyecto Integral Cuenca de Burgos y los SIG. Este proyecto tiene como misión ser el instrumento de planeación requerido para diseñar e instrumentar las estrategias que permitan el aprovechamiento óptimo del potencial de producción e incorporación de nuevas reservas de gas en la Cuenca de Burgos; ello mediante la continua identificación, evaluación y jerarquización de distintas opciones de inversión, generadas por la instrumentación del trabajo en equipo y la aplicación continua de tecnología de vanguardia. Los sistemas de información geográfica son herramientas adecuadas para apoyar este tipo de proyectos en

estas etapas como son: caracterización, evaluación y análisis para exploración y explotación.

**Caracterización de zonas de exploración de gas.** En los SIG's es posible procesar y almacenar información proveniente del trabajo de campo y de otras fuentes documentales y técnicas. A nivel internacional han sido ampliamente utilizados para sistematizar los datos que caracterizan a las regiones, para posteriormente generar reportes, mapas, planos y gráficos que permitan a los especialistas realizar análisis y evaluaciones técnicas.

**Evaluación y análisis para exploración.** La cuenca de Burgos tiene la mayor producción y potencial de gas natural, no asociado a la República Mexicana, con aproximadamente 181 campos productores. Para mejorar la productividad de los pozos es necesario efectuar tratamientos de fracturamiento hidráulico y explotar simultáneamente las arenas en los pozos productores. En la estructura de costos de este tipo de yacimientos adquiere importancia creciente diversos servicios que incorporan tecnología moderna a la explotación y producción de gas. Para estos propósitos es posible apoyarse en los SIG's para realizar estudios comparativos y de tendencia, en lo que se refiere al potencial de la Cuenca y al comportamiento de los niveles de producción. En resumen los SIG pueden ser aprovechados para realizar tareas que incluyen desde estudios técnicos de los yacimientos, apoyo para trabajos exploratorios y de perforación hasta la generación de escenarios para propósitos de planeación a largo plazo.

La más importante cuenca de gas natural no asociada al petróleo se encuentra en la región de Burgos, localizada en la franja fronteriza entre las ciudades de Matamoros y Nuevo Laredo. Colinda con el Golfo de México y con la Cuenca de Río Grande, en el sur del estado de Texas, una de las más prolíferas de Estados Unidos. Burgos y Río Grande forman parte de la misma cuenca geológica y comparten las mismas formaciones productoras.

Para aprovechar el potencial gasífero de la Cuenca de Burgos, PEMEX ha diseñado y puesto en práctica un plan de desarrollo a quince años, el plan está concebido en dos etapas: una de corto plazo, que abarca los años 1997 y 1998 en la que se busca eliminar cuellos de botella en la infraestructura de superficie, mejorar el conocimiento de los campos, disminuir el riesgo exploratorio, así como acelerar el crecimiento de la producción. La meta de producción del año 2001 es de 1 400 millones de pies cúbicos diarios.

2) El proyecto Crudo Ligero Marino comprende el estudio de la provincia petrolera que abarca parte de las regiones Sur y Marina Suroeste, situadas en el golfo de Campeche frente a las costas de Tabasco. Los yacimientos hasta ahora encontrados, han despertado gran interés por las características de sus crudos, pues ofrecen una alta relación gas/aceite, lo cual los distingue del resto de los campos en la misma región. La calidad de estos hidrocarburos mejorará substancialmente.

El manejo de los datos en un sistema que permita correlacionarlos y analizarlos es precisamente lo que ofrece la tecnología de los SIG. El SICORI permite interrelacionar distintos tipos de datos como: activos petroleros, localizaciones y eventos. La tecnología utilizada incluye Sistemas de Posicionamiento global (GPS), fotogrametría digital, procesamiento digital de imágenes de satélite, manejo electrónico de documentos, internet, entre otros.

### *Principales aplicaciones en la industria petrolera internacional*

En la industria petrolera a nivel internacional se encuentra una amplia gama de aplicaciones de los SIG y de la cartografía digital, a continuación algunos ejemplos:

Inventario de datos de válvulas

Análisis de sismicidad

Estudios de mercado de petróleo o gas

Inventario y mantenimiento de segmentos de ductos

Estudios de prospección (cuencas, formaciones geológicas)

Sistemas de datos de producción (localización de pozos)

Inventario de datos de clientes y proveedores

Inventario de polígonos de áreas de exploración, campos petroleros y pozos

Inventario de datos de formaciones geológicas: perforaciones y profundidades

Seguridad industrial

➤ Respuestas a emergencias

Entre los mayores beneficios para una Institución u Organismo de contar con SIG son los siguientes:

➤ Ahorro de tiempo en la toma de decisiones

➤ Mejora de los costos económicos

➤ Mayor eficiencia en las operaciones

➤ Mejoras en rehabilitación y mantenimiento de ductos y las inversiones de capital

➤ Incremento en la coordinación del trabajo y el intercambio de datos

➤ Disminuye los costos para la prevención del medio ambiente y la seguridad industrial

En síntesis la aplicación de los SIG y la cartografía digital son indispensables en la industria petrolera internacional.

La biodiversidad y los SIG.

Los SIG son una herramienta muy útil en las investigaciones de las ciencias naturales. En el estudio de la biodiversidad; por ejemplo, permiten representar cartográficamente la distribución y la abundancia de las especies, tanto a nivel regional como nacional, lo que contribuye al conocimiento de las diferentes zonas biogeográficas y de las regiones con alta biodiversidad o con endemismos. Mediante los SIG se puede evaluar de una manera geográfica la información y el conocimiento acerca de la biodiversidad con que cuenta nuestro país.

El mapeo de la biodiversidad facilita el reconocimiento de las regiones donde es prioritario establecer un programa de conservación, apoya a las investigaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales y los estudios sobre aquellas regiones donde la formación biológica es escasa. Al presentar en un mapa de México la distribución de los diferentes grupos taxonómicos es evidente que existen regiones prácticamente inexploradas de las que a información biológica se refiere.

Otro ejemplo de la utilidad de los SIG para resolver problemas ambientales es el caso de la deforestación. En los estudios de reforestación los SIG pueden ayudar a generar mapas que muestren la pérdida de masa forestal, describan la tasa de deforestación actual y puedan predecir los escenarios donde la deforestación puede llegar a ser mayor o menor que la tasa actual. Esto permitirá desarrollar hipótesis acerca de la pérdida de la biodiversidad según diferentes tasas de deforestación. Este aspecto tiene una importancia fundamental, ya que permite presentar argumentos que ayuden en la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de los recursos naturales por parte del sector gubernamental y privado.

Los SIG también pueden desempeñar una tarea importante en la creación y evaluación del Sistema de Áreas Naturales Protegidas y de las Áreas Prioritarias para la conservación, pues facilitan el análisis de estas áreas desde un punto de vista multitemático. Es decir, permiten combinar diversos temas como la vegetación potencial de las áreas, los tipos de suelo y su uso actual, las características urbanas o rurales, la distribución y



abundancia de las especies, etc. De esta manera se pueden establecer los límites de dichas áreas; así como sugerir su ordenamiento ecológico y aconsejar la forma adecuada de su explotación.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) cuenta con dos SIG. uno de ellos llamado Arc/Info, puede operarse en computadoras personales (PC) y el otro sistema es Intergraph, que se desarrolla únicamente en las estaciones de trabajo. Ambos sistemas se utilizan para el análisis geográfico de mapas y de sus atributos como puntos, líneas o polígonos que señalen; por ejemplo, los puntos de colectas, líneas de ríos y carreteras, polígonos de áreas prioritarias para la conservación, etc.

En la Subdirección de Sistemas de Información Geográfica de la CONABIO se está trabajando actualmente en la revisión de los proyectos que comprendan la cartografía digital, editada por computadoras. Sin embargo conviene reducir el número de pasos de ésta actividad, por lo que se prepara la personalización de los Sistemas con sus respectivos lenguajes de programación, lo que permitirá escoger la información que se necesite.

