

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 NOCIONES FUNDAMENTALES ACERCA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

1. ¿Qué son los Sistemas de Información Geográfica?	19
2. ¿Para qué sirven los Sistemas de Información Geográfica?	20
3. Componentes básicos de los SIG	22
3.1. Los elementos tecnológicos: el software y el hardware.....	23
3.1.1. El componente lógico (el software)	23
• El sistema operativo	24
• Los programas de aplicación. Algunos de los softwa- re SIG existentes en el mercado.....	26
3.1.2. El componente físico (el hardware).....	28
• La Unidad Central de Proceso (C.P.U.).....	28
• Los componentes de almacenamiento externo de la información	30
• Los periféricos de entrada	33
• Los periféricos de salida	34
3.2. Los datos.....	37
3.3. El personal técnico que maneja los SIG	38
3.3.1. La necesidad de formación de expertos en SIG	39
3.4. Los métodos de trabajo	40
4. Breve historia del desarrollo de los Sistemas de Información Geo- gráfica	43
4.1. Algunos factores que influyeron favorablemente en el desa- rrollo de los SIG	43
4.2. Principales etapas en la historia de los SIG	46

4.3. Principales hitos de la evolución de los Sistemas de Información Geográfica.....	49
4.3.1. El Sistema de Información Geográfica de Canadá (CGIS).....	50
4.3.2. El Laboratorio de Harvard	52
4.3.3. Los ficheros DIME	53
4.3.4. El desarrollo de las empresas de SIG: el caso de ESRI ..	54
4.3.5. El efecto de la demanda en el desarrollo de los SIG ...	56
4.4. Algunas ideas sobre el futuro de los SIG.....	59

CAPÍTULO 2

LA NATURALEZA DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

1. La medición de datos en Geografía. Las unidades espaciales de recogida de la información	65
2. La componente temática de la información.....	66
2.1. Las escalas de medida	66
2.2. Tipos de variables.....	69
2.3. La componente temporal de la información geográfica.....	71
3. La matriz de datos geográfica	75
4. La representación cartográfica de la información geográfica	75
4.1. La cartografía: fuente básica de la información geográfica e instrumento del análisis territorial.....	75
4.2. Características y contenido de los mapas	77
4.2.1. El mapa como representación geométrica plana	77
• La forma real de la Tierra. La geodesia en la base de la cartografía	78
• Principales sistemas de proyección.....	80
4.2.2. El mapa: representación a escala de la realidad	88
4.2.3. El mapa como representación simplificada y convencional	89
4.3. Tipos de mapas.....	91
4.3.1. Los mapas temáticos.....	91
4.3.2. La cartografía de base. Los mapas topográficos	97
• El relieve.....	99
• La hidrografía	103
• Vegetación y cultivos	104
• Núcleos de población y edificaciones	104
• Vías de comunicación. Puertos y aeropuertos. Líneas de cable	106
• Líneas de división administrativa.....	107

5. La medición topológica de los objetos geográficos	107
6. La problemática particular de la información espacial	109
6.1. La autocorrelación espacial.....	109
6.2. El problema de la unidad espacial modificable (PUEM)	111
7. La obtención de la información geográfica.....	112
7.1. La infraestructura de datos espaciales.....	113
7.1.1. El origen de la información geográfica de base espacial	113
7.2. Las principales fuentes de la información temática	116
7.3. Hacia una normalización global de la información geográfica ..	117
7.4. La recogida de la información geográfica por medio del	
muestreo.....	119
7.4.1. El muestreo de base espacial	119
7.4.2. El muestreo como técnica de investigación social.....	120
8. La calidad de los datos.....	123
8.1. Componentes de la calidad de la información geográfica	124
8.2. Los errores inherentes a la información geográfica. Tipos de	
errores	126

Capítulo 3

LOS MODELOS Y ESTRUCTURAS DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS. LAS BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS

1. Los objetos geográficos y la representación digital de la informa- ción espacial.....	131
2. Los modelos raster y vectorial de la información geográfica.....	132
2.1. La estructura espacial del modelo raster	133
2.2. La estructura espacial del modelo vectorial	135
2.2.1. Geocodificación de los objetos geográficos	136
3. La organización de la información geográfica. Las bases de datos geográficas.....	137
3.1. Las bases de datos: concepto, evolución y principales tipos ...	137
3.2. Los modelos de bases de datos.....	139
3.2.1. El modelo entidad-relación	139
3.2.2. Tipos de modelos de bases de datos.....	140
3.2.3. Los modelos de datos relacionales	145
• La estructura de las bases de datos relacionales. Res- tricciones básicas en su elaboración.....	146
• La manipulación de las bases de datos relacionales .	150
3.3. Los Sistemas de Gestión de las Bases de Datos.....	154

