

GEORREFERENCIACIÓN, MODELIZACIÓN DE DATOS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

*MSc. Raquel Tardivo
raquelntardivo@gmail.com*

1. Acerca de los Datos Georreferenciados.

Modelización de datos espaciales.

La realidad geográfica es compleja, por lo tanto para su simplificación y entendimiento inmediato y directo, se crean modelizaciones que sean representativas de los aspectos seleccionados del mundo real.

Los mapas utilizados desde hace tiempo como medio de representación del territorio a través de símbolos, formas, líneas, colores y texto, contienen gran cantidad de información y constituyen un medio conveniente para concebir ideas, analizar conceptos, tomar decisiones con respecto al territorio y finalmente comunicar los conceptos espaciales.

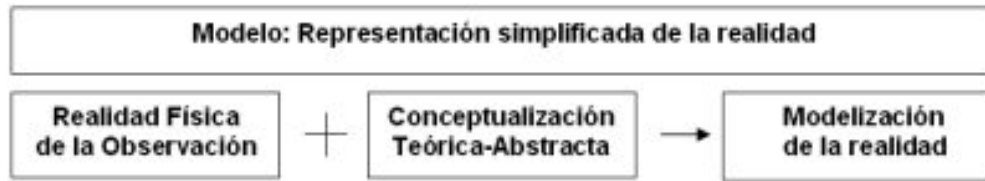
Se puede decir que la cartografía es una disciplina y/o una técnica que trata de representar sobre un plano el mundo real. Esto implica mostrar, de la forma más adecuada posible, la distribución espacial de los objetos y hechos de la superficie terrestre: tanto aquellos del subsistema físico-natural (ríos, barrancas, esteros, sierras, cerros, etc.) como los del subsistema socio-económico (caminos, edificios, límites político-jurisdiccionales, etc.).

Los modelos tridimensionales con representación de la altura de los elementos, como los usados en arquitectura, son más fáciles de interpretar porque se acercan más a la manera en que aparecen las cosas en el mundo real.

Las fotografías aéreas son imágenes del mundo real representadas en un modelo espacial a través de patrones, sombras, tonos y colores, con límites más difusos y transicionales, contrastando con los mapas y modelos 3D que ofrecen límites bien definidos.

La simplificación de la realidad a través de modelos icónicos, analógicos y simbólicos/abstractos, puede ejemplificarse a través del empleo de mapas, fotografías aéreas o modelos tridimensionales, como una abstracción de la realidad donde sólo se muestran ciertas características o entidades, en función de

la escala, de las características espaciales de los elementos y de las relaciones entre ellos.



Esquema de modelización de la realidad (UNIGIS, 1999).

En la actualidad con la instalación de los sistemas de información geográfica o georreferenciados (SIG) se ofrece una visión más dinámica, permitiendo integrar distintos enfoques, extraer una selección de datos y representar resultados con generación de nuevos mapas, con procesamientos orientados al inventario, análisis, modelado de la información y apoyo en la toma de decisiones, en contraposición con la información analógica tradicional.

Los SIG permiten manejar datos relacionados a través de su localización geográfica, creando modelos del mundo real para sus distintas aplicaciones, en otras palabras agrega a ese "dibujo" bases de datos relacionadas con los tres elementos básicos ya mencionados (punto, línea y polígono).

Etapas de la modelización de datos.

La correcta representación digital de los datos espaciales exige la creación de un modelo de datos o abstracción del mundo real que incorpore sólo aquellas propiedades que son relevantes a la aplicación de interés, siendo un conjunto de directrices para la representación lógica en una base de datos y las relaciones entre ellos.

El proceso de modelización de datos consta de una serie de etapas, desde la observación de los fenómenos del mundo real hasta su representación o visión digital:

- identificación de entidades del mundo real
- elección de un modelo de datos espaciales
- definición de una estructuras de datos



Fases de abstracción de datos (UNIGIS, 1999).

La identificación de entidades del mundo real y su representación simplificada en puntos, líneas, polígonos, redes o superficies, presenta problemas acerca de cómo seleccionar el tipo de entidad mas apropiada para representar un elemento y sus cambios en el tiempo, siendo importante la escala cartográfica para la definición de las entidades a la cual se construye la base de datos y la identificación de elementos discretos debido a la naturaleza borrosa de la definición de entidades, cuya decisión se tomará en función de los objetivos del trabajo.

La elección de un modelo de datos espaciales para visualizar, analizar y almacenar las representaciones estará basada en la consideración de las características de los modelos. El modelo vectorial expresa los fenómenos geográficos utilizando coordenadas cartesianas y codificación topológica de los elementos, mientras que el modelo raster utiliza una cuadrícula o matriz con valores de filas y columnas para representar las variaciones geográficas.

Las estructuras de datos son instrucciones e informaciones que el ordenador requiere para ser capaz de reconstruir el modelo de datos espaciales en forma digital, y básicamente se las puede clasificar en dos categorías donde la diferencia fundamental radica en el modelo de espacio que cada una supone:

- Topológicas: asociadas a la descripción vectorial y un espacio geográfico continuo con representación explícita de las fronteras.

- Teselares: asociadas a la descripción raster y división del espacio geográfico en elementos discretos con definición de fronteras implícitamente.

Características de las entidades espaciales.

Las entidades espaciales pueden definirse como soportes u objetos geográficos sobre los cuales se observa o mide un fenómeno, facilitando el entendimiento de situaciones complejas que acontecen en el territorio a través de la integración de sus componentes o características (Saborio, 1997):

- Identificador, nombre o código para referenciar en forma unívoca a las entidades.
- Posición sobre la superficie terrestre para ubicación espacial de las entidades.
- Carácter de las entidades o características temáticas que las define.
- El rol o función de las entidades y su comportamiento en el tiempo, en contraste con las condiciones estáticas.
- Relaciones espaciales de las entidades o propiedades que utilizan la información posicional o bien referencias relativas como adyacencia-inclusión, que no requieren datos posicionales absolutos.