La personalización del Sistema consiste en agrupar una serie de instrucciones en un programa que al ejecutarlo reducirá, tanto el tiempo como el proceso, que se emplea para estas tareas. Por ejemplo, con el sistema Arc/info el lenguaje de programación sería Arc Macro Lenguaje (AML) con el que se puede optimizar de manera general el desempeño de todo el procedimiento. Entre los trabajos específicos que se realizan se cuentan los análisis

medio físico (por ejemplo climas y modelos digitales del terreno) y del medio biológico (por ejemplo la distribución de diferentes especies). Por otra parte, en colaboración con el Instituto de Geografía se analizan las imágenes de satélite para el conocimiento de la vegetación en el territorio nacional.

### electoral para la ciudad de Ensenada

Es un proyecto entre el Instituto Federal Electoral (IFE) vocalía Ensenada y el centro de Cómputo Universitario de Ensenada.

En México, en los últimos años, los procesos electorales han tomado una gran importancia y son el foco de atención nacional. El manejo y análisis de la información electoral siempre ha sido una necesidad por parte de los organismos encargados de ella, sin embargo, el uso de la tecnología de SIG no ha sido aprovechado completamente para este fin. Siguiendo con la línea implantada en el proyecto del Sistema de Información Geográfico Electoral para la Cd. de Mexicali, desarrollado por el Centro de Cómputo Universitario, se planteó uno similar para la ciudad de Ensenada, en el cual se analice la viabilidad de integrar la información con que actualmente cuenta el Instituto Electoral, en una base de datos geográfica que facilite los análisis que se llevan a cabo actualmente y que permita el desarrollo de otros más complejos.

Objetivo:

Desarrollar un sistema de información geográfica que facilite la aplicación de procedimientos en el manejo de la información electoral. Sus metas:

- Creación del mapa electoral digital
- Establecer una estrategia que permita relacionar digitalmente las manzanas con su entorno geográfico
- Mapa digital de Ensenada con la información del padrón electoral asociado
- Mapa digital de la cartografía electoral de Ensenada con los resultados electorales asociado
- Esquemas de conectividad que permita la funcionalidad del sistema

*SIG de contaminación de la Bahía de Todos los Santos.*

Proyecto conjunto entre el Instituto de Investigaciones Oceanológicas, la Facultad de Ciencias Marinas y el Centro de Cómputo Universitario.

Antecedentes: la Bahía de Todos los Santos se encuentra localizada a 129 km. al sur de la frontera México EEUU. en donde se ubica la ciudad de Ensenada, Baja California. En el medio marino costero de esta región se han llevado a cabo varios estudios recientes a las modificaciones ambientales introducidas por el hombre, de manera que, actualmente, existen cúmulos importantes de información que requiere ser organizada y sistematizada para así

umentar su utilidad en términos de la toma de decisiones aplicada al uso de los recursos  
teros.

**Objetivo:**

Construir un sistema de información geográfica de la Bahía de Todos los Santos, que  
a de base al desarrollo de investigaciones y toma de decisiones en materia de calidad  
oriental.

**Metas**

Diseño del esquema de base de datos geográfica

Implementación de la base de datos

Aplicaciones que accesen la base de datos para consulta y actualización de la  
información

Análisis que se aplicarán a los datos para generar productos finales en forma de mapas  
de línea o impresos

**Estado actual del proyecto:**

Se ha elaborado el mapa base de la zona de estudio, así como los mapas de  
contaminación orgánica, de descargas residuales, de transparencia del agua y los patrones de  
fuentes costeras y litorales. Se diseñó la parte de la base de datos correspondiente a la

contaminación orgánica. En proceso está la creación de las aplicaciones que accesen la base de datos para consulta y presentación de la información en mapas.

Índices de peligro y modelos de simulación en el sig para la prevención y control de incendios forestales.

Proyecto de conjunto entre el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, la Facultad de Ciencias de Baja California y el Centro de Cómputo Universitario en desarrollo con recursos de CONACYT.

Antecedentes:

El estado de Baja California posee una cubierta vegetal compuesta de matorral costero, chaparral, bosque de pino y matorral desértico. Dentro de estas comunidades vegetales se registran año con año un gran número de incendios forestales producto de la coincidencia de tres factores: 1 características de combustibilidad de las especies vegetales que los componen; 2 condiciones climatológicas que prevalecen en el periodo verano-otoño, las cuales son secas y calurosas; y 3. actividades antropogénicas que cambian las condiciones naturales. En 1996 en la entidad se registraron 177 incendios que afectaron 10 500 hectáreas. Por tipo de vegetación el chaparral registró el 60%, el bosque de coníferas 20% y los pastizales 20%.

En el control de estos incendios se eroga una gran parte del presupuesto asignado a dependencias oficiales del subsector forestal, a nivel federal como estatal y al mismo tiempo exige de una gran movilización de personal tanto civil como militar. Aunado a esto, suman las erogaciones por concepto de restauración de áreas afectadas por incendios, las cuales en el estado de Baja California arrojan un total de 4.5 millones de pesos, en los últimos tres años. Sin embargo a pesar de estos esfuerzos el éxito se ve frustrado por la frecuencia de incendios.

En los últimos dos años se ha enfatizado la búsqueda de mejores herramientas tecnológicas para el manejo de los incendios forestales a través de modelos con los que se elaboran índices de peligro de incendio; adicionalmente, con la incorporación de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica, la predicción del comportamiento detallado de un incendio se transforma en una herramienta altamente efectiva, puesto que permite en tiempo y espacio realizar simulaciones en los más variados escenarios.

**Objetivo:**

Obtener una herramienta tecnológica para fundamentar un sistema de prevención y control de incendios forestales en el estado de Baja California.

**Metas:**

Generar una base de datos con las características y propiedades de los materiales combustibles existentes en los principales tipos de vegetación del estado, así como sus componentes físicos asociados.

Evaluar y diseñar programas de cómputo para la obtención de índices de peligro de incendio, a escala estatal.

Evaluar y seleccionar técnicas y métodos para obtención de mapas de cobertura estatal, georreferenciados con los índices de peligro de incendio.

Evaluar y diseñar modelos de simulación de incendios utilizando tecnología SIG.

Validar y calibrar los modelos de simulación de incendios en eventos reales.

La finalidad de este estudio establece los lineamientos técnicos para la fundamentación de un sistema de prevención y control de incendios a nivel estatal.

### **El Mapa Digital de Andalucía 1:10.000 del Instituto de Cartografía de Andalucía**

En 1999 el Instituto de Cartografía de Andalucía (ICA) comenzó con el tratamiento digital de sus mapas topográficos de Andalucía a escala 1:10 000. Denominado Mapa Digital de Andalucía 1:10.000.

#### **Introducción**

El Instituto de Cartografía de Andalucía está adaptándose a las nuevas tecnologías que ya demandan información digital del territorio andaluz. El tratamiento digital de los datos cubre en esencia la diferencia existente entre las especificaciones de un mapa, concebido y orientado para ser leído por el ojo humano, y las del entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), creado para ser analizado por un sistema informático.

Después de estudios previos encaminados a establecer el adecuado procedimiento a seguir y a redactar los pliegos de condiciones técnicas que constituyen el conjunto de

temas, precisiones y modelo de datos a utilizar, se tomó la decisión principal de adoptar el formato de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para garantizar una correcta topología dentro de la misma cobertura y a la posibilidad de realizar análisis espaciales.

El procedimiento elegido parte del programa y formato ARC/INFO dada su flexibilidad de exportación a otros formatos, como el CAD, su gran potencial para manejar grandes bases de datos y su aceptación en el mercado.

El modelo de la base de datos a desarrollar: debe estar abierta a distintas consideraciones que sin poderse prever en la fase inicial, si pudieran ocurrir en otro momento (expansión de la codificación, adecuación a otras bases de datos cartográficas).