3.4. Los Sistemas de Información Geográfica y los modelos de bases de datos.....	155
3.5. Las estructuras de datos en los modelos raster y vectorial.....	159
3.5.1. Las estructuras de datos raster	159
• Enumeración exhaustiva	160
• Codificación «run length»	161
• Estructuras jerárquicas	162
3.5.2. Las estructuras de datos vectoriales	164
• Lista de coordenadas	164
• Diccionario de vértices	165
• La organización arco/nodo	166
• Estructura TIN	168

CAPÍTULO 4
LOS SIG RASTER:
ORIGEN Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.
LOS MODELOS DIGITALES DEL TERRENO

1. Introducción.....	173
2. El origen de la información en los SIG raster.....	174
2.1. La digitalización raster manual	174
2.1.1. Cartografía puntual	175
2.1.2. Cartografía de isolíneas	175
2.1.3. Cartografía de unidades superficiales.....	177
2.2. La digitalización raster automática: el barredor óptico	178
2.3. La interpretación de la fotografía aérea	178
2.4. Las imágenes de satélite: la teledetección.....	184
2.4.1. Concepto y técnica básica de la teledetección.....	184
2.4.2. Características técnicas de los sensores remotos	186
2.4.3. Principales fases de trabajo en la obtención de imágenes....	190
2.4.4. La teledetección como fuente de información de los SIG	193
2.5. La rasterización de la información digital en formato vectorial	196
3. Los modelos digitales del terreno	200
3.1. Definición y tipos de modelos.....	200
3.2. Estructuras de datos en el modelo digital de elevaciones.....	201
3.3. La construcción del modelo digital de elevaciones.....	205
4. La presentación de la información en los SIG raster.....	207
4.1. Los mapas raster convencionales	207
4.2. Los mapas de números.....	215

4.3. Los mapas tridimensionales.....	216
4.4. Tablas, gráficos y resúmenes numéricos.....	217

CAPÍTULO 5
LOS SIG RASTER:
OPERACIONES Y ALGORITMOS DE CÁLCULO

1. Principales tipos de análisis a realizar en un SIG raster.....	221
2. Algunas operaciones elementales de los SIG raster.....	222
2.1. Los cambios en la orientación y en el nivel de resolución.....	222
2.2. La identificación de la información temática.....	223
2.3. La extracción de información.....	224
2.4. Unión de hojas de trabajo.....	226
3. Operaciones locales de los SIG raster.....	227
3.1. Operaciones de reclasificación.....	227
3.2. Operaciones de superposición.....	230
3.2.1. La superposición lógica.....	230
• Ejemplo de superposición del Y (LÓGICO). Determinación de la localización de áreas de vertedero en El Espinar (Segovia).....	233
3.2.2. La superposición algebraica.....	237
3.2.3. Intersección o cruce de mapas nominales u ordinales.....	238
• Ejemplo de intersección o cruce de categorías de dos mapas nominales. Determinación del crecimiento urbano de Elche entre 1949 y 1997.....	239
3.2.4. Enmascarado de mapas.....	242
4. Las operaciones de vecindad en un SIG raster.....	243
4.1. Operaciones de vecindad inmediata.....	244
4.1.1. El filtrado de mapas.....	244
4.1.2. El cálculo de la pendiente.....	245
4.1.3. La orientación de la pendiente.....	252
4.1.4. Determinación del perfil topográfico.....	258
4.2. Operaciones de vecindad extendida.....	259
4.2.1. Cálculo del mapa de distancias.....	260
4.2.2. Mapas de costes de transporte con superficie de fricción.....	263
4.2.3. El cálculo de caminos mínimos.....	266
4.2.4. La definición de los polígonos Thiessen.....	266
4.2.5. El análisis de intervisibilidad.....	268