Los componentes de las entidades espaciales se presentan esquematizados en la figura siguiente. La localización geográfica geométrica/espacial ó relaciones de ubicación mediante un sistema de referencia, y las relaciones topológicas o cualitativas con otras entidades espaciales vecinas, permiten la vinculación de la información cartográfica con sus atributos temáticos, integrando los datos y posibilitando un análisis simultáneo del componente temático y el aspecto geométrico/espacial.



Características de las entidades espaciales (UNIGIS, 1999).

Las entidades espaciales con características indivisibles en sus mismas unidades y referenciadas por su identificador único, pueden ser representadas mediante una geometría básica compuesta de puntos, líneas, polígonos y sus extensiones redes y superficies (Gutiérrez, 1998).

Los tipos de entidades espaciales pueden ser artificiales o creados por el hombre, donde la referencia espacial es ajena a los fenómenos o variables temáticas observadas, o bien naturales donde la referencia es intrínseca al propio hecho observado.

Localización espacial, posición geográfica o Georreferenciación.

La localización espacial se realiza por el proceso de georreferenciación, que determina la posición geográfica de los objetos geográficos en forma digital, pudiendo llevarse a cabo por métodos directo o indirecto.

- Georreferenciación Directa: Basado en la utilización de proyecciones cartográficas y sistemas de coordenadas que representan el geoide terrestre.

- Georreferenciación Indirecta: Se relacionan las entidades con unidades administrativas (direcciones, código postal, fracción censal), siendo más accesible, menos compleja y menos costosa.

La vinculación geométrica y temática se logra a partir de la definición de un identificador único para cada entidad, permitiendo la conexión entre los registros de la base de datos con las coberturas cartográficas.

Las entidades espaciales, definidas como “elementos del mundo real que no pueden ser divididos en otros fenómenos de la misma clase y sobre los cuales se almacena una información en una base de datos geográficos”, pueden ser representadas digitalmente como puntos, líneas, polígonos, superficies y redes (éstas dos últimas como entidades más complejas).

Hay varias maneras de referenciar espacialmente los datos. Entre las características generales que un sistema de referenciación debe tener, se destacan la estabilidad, la habilidad para mostrar puntos, líneas y polígonos, y la habilidad para medir longitudes, tamaños y formas.

Atributos temáticos.

Los atributos temáticos o descriptivos son las propiedades que adoptan diferentes estados o valores en cada observación y/o en cada entidad espacial.

Los hechos de la realidad son muy diferentes y variados, y no es posible medirlos, es decir, representar numéricamente sus cualidades, siempre con la misma escala de medición.

Por ello, se ha hecho necesario formular varias escalas de medida, cada una adaptada a las propiedades de alguna o algunas variables de la realidad. Las escalas de medida difieren en el número de relaciones matemáticas que es posible establecer entre las modalidades o variantes de una característica real; en concreto, se pueden enumerar cuatro escalas o niveles de medida: nominal, ordinal, de intervalos o de razón (Bosque, 1997).

El primer nivel de medida es el nominal, donde la única relación que se establece entre las variantes de la característica estudiada es la de ser iguales o diferentes, por lo que es de carácter exclusivamente cualitativo.

El segundo nivel de medida es el ordinal, donde las relaciones que se pueden establecer entre las variantes de la característica estudiada son la de igualdad/desigualdad, y mayor/menor, por lo que es de carácter comparativo.

El tercer nivel de medida es la escala de intervalo, donde las relaciones que se pueden establecer entre las variantes de la característica estudiada son la de igualdad/desigualdad, mayor/menor, y valores numéricos a las distancias/diferencias entre dos modalidades, por lo que es necesario que se pueda fijar un cero u origen de la medición, en forma arbitraria al menos.

El cuarto nivel de medida es la escala de razón, donde las relaciones que se pueden establecer entre las variantes de la característica estudiada son la de igualdad/desigualdad, mayor/menor, nº de unidades contenidas en la diferencia entre dos modalidades, a las que se le añade la posibilidad de que en una variable se determine cuántas unidades de medida existen entre una modalidad y un punto cero u origen absoluto de una variable.

Tipología de mapas en función del nivel de medida de las variables y de las dimensiones geométricas de las unidades de observación (Bosque, 1997).

	Dimensiones Geométricas			
Nivel medida	Puntos	Líneas	Áreas	Volúmenes
Nominal	Mapa de puntos. Ej. punto casa / vértice geodésico	Mapa de redes coloreadas. Línea: Mapa de carreteras	Mapa de áreas coloreadas. Área: Mapa político	Mapa de superficies coloreadas. Mapa de zonas con/sin lluvia
Ordinal	Mapa de símbolos. Tipos de ciudades	Mapa de redes con orden. Mapa de carreteras con tipos de caminos	Mapa de colores ordenado. Mapa de ciudades jerarquizadas	Mapa corocromático ordenado. Mapa del orden de importancia de lluvia

Cuantitativa: intervalo y razón	Mapa de símbolos graduados. Número de habitantes de cada ciudad	Mapa de flujos. Flujo de tráfico en las carreteras	Mapa de coropletas. Mapa político con la densidad de habitantes	Mapas de isolíneas. Curva de nivel de la lluvia en mm
---------------------------------------	--	---	---	---

Estructuración topológica.

La estructuración topológica es necesaria para la correcta depuración de la información cartográfica y para su enlace con los atributos temáticos. Un conjunto de entidades forma una topología cuando existe una o varias relaciones entre cada una y las que la rodean, permitiendo contestar preguntas tales como:

- ✓ Qué elementos limitan con..?
- ✓ Qué elementos están contenidos en...?
- ✓Cuál es el camino más corto entre ...?
- ✓ Qué elementos quedarían afectadas por..?
- ✓ Qué elementos quedan a la derecha de...?