Por último, en el proceso de producción de una cartografía determinada se pasa por un balance entre costo-beneficio, ya que la producción cartográfica es un proceso largo, laborioso, complejo y sobre todo costoso. De hecho, uno de los factores que encarecen el producto es la búsqueda y corrección de errores y deficiencias, por lo que un adecuado proceso de digitalización y tratamiento de datos puede ahorrar mucho tiempo y dinero.

## **Fase inicial**

### **Definición del Modelo de Datos y escaneado de mapas**

El objeto de la definición de un modelo de datos es registrar la geometría de los elementos topográficos siguiendo una codificación única. En general, el modelo de datos se divide en once temas que siguen la distribución mostrada en el siguiente cuadro.



MODELO DE DATOS 1:10 000

TEMA 1	VÍAS DE COMUNICACION
1.1	CARRETERAS
1.2	CAMINOS
1.3	FERROCARRILES
1.4	CALLES
1.5	OTROS ELEMENTOS LINEALES
1.6	OTROS ELEMENTOS SUPERFICIALES
TEMA 2	HIDROLOGIA SUPERFICIAL
2.1	RED HIDROGRAFICA
2.2	SUPERFICIES DE AGUA
TEMA 3	EDIFICACIONES
3.1	EDIFICIOS
3.2	EDIFICIOS SINGULARES
3.3	MANZANAS
3.4	OTROS POLIGONOS DE EDIFICACIONES
3.5	OTRAS LINEAS DE EDIFICACION
TEMA 4	INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
4.1	CONDUCCIONES Y OTROS ELEMENTOS LINEALES
4.2	EMBALSES
4.3	ELEMENTOS PUNTUALES
TEMA 5	INFRAESTRUCTURA ENERGETICA
5.1	RED ELECTRICA (PRENDIDO ELECTRICO)
5.2	RED ELECTRICA (OTROS ELEMENTOS)
5.3	COMBUSTIBLES (RECAMBIOS)
5.4	COMBUSTIBLES (DEPOSITOS)
TEMA 6	INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES
6.1	ANTENAS DE COMUNICACIONES
TEMA 7	RELIEVE
7.1	VERTICES
7.2	CURVAS DE NIVEL
7.3	LATITUDES
TEMA 8	DIVISION ADMINISTRATIVA
8.1	LIMITES ADMINISTRATIVOS
8.2	MUNICIPIOS
TEMA 9	VEGETACION
9.1	MASAS ARBOREAS
9.2	JARDINES
TEMA 10	DIVISION DE HOJAS TOPOGRAFICAS
10.1	HOJAS TOPOGRAFICAS 1:10 000
TEMA 11	TOPONIMIA
11.1	TOPONIMIA GENERAL

A su vez, cada tema abarca una serie de coberturas más específicas hasta llegar a completar toda la información del Mapa Topográfico de Andalucía a escala 1:10 000.

Además, se ha previsto la adaptación de este modelo SIG al modelo CAD de cartografía urbana que igualmente tiene el Instituto de Cartografía de Andalucía.

Los modelos de datos SIG y CAD vienen acompañados de un tema de fondos rasters imágenes de satélite y aéreas, además de los correspondientes Mapas Topográficos de Andalucía 1:10 000 escaneados. El desglose de este tema es el siguiente:

El proceso previo a la adquisición de la información del Mapa Topográfico de Andalucía ha sido el escaneado y posterior georreferenciación de cada uno de los mapas que forman la representación de la comunidad Autónoma de Andalucía. Con ello además se ha conseguido tener un primer control geométrico de esta serie. El resultado ha sido la obtención de una cartografía continua de todo el territorio sobre el huso 30 de la proyección UTM (Universal Transversal de Mercator), evaluándose un error máximo de 3 metros entre las copias de hojas consecutivas.

### **Proceso de digitalización:**

Durante el proceso de digitalización se siguen una serie de normas técnicas. Las más importantes son:

La geometría de cada elemento es única, aunque puede disgregarse en componentes más simples, es decir, un polígono puede estar ubicado en dos coberturas: una de ellas corresponde a un polígono y en la otra esta representada por su contorno como elemento lineal.

2. La continuidad topológica debe quedar asegurada para cada capa o cobertura que integran dicho modelo.

En una primera fase la vectorización se ha centrado en las aglomeraciones urbanas principales (Sevilla, Málaga, Almería (ver figura 19), Jaén (ver figura 18), Córdoba, Huelva, Granada (ver figura 20), Cádiz-Jerez y Algeciras). En esta misma fase se incorporarán las hojas vectorizadas por la Consejería de Medio Ambiente que se centran en los Parques Naturales ubicados en Andalucía.

En la actualidad se está llevando a cabo la segunda fase. Ésta va dirigida a completar el resto del territorio. Esta fase se subdividirá a su vez en Andalucía Oriental y Andalucía Occidental. Los plazos de entrega de la parte oriental acaban en Diciembre del 2000 y los de la parte occidental en el verano del 2002.



Figura 18: Vista de Jaén para la escala 1:10 000.



Figura 19: Generalización de Almería para la escala 1:50 000



Figura 20: Vista de Granada para 1:10 000.

**Fase de supervisión:** revisión y corrección de la información.

Las hojas son verificadas con el empleo de aplicaciones informáticas bajo entorno SIG (ArcView y ARC/INFO) además de la supervisión no automatizada.

La comprobación que se realiza mediante programas, básicamente consiste en:

1. Ejecutar una aplicación que genera un informe en el que se indican los siguientes problemas detectados:

1.1. Validación de topología:

- Topologías encontradas y no definidas en el modelo
- Topologías no encontradas y definidas en el modelo

1.2. Validación de atributos:

- Chequeo del tipo y longitud de los campos
- Comprobación de atributos de denominaciones en blanco
- Comprobación que los atributos están dentro de sus dominios
- Indicación de los dominios no utilizados

1.3. Creación y asignación de la tabla de la simbología. (Necesario para representar las coberturas con la simbología diseñada).

2. Una vez realizado el punto anterior se pasa a realizar las verificaciones:

- Verificar que las coordenadas vienen en metros y el ámbito está correctamente ubicado. Este apartado es especialmente importante en aquellos casos en que el entorno SIG empleado haya sido uno que guarda las coordenadas de los elementos en simple precisión y se haya recurrido a realizar un desplazamiento del ámbito.

Comprobación de que se ha definido la proyección empleada en los mapas base. En caso contrario, deberá establecerse el correspondiente fichero \*.prj como:

Proyección UTM.

Huso 30.

Datum EUR-E.

Elipsoide Internacional de 1924 o 1909, o Hayford (todos son equivalentes).

Se realizará una pequeña comprobación visual para establecer si se encuentra digitalizado todo el ámbito en todas las coberturas apoyándose en el fondo raster de la cartografía. El fin de detectar posibles omisiones o defectos de interpretación de los elementos cartográficos, así como, comprobar la precisión de su captura si ésta ha sido por tableta digitalizadora.

Además según la topología de la cobertura se revisará:

. Coberturas de puntos

. Coberturas de líneas

. Verificar la geometría de la topología lineal

. Comprobar que existe un nodo de intersección en cada cruce de líneas

. Comprobar que no existen intersecciones en el caso de coberturas de líneas que no deben cruzar sus arcos (Ej.: curvas de nivel)

. Cada elemento lineal está representado por una sola primitiva lineal, sin discontinuidades ni cruces consigo misma

. Revisar todas aquellas líneas de longitud inferior a 2 metros

- Se procederá a realizar una comprobación de continuidad de valores de campo mediante la generación de rutas por ese campo y su posterior corrección de errores. Tiene bastante importancia en las coberturas de ríos y Curvas de Nivel.
  