4.2.6. Análisis de difusión	270
4.2.6.1. Los procesos de difusión espacial	270
4.2.6.2. Los modelos de difusión espacial	271
4.2.6.3. La simulación como técnica de confección de modelos de difusión. Su resolución en un SIG raster	273
4.2.7. La interpolación espacial	277
4.2.7.1. Los métodos globales de interpolación	277
4.2.7.2. Los métodos locales de interpolación	278
• Los métodos de interpolación a partir de puntos.....	280
— El método del vecino más próximo. Modi- ficación por el procedimiento de Tobler ...	280
— El método de interpolación de las medias móviles con ponderación de la distancia.	283
— Método de interpolación a partir del kri- ging.....	284
• Métodos de interpolación a partir de líneas de nivel.....	287
— La interpolación lineal entre curvas de nivel.....	288
— La interpolación no lineal entre curvas de nivel	290
5. Operaciones zonales	290
6. Integración de las diversas operaciones elementales en un análisis geográfico concreto.....	294

CAPÍTULO 6
LOS SIG VECTORIALES:
ORIGEN, PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN
Y PRINCIPALES OPERACIONES DE CÁLCULO

1. Introducción	299
2. El origen de la información en los SIG vectoriales	299
2.1. Los procedimientos de captación y conversión a formato digi- tal vectorial de la información espacial	299
2.1.1. Los métodos de observación directa	299
• El sistema GPS.....	300
2.1.2. El empleo de fuentes secundarias.....	303
• La digitalización vectorial semiautomática	303

• Principales errores de la digitalización. Corrección de errores, generalización y suavizado de líneas	306
• La vectorización automática de datos raster	309
2.2. La entrada de la información temática.....	310
3. La presentación de la información en los SIG vectoriales	312
3.1. Los mapas temáticos vectoriales	314
4. Principales tipos de análisis a realizar en un SIG vectorial	318
4.1. La selección/recuperación de la información geográfica.....	319
4.1.1. La selección o búsqueda temática	319
4.1.2. La selección o búsqueda espacial	322
4.1.3. La selección o búsqueda mixta (temática y espacial) ...	323
4.1.4. La recuperación de la información seleccionada	324
4.1.5. La reclasificación de la información temática.....	325
4.2. Superposición de mapas.....	325
4.2.1. Superposición de puntos en polígonos.....	326
4.2.2. Superposición de líneas en polígonos	329
4.2.3. Superposición de polígonos.....	332
4.3. Análisis espacial de proximidad.....	337
4.4. El análisis de redes	340
4.4.1. Definición de red.....	340
4.4.2. La conversión de las redes a formato digital.....	342
4.4.3. Medidas de cohesión de una red	344
4.4.4. Medida de accesibilidad a través de una red.....	346
• Medida de accesibilidad topológica	346
• Medida de accesibilidad en distancia directa	347
4.4.5. Funcionalidades del análisis de redes	348
• Trazado de rutas óptimas.....	348
• Análisis de áreas de influencia	351
• Mapas de isocronas	352
4.5. Medición espacial de objetos geográficos	353
4.6. La agregación de objetos geográficos.....	354

CAPÍTULO 7

APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

1. Principales campos de aplicación de los Sistemas de Información Geográfica.....	359
1.1. Medio ambiente y recursos naturales	359
1.1.1. Cambios de usos del suelo.....	359
1.1.2. Gestión de los recursos naturales	360
1.1.3. Análisis del paisaje	361

1.1.4. Estudios de capacidad e impacto ambiental	362
1.2. Localización óptima de actividades humanas en el espacio ...	365
1.2.1. Localización de actividades productivas y de consumo en el territorio.....	365
1.2.2. Localización de actividades no deseables en el territo- rio.....	366
1.3. Estudio del transporte y de las infraestructuras	370
1.3.1. Trazado de infraestructuras lineales.....	371
1.3.2. Sistemas de navegación para automóviles.....	371
1.3.3. Redes de infraestructuras básicas.....	372
1.4. Estudio de los riesgos naturales	372
1.5. Planificación territorial y planeamiento urbano	374
1.6. Gestión del catastro	377
1.7. Análisis de mercados	380
2. Algunos ejemplos de aplicación de la tecnología SIG a la resolu- ción de problemáticas de índole variada, socioeconómica y medio- ambiental	382
2.1. La obtención de mapas de aptitud del territorio. Aplicación a la definición de la aptitud territorial de Sos del rey Católico, respecto a la implantación del regadío	382
2.1.1. Introducción al problema planteado	382
2.1.2. Metodología general utilizada	382
2.1.3. Presentación de los resultados	385
• Imágenes de partida de la información.....	386
• Preparación de los factores y de los criterios limitan- tes	386
• Factor 1 (altitud).....	388
• Factor 2 (pendiente)	388
• Factor 3 (orientación).....	388
• Factor 4 (litología)	388
• Factor 5 (distancias a los cursos del agua)	389
• Criterio limitante 1 (pendiente inferior al 8%).....	389
• Criterio limitante 2 (usos del suelo limitados).....	389
• Clasificación de los valores de la aptitud	390
2.2. Efectos de las nuevas autopistas orbitales de Madrid, en la mejora de la accesibilidad.....	391
2.2.1. Introducción al problema planteado	391
2.2.2. Metodología general utilizada	392
2.2.3. Presentación de los resultados	394