Mediante las relaciones topológicas se forman redes de entidades vinculadas a fin de permitir recorrer el territorio representado y automatizar ciertos procesos de análisis espacial y de generación de mapas.

Etapas temporal.

Los datos geográficos presentan un componente temático (atributos), un componente espacial (localización) y también un componente temporal (tiempo). Cada uno de ellos atiende a las preguntas: ¿QUÉ?, ¿DÓNDE? y ¿CUÁNDO?.

El tiempo lleva asociada la idea de cambio. En algunos casos, ese cambio puede afectar exclusivamente a la componente temática, sin que se modifique la componente espacial. Pero los cambios habitualmente también afectan a la componente espacial, pudiendo aparecer nuevos elementos del mundo real que deben ser representados, o bien pueden modificarse los contornos de los elementos existentes.

La etapa temporal es una característica particular de los datos espaciales, puesto que los datos de localización y los atributos muchas veces cambian independientemente con respecto al tiempo, pudiendo resultar bastante complicado o crítico para muchas aplicaciones dinámicas (análisis espacio-temporal), siendo que aún es muy compleja la representación del tiempo en sistemas de análisis espacial (Langran, 1992).

Datos espaciales enlazados a atributos temáticos.

La escala de la fuente de información puede incidir en la determinación de que determinados fenómenos del mundo real puedan ser representados digitalmente por un punto, una línea o un polígono. Así, en una escala grande, una ciudad sería representada por un polígono definido por sus límites administrativos; y en una escala pequeña, ésta podría ser representada por un punto.

Los puntos representan fenómenos geográficos que están localizados en forma aislada. Un par de coordenadas x , y definen un punto; el punto no tiene área ni extensión. La ubicación de un tanque de agua podría representarse con un punto.

Los arcos o líneas representan fenómenos geográficos que definen elementos lineales, como por ejemplo las líneas de drenaje, o de transporte. Los arcos son representados por un conjunto de coordenadas x , y que comienzan y terminan con un nodo. Las intersecciones de arcos son conectadas por un nodo. Los vértices definen la figura del arco. La distancia del arco queda definida por la ubicación de las coordenadas.

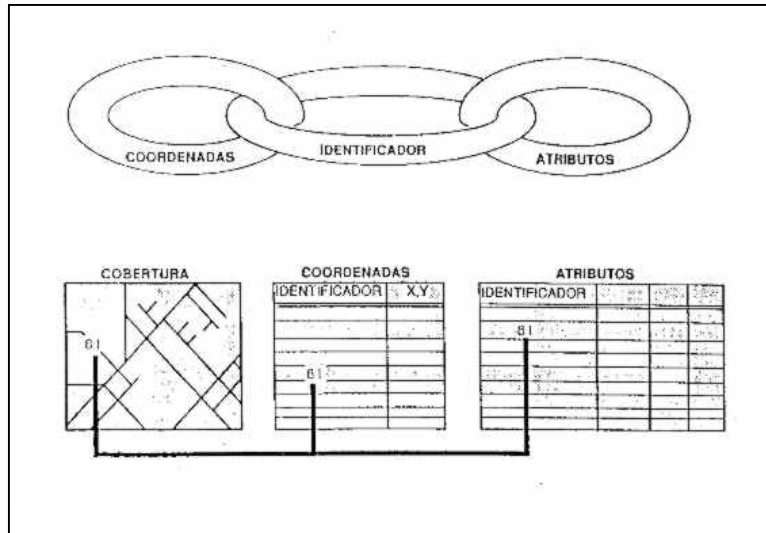
Los polígonos representan fenómenos geográficos que tienen un área definida por bordes (parcelas de un catastro rural, unidades de suelos, etc.), y están formados por arcos y etiquetas (identificadores). Uno ó más arcos definen el área; la etiqueta del polígono es única y sirve para identificarlo.

Una cobertura o capa vectorial representa elementos geográficos y sus relaciones en un modelo digital. Las bases de datos georreferenciados son conjuntos organizados de datos temáticos o atributos de los rasgos geométricos (representados como puntos, arcos o líneas, y polígonos).

El modelo de representación espacial consiste entonces, en un conjunto de carpetas o directorios y archivos que almacenan las coordenadas, la geometría y los datos descriptivos que son atributos de cada elemento; es decir que conecta conjuntos de elementos geográficos con sus atributos asociados.

Un identificador conecta los datos espaciales con los atributos y se almacena conjuntamente con los atributos (Figura V.4).

Cada identificador tiene un valor numérico único. Esto asegura la correspondencia de uno a uno entre datos espaciales y atributos. El usuario tiene acceso interactivo a los datos por medio del uso de comandos del software que esté utilizando.



Datos geográficos y atributos conectados por identificadores (ID). Fuente: Bosque, 1997.

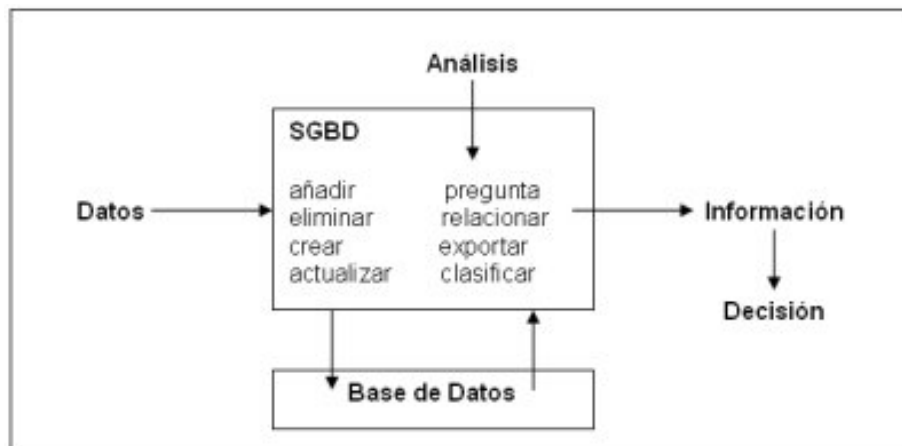
Modelos de bases de datos.