- 1. Coberturas de polígonos
- 2. Comprobar que no existen errores de geometría topológica
- 3. Verificar que no existen arcos sueltos que no cierran polígonos, polígonos abiertos o polígonos isla sin codificar
- 4. Debe de comprobarse que no existen errores de etiquetas, es decir, que no existen polígonos sin etiquetar. Se recomienda verificar primero si existen errores de nodos, y comprobar las etiquetas después
- 5. Los elementos perimetales están representados por una sola primitiva cerrada
- 6. La superficie mínima representada es de 5 m<sup>2</sup>. Conviene realizar una consulta a la tabla de atributos seleccionando todos aquellos elementos que posean una superficie menor y eliminar o unir a un elemento de entidad mayor
  
- Siempre que la cobertura proceda de datos de ARCVIEW, deben de confirmarse la correcta topología de polígonos creando primero regiones y pasando posteriormente éstas a polígonos. De esta forma, los campos asociados a las regiones pueden ayudar a corregir la cobertura

### **Modelo Digital de Elevaciones**

Cada vez que se genera un Modelo Digital de Elevaciones con celda de 10 metros, este se realiza a partir de las capas de Hidrografía y Relieve.

El algoritmo de interpolación empleado es TOPOGRID, incluido en ARC/INFO. Es un método de interpolación diseñado específicamente para la creación de modelos digitales

El terreno hidrológicamente correcto desde coberturas con pocos, pero muy seleccionados puntos de elevación y direcciones. El algoritmo de forzar el drenaje, limpia las depresiones esperadas modificando el Modelo Digital de Elevaciones al incluir una salida de drenaje punto más bajo del área de drenaje. Por supuesto, las depresiones incluidas y reconocidas se alteran. TOPOGRID emplea además un método de interpolación de multiresolución, comienza con un Grid de baja resolución y continúa hasta la resolución predefinida por el usuario. Para cada resolución las condiciones de drenaje se imponen, se realiza la interpolación.

Este Modelo Digital de Elevaciones se guardará en formato GRID de ARC/INFO y un archivo ASCII de cotas Z para su importación a cualquier programa.

Por último, y para completar el apartado altimétrico, se generará un sombreado del modelo desarrollado. El GRID resultante será exportado a formato TIFF en escala de grises sin compresión. Además, se reducirá su resolución de 10 metros a 5 metros y se le pasará un filtro de desenfoque Gaussiano. Estos últimos pasos pueden realizarse dentro de cualquier editor raster tipo Adobe Photoshop o Corel Photo Paint. Este sombreado se incluirá en el tema de Fondos Raster.

### **Fase de almacenaje**

En esta fase y previo al almacenaje de la información, se comprobarán los casos de solapamientos entre los distintos temas. Así, se procederá a unir los nodos de elementos lineales adyacentes, los polígonos adyacentes, los arcos adyacentes y los polígonos adyacentes. Los arcos adyacentes, se unirán en un único elemento los polígonos partidos y el proceso de almacenamiento de la información hará uso del Módulo Librarian del programa ARC/INFO. Este módulo está especialmente diseñado para tratar con grandes volúmenes de datos facilitando la consulta a dicho elementos a través de unidades de almacenamiento.



**Fase de distribución pública y uso:**

En la actualidad el proyecto se encuentra en la fase de verificación de las aglomeraciones urbanas.

El potencial de esta información es ilimitado. El usuario potencial de este producto se encuentra principalmente en las Áreas de planificación urbanística, infraestructura de transportes, comunicación, infraestructura hidráulica, estudios comerciales, localización de comercios, simulaciones 3D.

## CONCLUSIONES

Hoy en día es fundamental para cualquier estudiante de geografía conocer el funcionamiento de los Sistemas de Información Geográfica ya que éstos deben ser la herramienta que permita mostrar los diversos fenómenos naturales y sociales, así como, sus interrelaciones en un mapa, por lo que, conocer de forma detallada cómo se realiza la elaboración de un mapa en un SIG cobra cada vez mayor importancia.

Es importante destacar que un SIG no únicamente sirve para elaborar mapas, sino que también apoya en la toma de decisiones a los altos funcionarios.

Los SIG tienen sus orígenes en Canadá, fueron tales sus logros que varios países y algunas empresas diseñaron sus propios SIG y herramientas alternas que se pueden utilizar en combinación con otros programas. El desarrollo de los SIG a través de la historia han estado sujetos al desarrollo de la tecnología, en especial en el área de informática. Otro factor que influye en el desarrollo de los SIG es el abaratamiento de los equipos e insumos de cómputo, esto ha permitido que instituciones gubernamentales y privadas tengan acceso a esta tecnología.

Es importante que el usuario o manejador del SIG tenga nociones sobre las variables visuales, esto con la finalidad de facilitar su interpretación y darle un balance a la carta, plano o mapa de acuerdo con los objetivos o finalidades del usuario.

La cartografía tradicional (bi-dimensional) que caracterizó a las tecnologías anteriores para producir mapas está siendo sustituida por una cartografía digital, por ello es de suma importancia que los geógrafos conozcan las nuevas técnicas.

Con los SIG se aprecian rasgos, características, relaciones y tendencias sobre pantallas de computadoras o mapas SIG impresos, estos cambian dinámicamente en la medida en que los datos alfa numéricos son actualizados, es por ello que los SIG reflejan el mundo como realmente es.

Los SIG nos proveen de las herramientas necesarias para analizar modelos, localizar eventos, medir cuan distantes están dichos eventos, encontrar la mejor forma de llegar a un destino y definir cómo los problemas se relacionan con otros eventos.

Los SIG son una importante herramienta para poder comprender y preservar nuestro medio ambiente, ya que puede ser utilizado para controlar la contaminación, incendios, proteger especies en peligro e identificar y comprender los hábitats de animales. Algunas

industrias privadas y agencias gubernamentales hacen uso de las herramientas de los SIG para aprovechar los recursos naturales con mayor prudencia y habilidad.

Es importante destacar que en la Universidad Nacional Autónoma de México y más específicamente en la Licenciatura de Geografía no se están aplicando estas herramientas lo que está generando rezago en la formación de la población estudiantil. Por lo que es importante hacer un llamado a nuestras autoridades para que enfoquen la educación hacia los Sistemas de Información Geográfica que es la tendencia de desarrollo a nivel mundial.

Existen dos problemas principales que frenan el desarrollo de los SIG en México, por un lado, la falta de recursos humanos que entiendan el nivel conceptual de esta tecnología y que puedan aplicar en la resolución de problemas de nuestro entorno; y por otro lado, la falta de personal capacitado en la utilización de las diversas herramientas que permiten llevar a cabo las tareas de integración de la información tabular con la información espacial.

El geógrafo tiene un significativo papel por su función de ayuda, toda vez que posee una especial y larga experiencia en crear, manejar y suplir información espacial; conoce también en detalle las necesidades y actitudes de los usuarios, tanto del gobierno como del sector privado, considera con reserva las soluciones y conoce el valor práctico de

s problemas específicos que se presentan. Estas habilidades lo conducen a combinar el sentido visionario de los investigadores, con la utilización racional de los recursos.

La importancia de tener un cubrimiento cartográfico en forma digital, con un sistema único de coordenadas, de referencias o unidades espaciales y actualizada permite tener una base digital que responderá a los requerimientos del país. Independientemente de la información que se requiera ésta se podrá integrar a cualquier rasgo como puede ser la red subterránea de drenaje, los ejes viales y viaductos, los límites de regiones de planificación, los límites de los terrenos sujetos a inundación, entre otros.

Aunque la obtención de este tipo de información es costosa, no hay en realidad otra alternativa para el estado o para las instituciones privadas por lo que tendrán que digitalizar un mapa base a la escala más grande que sea posible. Si esta tarea no se realiza con un buen control de calidad y probablemente con la ayuda financiera de una oficina gubernamental, se puede obtener como resultado un sistema de retazos, separados y con seguridad incompatibles, que la computadora rechazará cada vez que se intente combinar o relacionar información de uno con otro.

El manejo de información más recomendable en el futuro será en formato digital independientemente del sistema que se utilice.