2.3. Análisis de la dinámica espacio temporal del paisaje en áreas de montaña	396
2.3.1. Introducción al problema planteado	396
2.3.2. Metodología general utilizada	397
2.3.3. Presentación de los resultados	398
2.3.4. Factores explicativos de la dinámica paisajística	401
2.4. Análisis de la localización y el área de mercado para el pequeño comercio minorista.....	402
2.4.1. Introducción al problema planteado	402
2.4.2. Metodología general utilizada	403
2.4.3. Presentación de los resultados	403
2.5. Valoración del paisaje en la comarca nordeste de Segovia.....	407
2.5.1. Introducción al problema planteado	407
2.5.2. Metodología general utilizada	407
2.5.3. Presentación de los resultados	412
2.6. Diseño de carreteras mediante un SIG: costes de construcción y costes ambientales	412
2.6.1. Introducción al problema planteado	412
2.6.2. Metodología general utilizada	412
2.6.3. Presentación de los resultados	416
2.7. Sistemas de Información Geográfica y Teledetección en la prevención de incendios forestales: un ensayo en el macizo oriental de la Sierra de Gredos.....	417
2.7.1. Introducción al problema planteado	417
2.7.2. Metodología general utilizada	418
•1) Preparación de las capas individuales de la información	420
— Variables derivadas de la topografía.....	420
— Vegetación	420
— Variables meteorológicas	421
— Factor humano	422
•2) La elaboración de los tres índices propuestos para medir la probabilidad de incendios forestales	422
— Probabilidad de ignición.....	422
— Riesgo derivado de la vegetación	423
— Riesgo asociado a las actividades humanas.....	423
•3) Interpretación de los tres índices	424
2.7.3. Presentación de los resultados	424
BIBLIOGRAFÍA	427
GLOSARIO.....	441

Capítulo 1

NOCIONES FUNDAMENTALES ACERCA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

1. ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?

Es difícil dar con una definición precisa y única de este tipo de sistemas, hasta el punto que cada autor parece ofrecernos una diferente. El panorama de algunas de las definiciones, que los principales manuales sobre el tema existentes en el mercado nos proponen, podría servir para extraer los caracteres más relevantes de este concepto, relativamente reciente. Veamos alguna de las definiciones más repetidas:

- *Aronoff (1989)*: «Conjunto de procedimientos manuales o computerizados, usado para almacenar y tratar datos referenciados geográficamente».
- *Bosque Sendra (1992)*: «Tecnología aplicada a la resolución de problemas territoriales».
- *Burrough (1986)*: «Potente conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real».
- *Cebrián (1988)*: «Base de datos computerizada que tiene información espacial».
- *Clarke (1986)*: «Sistema computerizado para la captura, almacenamiento, recuperación, análisis y presentación de datos espaciales».
- *Felicísimo (2003)*: «Conjunto de software de ordenador, hardware y periféricos que transforman datos referenciados geográficamente en información sobre localizaciones, interacciones espaciales y relaciones geográficas de las entidades fijas o dinámicas que ocupan un espacio en los entornos naturales o construidos».
- *Goodchild (1985)*: «Sistema que utiliza una base de datos espacial para generar respuestas ante problemas de naturaleza geográfica».
- *NCGIA (1990)*: «Sistema de hardware y software, 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».

- *Tomlinson (1987)*: Sistema digital para el análisis y manipulación de todo tipo de datos geográficos, a fin de aportar material útil para las decisiones territoriales».

De todas estas definiciones, se pueden extraer una serie de rasgos que ponen el énfasis en aspectos variados que afectan a este tipo de sistemas. Por una parte, en el *tipo de tecnología empleada* (de carácter informático), en la *información que se maneja* (información geográfica, de base espacial o georeferenciada), en las *operaciones que se realizan* (captura, almacenamiento, gestión y análisis y presentación de resultados) y, finalmente, en la *problemática que se intenta resolver* (problemas territoriales y medioambientales).