Una base de datos es un cuerpo de datos relacionados y almacenados de forma estructurada. Los datos, por tanto, son los puros hechos u observaciones que se almacenan en una base de datos, y por sí mismos, tienen un valor directo sobre ya que no tienen ni estructura ni contexto ni posibilidad de ser interpretados.

La información es el resultado de la explotación de los datos, que a menudo necesitan ser ordenados, o resumidos, o reducidos, o combinados con otros datos para hacer aparente la información que está sumergida en el gran volumen de datos sin estructurar. La toma de decisiones necesita información, no datos (UNIGIS, 1999).

Las bases de datos son dispositivos que facilitan nuestra búsqueda de información en los datos. Mediante la interrogación o consulta de la base de datos esperamos obtener información.

Un sistema de gestión de bases de datos (SGBD) es esencialmente, un software de propósito general que mejora la manipulación de los datos. La figura siguiente muestra la relación entre bases de datos, SGBD y análisis para obtener información, como herramienta para la toma de decisiones.



Los sistemas de gestión de bases de datos crean información a partir de los datos.

Fuente: UNIGIS, 1999.

2. Acerca de los Sistemas de Información Georreferenciada (SIG).

Elementos o Componentes SIG.

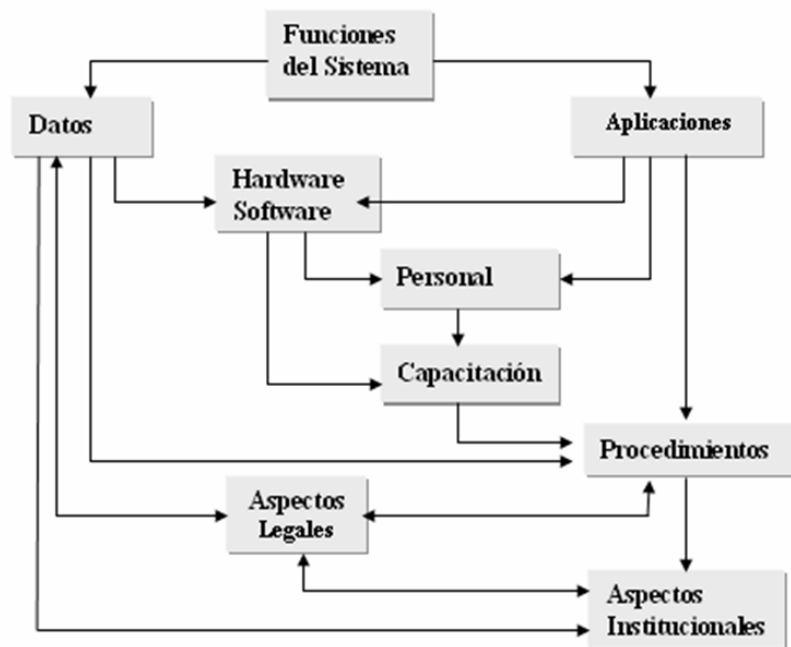
Según Grimshaw (1994) un SIG es un grupo de procedimientos que proporcionan capacidades de entrada de datos, almacenamiento y consulta, creación de cartografía y análisis espacial de datos espaciales en un sistema informático para apoyar las actividades de toma de decisiones de una organización.

Esta definición destaca cuatro elementos importantes como componentes de los SIG: un sistema informático (hardware y software), los datos referenciados espacial o geográficamente, los procedimientos de análisis y gestión, y los recursos humanos o usuarios involucrados.

Según Fisher (1999), en un contexto más amplio los procesos de requerimientos o necesidades para la implementación de los SIG, pueden listarse a través de nueve categorías jerárquicas que incluyen:

- funciones
- datos
- aplicaciones
- hardware y software
- selección del personal
- capacitación
- procedimientos
- aspectos legales
- cambios organizacionales

La figura siguiente expresa la relación de esta serie jerárquica de funciones operacionales. Las primeras cuatro funciones en términos de recursos, están relacionadas a la tecnología, al mantenimiento y al equipamiento, mientras que las últimas cinco de estas categorías, tratan con los recursos humanos.



Jerarquización de funciones operacionales para SIG. Fisher M., 1999. Project Management for GIS. UNIGIS, Manchester Metropolitan University.

Sistema Informático.

Un sistema informático se compone de hardware (equipamiento físico requerido) y de software (conjunto de programas o instrucciones desarrollados en un lenguaje informático en particular que utiliza el ordenador para ejecutar tareas específicas).

La combinación de los requerimientos de entrada, de salida, memoria y procesador es lo que hace de los SIG ligeramente diferentes del resto de las aplicaciones. El software SIG también es muy variado en su naturaleza, según las prestaciones del ordenador, la manera en que interactúa con el usuario y el mercado al que va destinado.

Datos.

En un SIG los datos tienen la propiedad particular de estar referenciados geográficamente, contando con características o componentes principales tales como: posición geográfica, atributos temáticos, relación espacial con otras entidades (topología) y temporalidad.

Los sistemas de referenciación espacial más comunes se encuentran dentro de uno de estos tres tipos: coordenadas geográficas (latitud y longitud), coordenadas rectangulares (malla de coordenadas rectangulares como transformación de la superficie de la tierra en una superficie plana utilizando una proyección de mapas), sistemas sin coordenadas (división de la tierra en secciones y cuartos, números referenciales únicos, etc.).