Hoy en día con la explotación de imágenes de satélite con una mayor resolución, el uso de videos con fines geográficos y el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) están convirtiendo a la cartografía en una herramienta con un alto grado de precisión la cual varía desde milímetros para el posicionamiento relativo hasta algunos cientos de metros para la absoluta, lo que le permite una amplia variedad de mediciones especiales de acuerdo con las necesidades del usuario.

Los SIG están siendo desarrollados y perfeccionados casi a diario. Afortunadamente, la interface entre ambos es integral, requiriendo el mínimo desarrollo de Software, por lo que se puede esperar que el posicionamiento GPS se transformará en referencia fundamental para los requerimientos de las aplicaciones SIG de alta y baja precisión.

### A

**AM. Automated Mapping.** Sistemas de cartografía automatizada para el mantenimiento de planos sin posibilidad de utilizar funciones de gestión de la información.

**Aplicación.** Programa informático que proporciona servicios de alto nivel al usuario, generalmente utilizando otros programas más básicos que se sitúan por debajo.

**ASCII. American Standard Code for Information Interchange.** Código estándar americano para intercambio de la información. Esquema normalizado de codificación de caracteres introducido en 1.963 y muy utilizado en muchas máquinas. Sistema de codificación de caracteres alfanuméricos en 7 bits para la operación interna del computador y su comunicación con los periféricos. Este sistema, promovido por el ANSI (American National Standard Institute), es ampliamente utilizado por ordenadores personales, estaciones de trabajo y miniordenadores.

**Atributo 1.** Característica de los elementos de un mapa, que suele almacenarse en forma tabular

**2.** Información descriptiva de una elemento (punto, línea o área). **3.** El atributo comúnmente describe una entidad en un modelo de datos relacional, equivalente a una columna en una tabla y almacenada en una base de datos. **4.** (TABLA DE ATRIBUTOS). La tabla de atributos (Feature Attribute Table) es aquella que contiene los atributos primarios de los elementos. Los atributos adicionales se pueden unir a esta tabla o se puede almacenar en tablas independientes relacionadas con la primera (Ver FEATURE ATTRIBUTE TABLE). **5.** Característica de una entidad seleccionada para su representación. Generalmente se distingue entre dos tipos de atributos de mapa: atributos gráficos y atributos no gráficos. Los Atributos Gráficos son aquellos que describen la localización de los objetos de un mapa en términos de Punto, Línea y Área, así como sus relaciones topológicas (continuidad y conectividad). Los Atributos no-gráficos describen, cualitativa o cuantitativamente, las características de los elementos del mapa; por ejemplo su nombre, tipo, valor, tamaño, etc.

**Atributo de fichero.** Clasificación de acceso a archivos que permite leer o buscar un fichero. Los atributos comunes son leer/escribir, sólo lectura, archivo y oculto. || Característica de un fichero normalizada. Los atributos se clasifican en grupos de atributos. (Los ficheros de sistema de ficheros reales también tienen atributos, pero no están normalizados).

### B

**Base de datos. Data base.** Conjunto de datos no redundantes, almacenados en un soporte informático, organizados de forma independiente de su utilización y accesibles simultáneamente por distintos usuarios y aplicaciones. La diferencia de una BD respecto a otro sistema de almacenamiento de datos es que estos se almacenan en la BD de forma que cumplen tres requisitos básicos: no redundancia, independencia y concurrencia.

**Bit. Binary Digit.** Dígito binario. Unidad mínima de información con la que trabajan los ordenadores. Es un dígito del sistema binario que puede tener el valor 0 o 1.

**Bitmap. Mapa de bits.** Técnica de representación gráfica en los entornos Windows y OS/2 en la pantalla de un ordenador de tal manera que cada píxel (elemento mínimo de imagen) de la imagen representada corresponda a uno o más bits en la memoria del procesador. En una presentación monocromática, el número que corresponde a cada píxel determina el número de niveles con soporte de la escala de grises. Si hay un bit por píxel, la imagen será estrictamente, blanca y negra, sin sombras de gris. En una representación visual del color, el número de bits por píxel determina el número de colores que pueden representarse. La resolución de un gráfico (número de filas por el número de columnas) define la cantidad de puntos (píxeles) que componen la figura.

**Buffer.** Segmento reservado de memoria que se usa para almacenar datos mientras se procesan  
Conjunto de registros conectados en paralelo que actúan como memoria intermedia para

almacenar datos temporalmente para compensar y adaptar diferencias de velocidad entre emisor y receptor.

**Bus.** Conjunto de líneas que transportan información binaria entre la UCP, la memoria principal y la unidad de entrada/salida. Facilitan la transmisión de datos entre dispositivos situados en dos puntos terminales, pudiendo, únicamente, transmitir uno de ellos en un momento dado.

**C**

**CAD.** Computer Aided Design. Diseño asistido por ordenador. Uso del ordenador para el diseño de productos. Los sistemas CAD son estaciones de trabajo de alta velocidad u ordenadores personales que usan software CAD y dispositivos de entrada como tarjetas gráficas, escáner, etc. La salida de un CAD es un diseño impreso o una entrada electrónica a sistemas CAM. || Conexión AutoDeslizante.

**Carácter.** Letra, número o símbolo que resulta del hecho de efectuar una pulsación.

**Chip.** Oblea de silicio que contiene un circuito integrado. Es la unidad física que contiene todos los elementos fundamentales del ordenador. Contiene desde unas pocas decenas hasta varios millones de componentes electrónicos (transistores, resistencias, etc.).

**Cliente/Servidor.** Arquitectura de sistemas de información en la que los procesos de una aplicación se dividen en componentes que se pueden ejecutar en máquinas diferentes. Modo de funcionamiento de una aplicación en la que se diferencian dos tipos de procesos y su soporte se asigna a plataformas diferentes.

**Código binario.** Código en el que los elementos se representan solamente por los valores '1' y '0' Es el código empleado principalmente dentro de los circuitos de los equipos físicos.

**Contraste.** Grado de diferencia entre los colores más luminosos y los más oscuros. A mayor diferencia, mayor contraste.

**Control de Calidad.** Conjunto de actividades destinadas a comprobar que el proyecto se ha desarrollado de acuerdo con la metodología y estándares establecidos, así como a garantizar que cumple con los requisitos especificados.

**Conversión de datos.** Conjunto de actividades, manuales o automatizadas destinado a la carga de todos los datos existentes que maneja una nueva aplicación.

**Copia de seguridad.** Backup. Replicación periódica y almacenamiento externo (usualmente en discos y/o cintas) de datos y programas en previsión de posibles contingencias. Reproducción de los datos actuales guardados en un soporte informático, para tenerlos disponibles en caso de que un desastre del sistema impida recuperar los datos con los que se está trabajando.

**CPU.** Central Processing Unit. Unidad Central de Proceso. Parte principal del ordenador que incluye la unidad aritmético-lógica (ALU) y la unidad de control (UC).

**D**

**Digitalizador.** Dispositivo destinado a la digitalización. Los dos principales digitalizadores son la TABLETA DIGITALIZADORA y el Scanner. La tableta consiste en una superficie (tablero) y un cursor, que permite la entrada de coordenadas para localizar los elementos de un mapa. El Escáner es un dispositivo que traduce un mapa a formato digital.

**Digitalización.** Cualquier conversión de un documento que se encuentra en formato analógico a un formato de tipo numérico (digital).

**Digitalización de redes.** Tecnología del cableado de una red informática que permite la transmisión de datos, voz, imágenes, etc.

**Dimensión.** Variable de la Base de Datos multidimensional, sobre la que se centra la consulta. Pueden ser continuas, en cuyo caso se divide el dominio en intervalos, o discretas.

**Directorio.** Guía en forma de lista ordenada bajo diferentes conceptos que contiene la información necesaria para la localización de los diferentes registros guardados en una unidad de



almacenamiento. Fichero que contiene la dirección de otros ficheros, usado con fines de organización de ficheros.

**Disco duro.** Principal medio de almacenamiento de los ordenadores que tienen discos rígidos con una superficie de grabación magnética.