Desde mi punto de vista, se podría definir a los Sistemas de Información Geográfica como a herramientas informáticas, capaces de gestionar y analizar la información georeferenciada, con vistas a la resolución de problemas de base territorial y medioambiental. El primero de los términos pondría el acento en el carácter computerizado del tratamiento de la información. Se trataría, por tanto, de la realización de operaciones automáticas a través de los ordenadores. En segundo lugar, merece destacarse que se dirige a la gestión, análisis y modelización de información geográfica, que, como tendremos ocasión de exponer en el siguiente capítulo, se refiere a información que se distingue por la existencia de una doble componente: temática y espacial. En este sentido, los SIG se hallan dirigidos al conocimiento y estudio de las estructuras espaciales, donde la posición relativa que ocupan los elementos geográficos relativos a un determinado fenómeno resultan esenciales. Finalmente, los SIG aparecen como herramientas multipropósito, dirigidas a la solución de problemas en campos tan dispares como la planificación territorial, la gestión catastral, la prevención de riesgos naturales o el análisis de mercados.

2. ¿PARA QUÉ SIRVEN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?

La utilidad de los SIG se deriva de su capacidad para responder a cuestiones relacionadas con problemas de índole espacial. En este sentido, el SIG se convierte en un útil idóneo, preparado para ofrecer respuestas a múltiples interrogantes, vinculados con la localización y organización espacial de las actividades en el territorio. Rhind (1990) distinguía seis grandes tipos de cuestiones a las que un SIG puede dar una respuesta adecuada. Estas serían las siguientes:

- *Localización directa.* La primera y más elemental de las demandas que un SIG puede satisfacer consiste en conocer, de manera rápida y eficaz, cuales son los atributos que corresponden a una determinada entidad geográfica. Así, podríamos averiguar, con sólo apuntar el cursor sobre una ciudad (un punto de un mapa, representado en la pantalla del ordenador) la cantidad de habitantes residentes en la misma. En el caso de que se trate de la representación de un fenómeno geográfico, que varíe de forma continua en el espacio, podríamos observar la altitud de un punto concreto del mapa de elevaciones del terreno, o reconocer la presencia, en el mismo, de un uso del suelo determinado. De esta manera, responderíamos a cuestiones del tipo: ¿qué existe en un lugar concreto del territorio?
- *Localización condicionada.* Uno de los problemas geográficos más habituales es el de establecer cual es la parte del espacio que cumple con una o varias condiciones, relacionadas con un problema concreto; por ejemplo, la localización óptima de actividades en el territorio. Si se trata de investigar donde se halla el lugar más apropiado para localizar una industria no contaminante, en el espacio de un término municipal, deberíamos, en primer lugar, definir los criterios de localización más adecuados para el establecimiento de la industria (terreno llano, proximidad a los núcleos de poblamiento, cercanía a la ubicación de las materias primas, etc.). Los SIG contienen funciones específicas que permiten plantear este tipo de problemas, ofreciendo como solución la delimitación de la zona (o zonas) que mejor se adaptan a un conjunto de condicionamientos de carácter geográfico.
- *Tendencias.* Otro tipo de problemas es aquel relacionado con la comparación entre situaciones temporales distintas, referidas al mismo territorio. Se trata de ofrecer respuestas que permitan conocer la evolución de fenómenos de carácter temporal. Esta variación de la realidad se suele realizar, contrastando dos o varias imágenes, en diferentes momentos del tiempo. Un problema de estas características podría ser la evaluación del progreso de un incendio a partir de las imágenes ofrecidas desde satélite. La rapidez de disponer de este tipo de información permite, tras su conversión a un formato que pueda ser interpretado por los SIG, realizar diagnósticos sobre la posible evolución del fuego en el futuro, introduciendo condicionantes sobre la dirección del viento, humedad de la zona, intervención humana, etc. En otros casos, la variación temporal puede medirse en períodos de tiempo más largos. El estudio de la evolución de los usos del suelo, en la periferia de una ciudad, permite, por comparación de los mapas de años distintos, extraer la tendencia de crecimiento urbano y su cotejo con las normas del planeamiento allí existentes.