Procedimientos de análisis y gestión de datos.

Los procedimientos de análisis y gestión de datos en un SIG son aquellos que trabajan con los datos georreferenciados. En un SIG, normalmente hay procedimientos para la entrada de datos, manipulación, edición de los datos después de su entrada, gestión, recuperación, análisis, modelización y salidas de datos.

En este proceso lógico de eventos requeridos, las funciones del sistema permiten manipular los datos, usando las aplicaciones que trabajan con el hardware.

Recursos humanos.

La información implica datos, utilizada por el usuario, y con un propósito determinado. Los SIG son contemplados no sólo como una tecnología sino también como parte de un proceso de toma de decisiones.

El personal es entrenado así para operar los procedimientos, lo que puede requerir algunos cambios organizacionales dentro de los parámetros de las estructuras legales.

Cada una de estas funciones están afectadas por las acciones de la función precedente, y el diseño final de cada función afectará directamente el trabajo de la siguiente función. Así mismo, algún cambio requerido dentro de una función podría generar una reacción en cadena a lo largo de todas las funciones siguientes.

Esta interdependencia determina que las funciones organizacionales tiendan a ser las que repetidamente presenten más dificultades, por lo que deberá ser atendido durante todo el proceso de desarrollo e implementación de sistemas de información geográfica.

Funciones SIG.

Cada software SIG presenta un conjunto de funciones y una estructuración de éstas en forma lógica. Los tipos y disposición de las funciones reflejan la lógica del sistema de diseño y las clases de usos formulados.

Básicamente se distinguen cuatro grupos básicos de funciones relacionadas con:

- Entrada de datos y control de calidad
- Almacenamiento de datos y gestión de bases de datos
- Modelización y análisis de datos
- Visualización y salida de datos

Entrada de datos y control de calidad.

La entrada de datos es el proceso de convertir estos datos de su formato original a uno que pueda ser usado por el SIG (Aronoff, 1989).

Los tipos de información a incorporar a un SIG pueden incluir datos de percepción remota (fotografías aéreas e imágenes de satélite), datos capturados mediante sistemas GPS (Global Positioning System/Sistema de Posicionamiento Global), datos de encuestas y censos, mapas digitalizados, entre otros; y siempre la calidad

de los datos necesita ser revisada, para evitar errores introducidos durante los procedimientos de entrada de los datos y errores en los datos originales.

Los datos geográficos generalmente contienen algún tipo de error referido a alguna de sus tres componentes: espacial, temática o temporal; por lo que se deben considerar como componentes de la calidad de datos, aspectos tales como: exactitud posicional, exactitud temática, consistencia lógica, temporalidad e integridad.

Almacenamiento de datos y gestión de bases de datos.

Los datos en el SIG deben ser almacenados en un sistema de gestión de bases de datos, donde son almacenados en tablas y en capas de mapas, debiendo contar con funciones para la actualización, edición y manipulación de los datos gráficos y de atributos.

Las funciones de manipulación están disponibles para ayudar a la organización, corrección y actualización de los datos de manera que el análisis se puede llevar a cabo en forma eficiente. Así mismo debe indicarse que los métodos de almacenamiento o las estructuras de las bases de datos seleccionadas pueden limitar o controlar las funciones que podrá realizar el SIG.

Análisis y modelización de datos.

La habilidad de un SIG de realizar análisis y modelización de datos espaciales es lo que realmente lo hace diferente de otros sistemas de información, caracterizado con la posibilidad de integrar datos de diferentes fuentes y de producir nueva información como resultado de esta integración SIG. Las características analíticas de un SIG pueden considerarse desde dos puntos de vista:

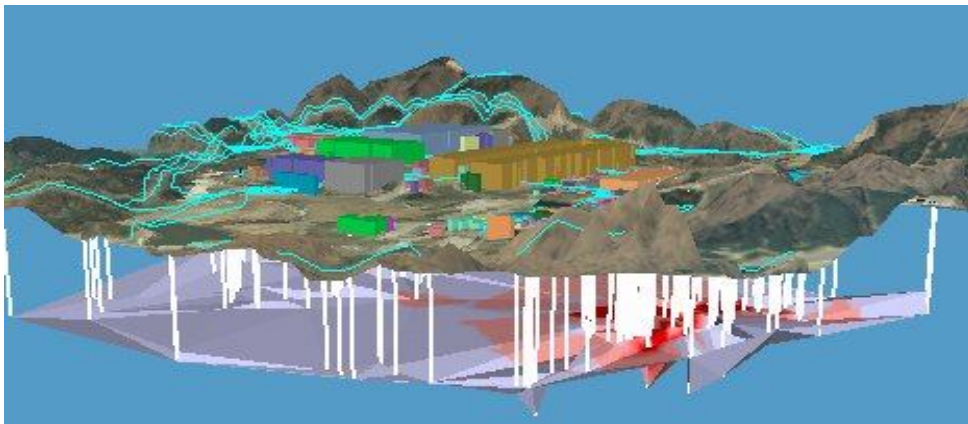
Primero, en función de las herramientas que ofrece:

- consultas sencillas o complejas a la base de datos (localización geográfica y/o atributos temáticos)
- álgebra de mapas (combinación matemática de capas temáticas)
- operadores de distancia (corredores de proximidad, efectos de fricción y costes, barreras absolutas)

- operadores de contexto o vecindad (modelo digital del terreno, filtros digitales, análisis de superficies, análisis de cuencas, análisis de visibilidad, modelado de oferta/demanda)

En segundo lugar, en función de los tipos de operaciones que realiza:

- consulta a las bases de datos (extracción de información, combinaciones de variables para su análisis, procedimientos de medición y análisis estadístico, búsqueda de patrones espaciales)
- cartografía derivada (obtención de nuevas capas derivadas a partir del conocimiento de las relaciones entre los elementos de la base de datos, relación matemática entre variables)
- modelización de procesos o simulación (conocimiento y evaluación de procesos en un medio ambiente complejo; toma de decisiones por múltiples criterios, límites imprecisos y niveles aceptables de riesgo)



Ejemplo de modelado tridimensional del territorio. Fuente: ESRI.