**Disco magnético.** Soporte de almacenamiento en forma de placa circular revestida una de las caras, o ambas, por una película magnética. Los datos se graban en pistas concéntricas en la película.

**Documento.** Toda información fijada materialmente sobre un soporte y que puede ser utilizada para consulta, estudio o trabajo.

**DOS. Disk Operating System.** Sistema Operativo basado en Discos. Sistema operativo monousuario y monotarea (actualmente) para ordenadores personales IBM y compatibles.

**Dpi. Dots per inch.** Puntos por pulgada. Medida del nivel de resolución de una pantalla, una impresora, etc.

### E

**Entorno.** Conjunto de la configuración hardware y software de un sistema.

**Entornos de programación.** Grupos de programas que facilitan el desarrollo y la ejecución de programas. En Inteligencia Artificial no encuentran paralelismo con ningún otro lenguaje de programación en IA.

**Escáner.** Unidad de intercambio de información de entrada que digitaliza una imagen para su introducción en el ordenador.

### F

**Feature- (ELEMENTO).** 1. Cada uno de los objetos de una base de datos espaciales de los cuales es posible distinguir sus características. 2. Elemento gráfico que representa un elemento de mapa (línea, punto o área).

**Feature Attribute Table (FAT)- (TABLA DE ATRIBUTOS DE LOS ELEMENTOS).** El término FAT define genéricamente aquellas tablas que contienen los atributos primarios de los elementos. Estas tablas contienen un número de datos espaciales que se asocian con una clase de elementos y contienen una información básica para cada elemento. Cada tabla se asocia con un sólo tipo de elemento, y soportan las operaciones fundamentales de los GIS (organización y manejo descriptivo de los elementos, generación de datos estadísticos, operaciones aritméticas, modelización, análisis, relaciones, etc.).

**Fichero.** Archivo que contiene un conjunto de registros de datos que se refieren a un mismo asunto.

**Formato vectorial.** Los gráficos vectoriales guardan las instrucciones en forma matemática que al representarse permiten regenerar la figura.

### G

**Gama de colores.** Rango de colores que puede ser percibido por el ojo humano y reproducido por medios artificiales, por ejemplo, impresoras, monitores...

**Georeferenciación.** Sistema de coordenadas con el cual puede identificarse la localización de un punto sobre la superficie de la Tierra.

**Gestión de Sistemas.** Todas las acciones y procedimientos para conseguir la actividad de servicios de soporte de negocio para poder disponer de los servicios de los sistemas de información. Los servicios de sistemas de información incluyen el ordenador principal, la aplicación, la red y los servicios de datos.

**GIS- (SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO o SIG).** 1. Un GIS es una aplicación que permite preparar, presentar e interpretar hechos que tienen lugar en la superficie terrestre . 2. Sistema integrado de captura, almacenamiento, manipulación, análisis y visualización de

información relativa a intereses de naturaleza geográfica . 3. GIS es un sistema para la entrada, almacenamiento, representación y recuperación de datos indexados espacialmente Existen dos tipos básicos de GIS: raster y vectorial Conjunto de programas (software), y en ocasiones hardware, que permiten almacenar, modificar y relacionar cualquier tipo de datos relacionados con información espacial.

**GPS (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL).** 1. Método usado en topografía que permite tomar medidas exactas de posición (coordenadas). El GPS hace uso de los satélites para determinar puntos de la superficie terrestre Para calcular cualquier punto de la Tierra, se mide la distancia entre ese punto y tres o más satélites orbitales, y mediante cálculos de triangulación se determinan las coordenadas de su posición. Los satélites GPS envían dos frecuencias portadoras, y para establecer la posición del objeto lo que hace el receptor es desmodular la señal y quedarse sólo con el código C/A (Course, Acquisition) enviado por el satélite. La precisión que obtengamos dependerá de varios factores: La geometría de los satélites en el momento de la observación, la precisión con que se conozcan las coordenadas de los satélites, el estado del reloj del satélite y la precisión con la que se midan los retardos troposférico e ionosférico (ya que la señal atraviesa la ionosfera y la troposfera, sufriendo variaciones en ellas la velocidad de la luz).

**GRID- (MALLA).** 1. Un grid se define como una malla regular de celdas. Cada celda, entidad primaria de un grid, lleva asignado un valor que puede ser nominal, ordinal, ratio o intervalos. En cuanto a su formato, los datos asociados a un grid pueden ser discretos, categóricos o continuos. Cada celda del grid viene definida por un número de fila y un número de columna, así como por unas coordenadas geográficas cartesianas, de manera que la celda inferior izquierda de la matriz tendrá coordenadas (0,0) si no está referenciada, y (X,Y) si el grid está georeferenciado . 2. Estructura de datos compuesta de puntos localizados en los nodos de una malla imaginaria, con espacio constante entre nodos tanto en la vertical como en la dirección horizontal. Se trata de una estructura raster (ver RASTER). 3. En cartografía, conjunto de líneas situadas sobre la superficie terrestre en un plano, y que sirven como referencia.

H

**Histograma.** 1. Función que relaciona los valores de los datos con la frecuencia de su ocurrencia. 2. Representación gráfica de un conjunto de datos que muestra, a lo largo del eje vertical, la frecuencia en que se producen los valores y, a lo largo del eje horizontal, la frecuencia de las mediciones individuales.

I

**Imagen.** 1. Cualquier forma de representación pictórica de los datos no obtenida por medios fotográficos . 2. Representación bidimensional de los datos. Como ejemplos se incluye la fotografía, los datos recogidos por un sensor multiespectral, etc. 3. Representación de un objeto, como resultado de la reflexión o emisión de energía, que es almacenada en medios electrónicos, magnéticos, ópticos o mecánicos.

**Imagen multibanda o multiespectral.** Es una imagen correspondiente a diferentes intervalos de radiación electromagnética. Las imágenes de color son imágenes de tres bandas que se corresponden con los colores primarios (rojo, verde y azul).

**Imagen vectorial.** Gráfico o imagen representada de manera que un trazador o un punto en una pantalla se mueve trayendo el curso de la línea que se va a dibujar.

**Impresora.** Unidad de salida de información que se utiliza para representar en papel la información contenida en el ordenador.

**Índice de refracción.** Razón entre las direcciones de propagación del rayo incidente y el rayo refractado.

**Infrarrojo.** Radiaciones del espectro solar no visibles, situadas más allá del rojo.

## Glosario

---

### L

**Lápiz óptico.** Dispositivo de entrada de datos al ordenador; utiliza su punta fotosensible para el dibujo en una pantalla vectorial a través de menú de pantalla y/o tabletas digitalizadoras.

**LANDSAT.** Serie de satélites de observación (en un principio denominados ERTS). El primero fue lanzado el 23 de julio de 1972 por la NASA. Los tres primeros satélites seguían una órbita heliosíncrona, polar, ligeramente inclinada (99,1 grados), con una altura media orbital de 917 km. Circundaban la Tierra cada 103 minutos, realizando un total de 14 órbitas diarias, regresando sobre una misma zona de la superficie terrestre cada 18 días. Los dos últimos satélites, el LANDSAT-4 y LANDSAT-5, modifican su fisonomía y características orbitales. La altura de vuelo se reduce a 705 km., reduciéndose el período orbital y, con éste, mejorando el ciclo de recubrimiento a 16 días.

**Lenguaje de programación.** Conjunto de símbolos e instrucciones que pueden ser reconocidos y procesados por un ordenador.

### M

**Mainframe.** Ordenador central con gran capacidad de proceso y de almacenamiento. Sistema de proceso orientado a transacciones de base de datos, capaz de dar servicio a cientos o miles de usuarios simultáneamente.

**Mapa.** 1. Representación gráfica de relaciones y formas espaciales. 2. Representación de una parte de la superficie terrestre en un plano. 3. Representación en tamaño menor y en una superficie plana de la totalidad o parte de la superficie esférica del globo. 4. Representación bidimensional de parte o la totalidad de la superficie terrestre, en un sistema de proyección, y con una escala específica.