- *Rutas.* Los SIG pueden dar respuesta a cuestiones tales como: ¿cuál es la ruta óptima para la construcción de una carretera, conocidas las características del territorio (litología, topografía, especies vegetales a proteger, etc.), de forma que se evalúe el camino más adecuado, desde el punto de vista de la minimización de los costos ambientales y de construcción? Otro problema semejante, aunque utilizando la red de carreteras ya existentes podría ser: ¿cuál es la ruta más adecuada, para el traslado de los niños a un colegio, en autobús, conociendo los lugares de residencia de los alumnos y la ubicación geográfica del centro escolar?
- *Pautas.* Determinadas regularidades espaciales son posibles de reconocer en el tratamiento de la información geográfica con un SIG. Así, se podría establecer el patrón que define la diferenciación social de una ciudad, intentando precisar, de acuerdo a coronas (a más o menos distancia del centro) y sectores (por carreteras radiales de salida), las áreas de nivel social contrastado y las pautas de la distribución en la ciudad.
- *Modelos.* Uno de los procedimientos de gestionar la información, de mayor interés en el campo de los SIG, es el de modelizar la realidad, de acuerdo a un prototipo o paradigma, que reproduzca las bases del funcionamiento real, y permita adelantar o deducir conclusiones sobre el pasado o el futuro. Una de las técnicas de investigación más usadas es la de la simulación. Simular es representar la realidad, a partir de un modelo teórico, con una serie de mecanismos o algoritmos que imiten el comportamiento del mundo real. Este tipo de aplicaciones se viene utilizando con los SIG, como herramienta de gestión y análisis, en la reproducción de múltiples fenómenos geográficos, como la difusión de una enfermedad o contagio en el espacio, etc.

Los campos de aplicación de los SIG han ido incrementándose con el paso del tiempo.

3. COMPONENTES BÁSICOS DE LOS SIG

Tal como hemos definido los Sistemas de Información Geográfica, no resulta difícil deducir cuales son los elementos básicos que los integran. En primer lugar, debemos destacar los elementos que forman parte de la tecnología informática; en esencia, los programas informáticos, instalados en los equipos adecuados. En segundo lugar, consideraremos los datos, información georreferenciada, de los que se alimenta el ordenador para

producir o elaborar un estudio sobre el territorio. A continuación, consideraremos, como no podía ser de otro modo, el componente humano, el personal que trabaja con los SIG y es capaz manejar los componentes anteriores. Finalmente, tendremos presente la metodología y los procedimientos de trabajo, ligados a la manera en que el factor humano puede intervenir con unos datos y tecnología determinada en resolver un problema. Veamos, de forma separada, la importancia de cada uno de los componentes considerados.

3.1. Los elementos tecnológicos: el software y el hardware

En primer lugar, hemos señalado que un SIG es un sistema computarizado. Una computadora u ordenador debe concebirse como «una máquina capaz de aceptar unos datos de entrada, efectuar con ellos operaciones lógicas y aritméticas y proporcionar la información resultante a través de un medio de salida. Todo ello, sin intervención de un operador humano y bajo el control de un programa de instrucciones previamente almacenado en la propia computadora» (Pedrera Carvajal, A. y Sánchez Figueroa, F., 1997). Desde este punto de vista, el tecnológico, dos componentes resultan esenciales: el software y el hardware. El hardware como soporte físico de la informática, es decir, el conjunto de circuitos electrónicos, cables, armarios, dispositivos electro-mecánicos y otros elementos físicos. El software, por su parte, como soporte lógico, es decir, la programación (instrucciones y datos) necesaria para que el equipo informático realice la función requerida.

3.1.1. El componente lógico (el software)

El software se confunde, en ocasiones, con el propio SIG, aunque éste último debe ser concebido en sentido más amplio. El software constituye el soporte lógico del ordenador. Se halla integrado por diversos programas, ejecutables por las máquinas electrónicas, que realizan variadas funciones, relativas al tratamiento de la información. Entre ellas, podemos destacar, en primer lugar, la captura e introducción de los datos y su almacenamiento organizado, en bases de datos. En segundo lugar, la gestión y análisis posterior, que constituye la etapa de mayor interés, en el caso de los SIG. Para concluir, la visualización de la información, tanto en fases intermedias del proceso de trabajo, como en el momento final de la presentación de los resultados obtenidos. Otras tareas específicas que realiza el software son las de la importación y exportación de los datos, bien sea en estado bruto o derivado, tras la realización de alguna operación.