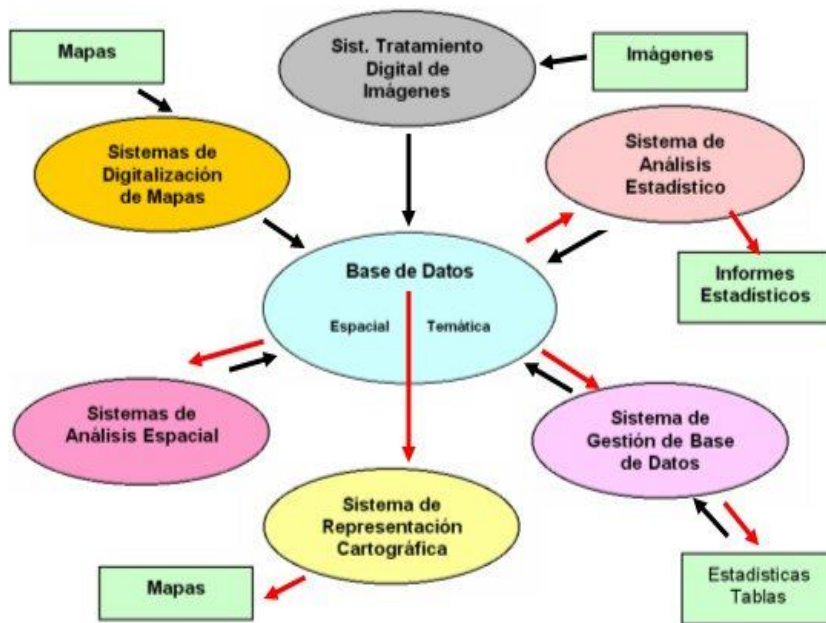
Salida y visualización de datos.

Una vez que el análisis y la modelización de nuestros datos están completados, es necesario presentar los resultados de alguna forma sencilla que permita interpretarlos y comunicarlos, tales como mapas, planos, tablas, gráficos, reportes, o archivos digitales para ser analizados en otros paquetes de software como hojas de cálculo, programas gráficos de diseño y edición, paquetes de análisis estadístico o simplemente por otro SIG.

La manera en que los resultados son extraídos dependerá de factores tales como el costo, usuarios y destinatarios finales o bien el tiempo disponible. Si bien estos factores influyen en un proyecto SIG desde el principio hasta el final, son particularmente importantes para la comunicación efectiva de los resultados.

Una vez obtenidos los resultados y debido a que el proceso SIG es muy dinámico, seguramente será necesario entrar nuevos datos o cambiar los existentes, repetir algunos de los procedimientos de análisis, cambiar la modelización o producir nuevas salidas de datos.

Siempre será preciso evaluar la calidad de los procesos, ya que las fuentes más comunes de errores alcanzan a las distintas etapas de representación de la realidad y al análisis de un SIG, tales como abstracción de la realidad, captura de datos, almacenamiento, manipulación y análisis de los datos, salidas cartográficas y utilización de los resultados (Aronoff, 1989).



Componentes de software SIG integrados. Fuente: Eastman, 1997.

Aplicaciones de software SIG.

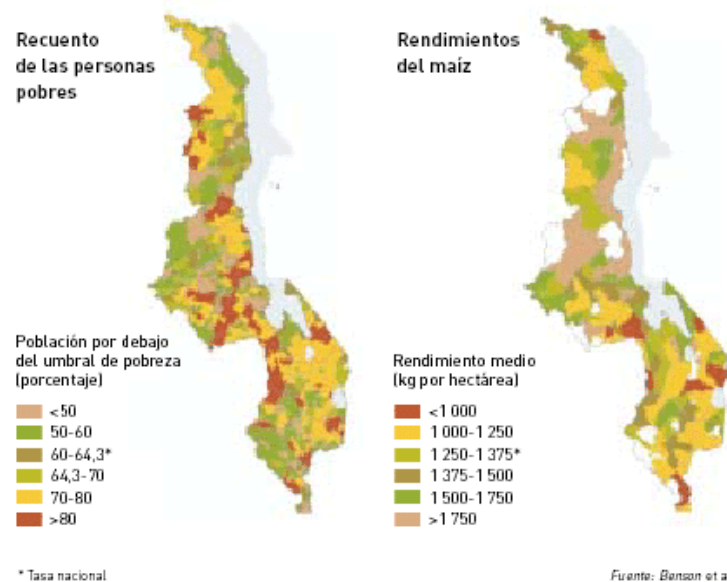
En relación a las aplicaciones de los SIG, se distinguen seis grandes tipos de cuestiones a las que un software SIG puede responder: localización, condición,

tendencias, rutas, pautas y modelos. Estas cuestiones son de interés primordial en las actividades de planificación.

Dado que los SIG trabajan con datos sobre el mundo real, es posible implementar modelos que permitan predecir cuáles serán las tendencias futuras o qué efectos se producirán en caso de que cambie alguno de los elementos del sistema territorial (Gutierrez y Gould, 1994).

Básicamente, pueden diferenciarse tres grandes tipos de aplicaciones de los SIG: inventarios, análisis y gestión (Gutierrez y Gould, 1994).