**Mapa Topográfico.** Representación precisa de la localización, forma, clase y dimensiones de los accidentes de la superficie terrestre, así como de los objetos que se sitúan de forma permanente sobre ella.

**Memoria.** Zonas de un ordenador o periférico donde se almacenan temporalmente los datos y los programas con los cuales se trabaja en un determinado instante.

**Metadatos.** Datos acerca de los datos. Fichero que debe existir en todo Data Warehouse, que incluye todas las características de los datos que se almacenan en él y las transformaciones que sufren del entorno operacional al Data Warehouse: Campos que lo componen, estructura, procedencia, proceso de transformación, acumulación, forma de cálculo, etc.

**Metodología.** Conjunto de métodos que basados en unos mismos principios, se integran en el marco del ciclo de vida de los sistemas. Aplicado a la informática conjunto de métodos, procedimientos y técnicas utilizados para llevar a cabo una planificación y desarrollo eficiente de los sistemas de información.

**Microprocesador.** Es la unidad central contenida en un circuito integrado que, juntamente con la memoria y dispositivos periféricos, componen un microordenador.

**Miniordenador.** Ordenador de gran potencia que se sitúa entre la categoría de las estaciones de trabajo y de los mainframes. En general, suelen estar basados en chips y sistemas operativos no abiertos, aunque UNIX está penetrando con fuerza en este mercado.

**Modelo conceptual de datos.** Diseño previo de una base de datos en el que se realiza la primera aproximación.

**Módem.** Modulador/demodulador. Equipo para la transmisión de datos que convierte señales analógicas en digitales y viceversa. Elemento físico que permite transmitir información entre dos ordenadores mediante una línea telefónica.

**Multimedia.** Sistema capaz de operar con múltiples medios (imagen, vídeo, sonido, etc.) de forma combinada. Como elementos adicionales, debe de incluir un interfaz de usuario interactivo, es

decir, debe funcionar dependiendo de las acciones del usuario y no limitarse a una secuencia fija de instrucciones o acciones. Integración en el ordenador de elementos físicos y lógicos que permiten reproducir y tratar texto, sonido y visualizar vídeos.

**Multiusuario.** Capacidad del sistema operativo para trabajar con dos o más usuarios simultáneamente.

**CGIA.** National Center for Geographic Information and Analysis. Centro nacional para la información y análisis geográfico.

**Nivel de información.** Capas de información en las que son situadas los elementos.

**Objeto.** Entidad independiente que se comunica con otras entidades mediante el envío de mensajes. En un lenguaje orientado a objetos: entidad con estructura de datos privada, con métodos asociados y que se comunica con otras entidades a través de mensajes.

**OLE.** Object Linking and Embedding Enlace e incrustación de objetos. Norma para la compartición de P

**Paquete.** Secuencia de dígitos binarios, incluyendo datos y señales de control, que se transmite y conmuta como un todo

**Password.** Contraseña. Palabra clave que identifica al usuario para proteger y definir el acceso a un equipo y por la que se identifica al usuario.

**PC.** Personal Computer. Ordenador Personal. Ordenador generalmente monousuario y monotarea, que utiliza como CPU un microprocesador. Tradicionalmente asociado a los ordenadores de uso personal o doméstico.

**Periférico.** Dispositivo externo al ordenador que permite la comunicación entre la unidad central y el proceso y el exterior.

**Pixel.** Picture element. Elemento de imagen, elemento gráfico, punto. Unidad elemental utilizada en la representación de imágenes digitalizadas. Uno de los elementos de una matriz que contiene información gráfica. Guarda datos que representan el brillo y, en su caso, el color de una pequeña región de la imagen.

**Plotter o Trazador.** Dispositivo de impresión de alta calidad que genera copias en papel de los gráficos o mapas generados en un ordenador. Ver también PEN PLOTTER y ELECTROSTATIC PLOTTER.

**Plotter de plumillas.** Plotter que usa plumillas para dibujar los elementos de un gráfico o mapa. El movimiento de las plumillas sobre el papel se realiza por la interpretación, por parte del dispositivo, de la información de carácter vectorial que le llega del ordenador.

**Procesador.** Dispositivo compuesto por uno o varios microprocesadores, que procesa los datos conforme a un programa almacenado en memoria.

**Procesador de textos.** Conjunto de programas que permiten la redacción, edición y ó de todo tipo de documentos mediante ordenador.

**Profundidad espectral.** Número de bits asociado a cada pixel en un bitmap.

**Programa.** Conjunto de instrucciones escritas en un lenguaje específico que un ordenador sigue para realizar una tarea concreta.

**Punto.** Objeto representado como un par de coordenadas X, Y, con área y longitud igual a cero. En cartografía un punto puede representar, dependiendo de la escala, diferentes objetos (puentes, pozos, monumentos, etc.).

**Polígono.** 1. Objeto espacial con área y perímetro distinto de cero. En un SIG, el polígono representa un área, con unos límites definidos, que tiene unas características uniformes. 2. Área comprendida entre un conjunto de arcos que definen su límite.

### R

**Raster.** 1. Método de visualización y almacenamiento de datos que hace uso de puntos individuales. Cada uno de esos puntos contiene valores de atributos usados para el procesamiento de la imagen. 2. Área geográfica dividida en celdillas regulares, normalmente cuadradas, cada una de las cuales posee atributos en la base de datos. El SIG raster es el más utilizado para el estudio de imágenes de teledetección. 3. Matriz regular de celdas a un área determinada. 4. Sinónimo de GRID.

**Rasterización.** 1. Proceso de codificación de los datos espaciales cuyo resultado es la incorporación de la información a una estructura raster. 2. Término utilizado en ocasiones para describir el proceso de conversión de datos de una estructura de datos vectorial a una estructura de datos raster.

**Raster - Vector.** Proceso de conversión de imágenes en formato raster a una estructura de datos vectorial.

**RAM. Random Access Memory.** Memoria de Acceso Aleatorio; memoria de acceso directo; memoria viva. Memoria volátil de escritura y lectura, habitualmente utilizada como almacén temporal de datos.

**Red de Área Local (Local Area Network).** Conexión física entre equipos (estaciones, servidores, ordenadores) y periféricos (impresoras, trazadores, gateways, etc.) para la transmisión de la información de bit en serie con la finalidad de compartir recursos con tiempos de acceso muy breves.

**Resolución espacial.** Es el número de píxeles que representa la imagen original.

**Resolución.** Cantidad de información gráfica que puede aparecer en una representación visual. Por regla general, la resolución de un dispositivo de representación en pantalla se indica por el número de líneas que pueden distinguirse visualmente. También se define la resolución de un sistema informático de gráficos por el número de líneas que se pueden representar en pantalla. o, de forma alternativa, por el número de puntos o píxeles (elementos de imagen) que pueden representarse en dirección vertical y horizontal.

**RGB. Red, Green & Blue.** Método codificador estándar para imágenes a color en sistemas de representación digital, con ocho bits de información para cada una nivel de rojo, verde y azul - esto es, 8 ó 256 niveles separados para cada de las tres señales primarias- RGB proporciona 16.777.216 colores en total.

**RLE. Run-Length Encoding.** Formato gráfico, particularmente apropiado para dibujos animados, que codifica el color del primer píxel en una línea y luego registra la longitud (en píxeles) para lo cual este color ocurre, hasta que otro color aparece.

**ROM. Read Only Memory.** Memoria permanente sólo de lectura. Memoria sólo accesible para la lectura de su contenido, no para su modificación.

### S

**Segmento.** Conjunto de individuos que se ajustan a la definición de un perfil determinado.

**ficheros para la gestión y el tratamiento de los mismos.** Por ej: el comando 'salvar' es un servicio que

**Servidor.** Ordenador que ofrece sus prestaciones a varios ordenadores clientes conectados a una red.

**Sistema de información. SI.** Conjunto de elementos físicos, lógicos, de comunicación, datos y personal que, interrelacionados, permiten el almacenamiento, transmisión y proceso de la información.