- **Inventario:** se caracteriza por las aplicaciones relacionadas con los grandes inventarios de datos. En esta fase los sistemas son utilizados fundamentalmente para realizar consultas (ej.: cuestiones de localización y condición).
- **Análisis:** se caracteriza por resolver cuestiones más complejas, que exigen relacionar distintas capas de información y utilizar técnicas estadísticas y de análisis espacial. (ej.: cuestiones de condiciones y tendencias).
- **Gestión:** se caracteriza por surgir una orientación hacia la gestión y la decisión, es decir, un acercamiento hacia lo que se conoce como Sistemas de Apoyo a la Decisión (SAD). Se pone un énfasis especial en el análisis espacial sofisticado y en la modelización. (ej.: cuestiones de rutas, pautas y modelos).



Ejemplo de Aplicaciones socio-económicas de los SIG. Fuente: FAO, 2004.

3. Acerca de las Personas y los Procesos SIG.

Diseño de aplicaciones y modelización SIG.

Según UNIGIS (1999), el diseño de un modelo de datos para una aplicación SIG implica:

- Identificar los fenómenos que influyen en la aplicación.
- Decidir cómo se deben representar estos elementos en entidades espaciales.
- Adoptar el modelo de datos espaciales que se adapte mejor al propósito.
- Escoger una estructura de datos que se ajuste al conjunto de datos disponibles, con los tratamientos y los requisitos analíticos.

Este proceso implica tratar con un gran número de requisitos tecnológicos y conceptuales:

- El formato de la fuente de datos disponible.
- Las potencialidades técnicas del sistema SIG a utilizar.
- El conocimiento conceptual sobre la aplicación, los datos requeridos y las funciones a realizar.
- El conocimiento técnico del modelo de datos espaciales, de la estructura de datos y de su elección más adecuada para realizar una tarea específica.
- Los requerimientos dinámicos de necesidades de información de los usuarios (ej. períodos de actualización de la información).

Los sistemas de información geográfica son herramientas multipropósito, por lo que sus campos de aplicación son muy diversos. Algunas de las principales aplicaciones de estos sistemas, citados en Gutierrez Puebla (2000), se refieren a:

- Medio ambiente y recursos naturales: aplicaciones forestales, monitoreo de cuencas hidrográficas, predicciones de cosechas, cambios en los usos del suelo, estudios de impacto ambiental, control de plagas, localización de vertederos de residuos, estudios de suelos, cartografía dinámica de la degradación o recuperación ambiental, evaluación de aptitud de tierras, lucha contra la contaminación.

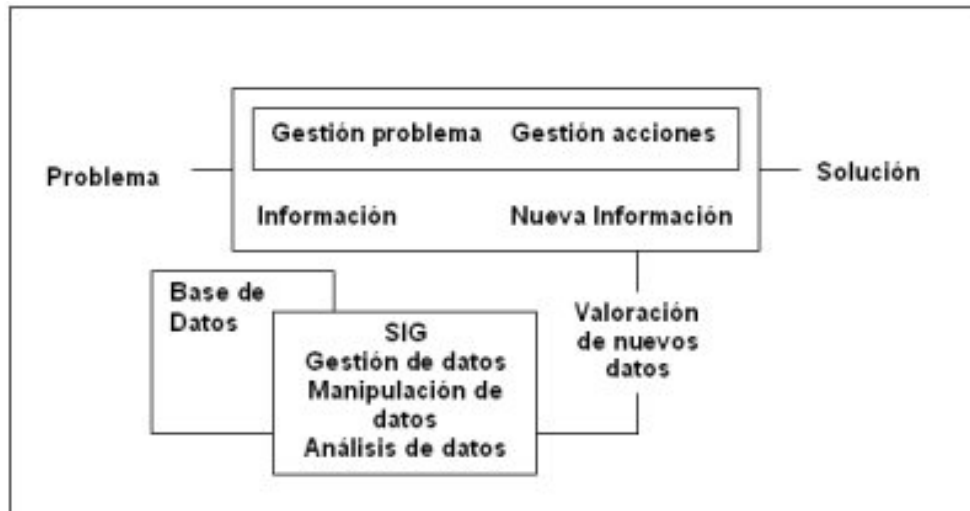
- Protección civil: prevención de riesgos, toma de decisiones ante desastres y catástrofes.
- Catastro: informatización del catastro de bienes inmuebles urbanos y rurales, actualización de parcelas, herramienta para la toma de decisiones en los ámbitos legal, administrativo y económico, apoyo para la planificación y desarrollo, etc.
- Transporte: mantenimiento y conservación de infraestructuras de transporte, trazado de infraestructuras lineales, impacto territorial de las nuevas infraestructuras, sistemas de navegación para automóviles, etc.
- Redes de infraestructuras básicas: gestión y planificación de redes eléctricas, telefónicas, de distribución de agua, de gas, alcantarillado, etc.
- Planificación urbana: gestión de información en municipios relativa al planeamiento, propiedad de los bienes inmuebles, gestión de impuestos, infraestructuras, normativa urbanística, localización de nuevos equipamientos, gestión de información socio-cultural.
- Salud y epidemiología: localización de los focos de ciertas enfermedades y localización de hospitales.
- Seguridad: prevención del crimen.
- Educación: gestión de información educacional, apoyo para la planificación educativa.
- Promoción Comunitaria: Estudios sociales integrales. Gestión socio-cultural, socio-económica, socio-ambiental.
- Estudios de mercados: Análisis espacial de mercados o Geomarketing, SIG en negocios. Geodemografía como ayuda para las actuaciones del Gobierno y en todo tipo de estudios sociales.

Pues bien, sabemos entonces que:

- Un SIG hace más que simplemente recuperar información existente;
- Un SIG puede producir nueva información mediante la combinación de datos existentes;
- Esta información de valor añadido puede ser usada para ayudar a la toma de decisiones;

- La representación de los resultados desde un SIG en forma de mapas es tan sólo uno de los métodos de salida de información, otros métodos pueden ser usados para satisfacer a los que toman las decisiones.

La figura siguiente sintetiza la utilidad de los SIG para gestionar los datos y analizar información, como base para su valoración, gestión de acciones y toma de decisiones.



El papel de los SIG en la toma de decisiones (UNIGIS, 1999).

Así mismo, desde hace varios años se dice de los SIG que son una tecnología "Capacitadora" y "Democratizadora" (Burrough, 1986):

- Capacitadora, porque, sin ser una aplicación sectorial, ya que no ha sido diseñada para resolver sólo un problema específico, facilita la resolución de problemas socio ambientales muy diversos.
- Democratizadora, porque la comunidad en general está accediendo rápidamente a la tecnología SIG más simple y, a través de ella, a grandes cantidades de información.

Para que los SIG se conviertan plenamente en una tecnología capacitadora y democratizadora, debe realizarse un gran esfuerzo en formación de recursos humanos, investigación y desarrollo sobre la integración de los datos. La comunidad en general puede introducirse aún más en el mundo de los SIG.

Así mismo, desde una visión más amplia descrita por Rocha C. (2000), puede definirse a la Geoinformación y al Geoprocesamiento “como una tecnología transdisciplinar, que, a través de la localización y del procesamiento de datos geográficos, integra varias disciplinas, equipamientos, programas, procesos, entidades, datos, metodologías y recursos humanos para captura, tratamiento, análisis y presentación de informaciones asociadas a mapas digitales georreferenciados”.

La propuesta del uso de la Geoinformación y del Geoprocesamiento según un abordaje holístico y transdisciplinar, podrá contribuir a la búsqueda de soluciones de varios problemas enfrentados por nuestras comunidades locales, regionales y/o globales. Saber leer el espacio es una responsabilidad social.

4. Taller “La Georreferenciación encierra un Tesoro”.

✓ Objetivos del taller

- Brindar los conceptos fundamentales sobre geoinformación y pensamiento espacial.
- Promover el trabajo interdisciplinario con los datos georreferenciados y sistemas de información geográfica.
- Reflexionar acerca de las aplicaciones socioespaciales y potencialidades de la tecnología SIG para inventarios, análisis, planificación y gestión sustentable.
- Propiciar la valoración del SIG como herramienta útil para la toma de decisiones socioterritoriales.

✓ Parte 1. El Mapa del Tesoro.

Acerca de los Datos Georreferenciados.

Importancia de la Georreferenciación de Datos en un SIG. Identificación, ubicación, visibilidad, mejoras, intervenciones.

Ejercicio de Percepción y Pensamiento Espacial “El Mapa del Tesoro”.

✓ Parte 2. El Viaje hacia el Tesoro.

Acerca de los Sistemas de Información Georreferenciada.

Aplicaciones SIG de inventario, análisis y gestión. Consultas a las bases de datos cartográficas y/o temáticas. Estudios y modelados socioespaciales. Valor del SIG.

Ejercicio de Análisis y Pensamiento SIG "El Viaje hacia el Tesoro".

✓ **Parte 3. Descubrir y Custodiar el Tesoro.**

Acerca de las Personas y los Procesos SIG.

Nuevas visiones, redes y roles, destinatarios y profesionales, productores de datos, analistas, decisores, usuarios. Saber leer el espacio es una responsabilidad social. Los SIG participativos, cartografía social y los 4 pilares de la educación para el Siglo XXI (UNESCO). Nuevas pautas de percepción de los Niños y Jóvenes del Tercer Milenio y nuevas herramientas biointeligentes (Pedagoogia3000).

Ejercicio de Gestión SIG y Pensamiento Sistémico "Descubrir y Custodiar el Tesoro".

5. Referencias Bibliográficas.

Barra Rocha C. Geoprocessamento. Tecnología Transdisciplinar. Juiz de Fora, MG. Brasil, 2000.

Barredo Cano J. (2007) Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio. Rama, España.

Bertucelli S., Audisio M., Berardo C. y otros (1997) Redes Comunitarias en Salud Pública. Argentina.

Bosque Sendra J. (2005) Sistemas de Información Geográfica. Rialp, España.

Buzai G. (2004) Geografía Global. Buenos Aires.

Pesci R. (2007) Proyectar la Sustentabilidad. Enfoque y metodología de FLACAM para proyectos de sustentabilidad. Cátedra UNESCO para el Desarrollo Sustentable. Ed. CEPA, La Plata.

Gutierrez Puebla J. (2002) Aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica. Ariel, España.

Harley J. (2005) La Nueva Naturaleza de los Mapas. Ed. La Nueva Cultura.

MDS (2009) SIGNA Sistema Georreferenciado de Niñez y Adolescencia. Ministerio de Desarrollo Social de la Provincia de Santa Fe.

Paymal N. (2008) Pedagoogia3000. Educación Integral para los Niños y Jóvenes del Tercer Milenio. Guía para Padres y Docentes. Córdoba.

Rotela A., Tardivo R. (2010) Querer + Saber = Actuar. Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable. I Foro Nacional Caminos de Sustentabilidad, FLACAM. UNL, Santa Fe.

IDESF (2010) Infraestructura de Datos Espaciales de la Prov. de Santa Fe.

SIGTE (2009) Aplicaciones de la Información Espacial. Universidad de Girona, España.

Tardivo R., Canoba C. Graciani S. (2008) Procesamiento Digital de Información Territorial. Aplicación con Cartografía y Bases de Datos. UNL.

Tardivo R., Pradolini V., Amadeo I., Cabral M., Galarza A. (2010) ConVivencia: Innovación Educativa para un Ambiente Sustentable. Proyecto de Extensión de Interés Social de la UNL. Santa Fe.

UNESCO (2008) La Educación encierra un Tesoro. 4 Pilares de la Educación para el Siglo XXI.