**Sistema operativo.** Conjunto de programas responsable de la explotación del ordenador, mejorar su nivel de rendimiento y gestionar los recursos del mismo. Conjunto de programas que gestionan y distribuyen los recursos del ordenador.

**Símbolo** Representación gráfica de una entidad geográfica. Hay tres tipos de símbolos: puntos, líneas y símbolos de área.

**Simbolización.** Proceso de asignación de símbolos a los elementos de un mapa para transmitir la jerarquía de los mismos y ayudar a realzar la información contenida en la cartografía.

**SPOT (Satellite Probatoire pour l'Observation de la Terre)- (SPOT).** Satélite desarrollado por el CNES francés, en colaboración con Bélgica y Suecia. El primero se lanzó en 1986, y el segundo fue puesto en órbita en 1990. Cuenta con dos equipos de exploración de empuje denominados HRV (Haute Resolution Visible), que permiten obtener imágenes pancromáticas y en multibanda (verde, rojo e infrarrojo cercano), con una resolución espacial de 10 y 20 m. respectivamente. El área cubierta en cada escena es de 60 Km. de lado, y la resolución radiométrica del pixel es de 8 bits en multibanda y 6 en pancromático. El siguiente cuadro recoge las principales características del sensor HRV-SPOT:

BANDA	AMPLITUD	RESOLUCIÓN
XS1	0,50 - 0,59 $\mu\text{m}$	20 metros
XS2	0,61 - 0,68 $\mu\text{m}$	20 metros
XS3	0,79 - 0,89 $\mu\text{m}$	20 metros
P	0,51 - 0,73 $\mu\text{m}$	20 metros

**SQL. Structured Query Language.** Lenguaje de interrogación normalizado para bases de datos relacionales. El SQL es un lenguaje de alto nivel, no procedural, normalizado que permite la consulta y actualización de los datos de BD relacionales. Se ha convertido en el estándar para acceder a BD relacionales. La primera versión se aprobó como norma ISO en 1987 y la segunda, conocida como SQL2 y vigente actualmente, en 1992. Actualmente se trabaja en la norma SQL3 que soportará bases de datos orientadas a objeto y bases de datos activas. El SQL facilita un lenguaje de definición de datos y un lenguaje de manipulación de datos. Además, incluye un interfaz que permite el acceso y manipulación de la BD a usuarios finales.

**TIFF. Tag Image File Format.** Formato de fichero Tag Image.

**Tóner.** Polvo de tinta utilizado por las impresoras electrostáticas y láser.

**Topología- 1.** Relaciones entre objetos cartográficos individualizados. Pueden ser: Relaciones de Coincidencia- Cuando la situación de dos objetos cartográficos es la misma en todo o en parte. Relaciones de Inclusión- Cuando un objeto cartográfico queda completamente dentro de otro, sin ser componente de aquel. Relaciones de Conectividad- Cuando entre dos o más objetos cartográficos existe una conexión directa. Relaciones de Superposición sin conexión- Se produce cuando se considera la tercera dimensión espacial de las entidades geográficas, por lo que los objetos coinciden en el plano, pero no existe conexión por estar a distinto nivel. Relaciones de Influencia- Establecimiento de prioridades en el momento de la presentación de información relativa a objetos. Relaciones de Proximidad- Cálculo analítico de la proximidad entre los objetos de un plano . 2. Representación en una base de datos, de las relaciones particulares entre los elementos de la misma clase, como conectividad o adyacencia. La topología es importante para los procesos de análisis y consulta . Ver también INTEGRATED TOPOLOGY e INTERACTIVE TOPOLOGY.

**Trama.** Bloque de datos formado por bits y limitado por indicadores.

## Glosario

---

**Trazador. Plotter.** Periférico de impresión de alta calidad. Electrostático o de plumillas. Muy utilizado en los sistemas CAD y presentaciones gráficas de paquetes ofimáticos. Unidad de intercambio de información de salida que se utiliza para dibujar mapas y planos.

### U

**UNIX.** Sistema operativo multiproceso, multiprograma y multiusuario. Software diseñado por AT&T para ingeniería de telecomunicación. Ha sido el primer sistema operativo concebido con independencia de los fabricantes. Posee una gran facilidad para adaptarse a ordenadores con diferentes arquitecturas, siendo ampliamente autónomo respecto del hardware. Está escrito en lenguaje de alto nivel C.

**UTM. Universal Transverse Mercator.** Sistema de proyección geográfica en el que los meridianos son líneas verticales equiespaciadas y los paralelos son líneas horizontales espaciadas la misma distancia que tendrían en un globo terráqueo.

### V

**Vector.** 1. Notación usada para representar información espacial. 2. Cantidad que tiene magnitud, dirección y a la que puede asignarse un significado. 3. Elemento lineal representado como una lista de coordenadas X,Y que tiene dirección y sentido conocidos.

**Vectorización.** Conversión de cualquier modelo de datos espacial a una estructura de datos vectorial. Normalmente se refiere a la conversión de datos de formato RASTER a una estructura de datos vectorial. Esta conversión suele conllevar una pérdida de precisión en la representación de los datos, derivada de la diferente resolución existente entre el modelo de representación raster y el vectorial.

### W

**WORKSTATION- (ESTACIÓN DE TRABAJO).** Ordenador que posee gran capacidad de almacenamiento y gran potencia de procesamiento, tanto matemático como gráfico.

## Bibliografía

- INTERGRAPH (1995). *Microstation, user's guide bentley*. E.E.U.U.: Intergraph.
- INTERGRAPH (1991). *Un world of solutions for GIS and mapping*. E.E.U.U.: Intergraph.
- INTERGRAPH (1995). *MGE base maper, user's guide for the Windows NT operating system*. E.E.U.U.: Intergraph.
- MUTIERREZ P. JAVIER (1998). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. España: SINTESIS.
- NAÚTICA, S.A. (1998). *Diccionario Enciclopédico Nauta*. Colombia.
- ENCYCLOPEDIA BRITANICA PUBLISHERS. (1995). *Diccionario enciclopédico*. E.U.A.: Inc. Kentuky,
- LAROUSSE S.A. (1999). *Enciclopedia Larousse Multimedia*.
- NAÚTICA, S.A. (1998). *Diccionario Enciclopédico Nauta*. Colombia.
- SALVAT EDITORES S.A. (1999). *Enciclopedia Salvat Multimedia*. España.
- <http://www.intergraph.com/gis/><http://www.intergraph.com/gis/>
- <http://www.essaynetwork.com/trabajos/gis/gis.html>
- <http://www.mappinginteractivo.com/prin-art1.htm>
- <http://www.fao.org/WAICENT/faoinfo/sustdev/spdirect/gis/intro.htm>



[www.mapxtreme.com](http://www.mapxtreme.com).

<http://www.cesga.es/ca/gis/conf.htm>

<http://www.onso.cps.unizar.es/gestion/GIS.htm>

<http://www.esri-es.com/productos/datosgeograp/muniview/muniview.htm>

<http://www.rediris.es/list/info/sig.html>

<http://www.esri-es.com/productos/arcinfo/arcinfo.htm>

[http://hercules.cedex.es/informat\\_ceh/arcview.htm](http://hercules.cedex.es/informat_ceh/arcview.htm)

<http://www.ingr.com/spain/Acerca/default.htm>

<http://www.uco.es/servicios/scit/sig.htm>

<http://www.essaynetwork.com/trabajos/gis/gis.htm>

E-mail:malopez@spin.com.mx

<http://www.sigua.ua.es/es/presentacion/intro.htm>

[www@www.uabc.mx](http://www.uabc.mx)

<http://www.galiciacity.com/servicios/hardware/chscan.htm>

<http://www.caverocad.com/cad.htm>

<http://www.inegi.gob.mx>



FAACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA