



CURSO: SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

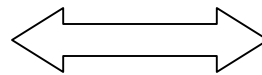
Introducción a los SIG

Patrick Debels

Centro EULA - Universidad de Concepción

LA SOCIEDAD MODERNA
=
SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

PREGUNTAS



RÁPIDO

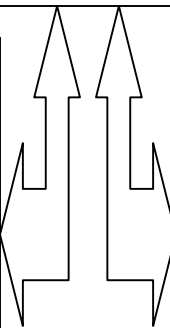
RESPUESTAS

SIG
=
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

INFORMACIÓN; DATOS
↕
**descripción del
'MUNDO REAL**

**OBJETOS
FÍSICOS**
árbol, animal, casa, río,
bosque, ciudad, ...

**FENÓMENOS/EVENTOS
REGISTRABLES**
lluvia, terremoto, radiación
solar, viento, ...



SIG
=
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

DIFERENTES COMPONENTES DE LA INFORMACIÓN:

componente temática

componente espacial

componente temporal

LA SOCIEDAD MODERNA
=
SOCIEDAD DE LA INFORMACION

ROL DE LOS SIG EN ESTA SOCIEDAD:

GESTIONAR Y ANALIZAR INFORMACIÓN **ESPACIAL**
PARA PODER **CONTESTAR PREGUNTAS** DEL TIPO:

¿QUÉ?
¿DONDE?
¿CUÁNDO?

+ UNA MULTITUD DE OTRAS PREGUNTAS **DERIVADAS** DE
ESTAS PREGUNTAS BÁSICAS

¿ COMO DEFINIR LO QUE ES UN SIG ?

SIG

=

MULTIPROPOSITO

- Los SIG sirven para ***representar*** y ***gestionar grandes volúmenes*** de datos sobre ciertos ***aspectos*** del ***mundo real*** (Martin, 1991)
- Frecuentemente, son orientados a ***facilitar información*** para la ***toma de decisiones*** (NCGIA, 1990)

¿ COMO DEFINIR LO QUE ES UN SIG ?

- Son diseñados para trabajar con ***datos georeferenciados*** mediante coordenadas espaciales o geográficas (Star & Estes, 1990)
- Un conjunto de ***procedimientos manuales o computarizados*** usado para ***almacenar*** y ***tratar datos referenciados geográficamente*** (Aronoff, 1989)
- Un potente conjunto de ***herramientas*** para ***recolectar, almacenar, recuperar*** a voluntad, ***transformar*** y ***presentar datos espaciales*** procedentes del ***mundo real*** (Burrough, 1986)

¿ COMO DEFINIR LO QUE ES UN SIG ?

- Una ***entidad institucional*** reflejo de una ***estructura organizativa*** que integra ***tecnología*** con una ***base de datos, expertos*** y una ***financiación continúa*** en el tiempo (Carter, 1989)
- Un sistema de ***ayuda a la decisión*** que integra ***datos referenciados espacialmente*** en un contexto de ***resolución de problemas*** (Cowen, 1988)
- Un sistema que utiliza una ***base de datos espacial*** para generar ***respuestas*** ante ***preguntas*** de ***naturaleza geográfica*** (Goodchild, 1985)

¿ COMO DEFINIR LO QUE ES UN SIG ?

- Un sistema para la ***captura, almacenamiento, corrección, manipulación, análisis y presentación*** de ***datos*** que están ***espacialmente referenciados*** sobre ***la tierra*** (Department of the Environment, EE.UU., 1987)
- Un sistema ***computarizado*** compuesto de ***hardware, software, datos y aplicaciones*** que es usado para ***registrar digitalmente, editar, modelizar y analizar datos espaciales***, y ***representarlos*** en forma alfanumérica y gráfica (Hewlett Packard, 1993)

¿ COMO DEFINIR LO QUE ES UN SIG ?

Definición NCGIA:

El SIG 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*** (definición NCGIA)

(NCGIA = National Center for Geographic Information and Analysis (EE.UU.))

¿ COMO DEFINIR LO QUE ES UN SIG ?

DEFINICIONES ANTERIORES:

- ALGUNAS: ACENTO EN SIG COMO **BASE DE DATOS**
- OTRAS: ACENTO EN SUS **FUNCIONALIDADES**
- TODAVÍA OTRAS: ACENTO EN SIG COMO **SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN**

PERO TODOS: COMO **PUNTO CENTRAL:** TRABAJAR CON **INFORMACIÓN GEOGRÁFICA** (DATOS GEOREFERENCIADOS)

¿ COMO FUNCIONA UN SIG ?

Un SIG descompone la realidad en distintos **temas**, es decir, en distintas **capas o estratos de información** de la zona que se desea estudiar: el relieve, los suelos, los rios, etc.

El analista puede **trabajar sobre cualquiera** de esas mapas según las **necesidades del momento**.

Pero la **gran ventaja** de los SIG es que pueden **relacionar** las distintas **capas entre si**.

⇒ les da una gran capacidad de análisis a los SIG

⇒ capas pueden ser combinadas algebraicamente para producir mapas derivados, que representen situaciones reales o hipotéticas (Cebrián, 1988)

LAS CAPAS DE INFORMACIÓN EN UN SIG

Cada capa de información en un SIG contiene:

información **'cartográfica'**

información **alfanumérica**

LAS CAPAS DE INFORMACIÓN EN UN SIG

Hay distintas formas de almacenar esas informaciones, pero la más clara consiste en el uso de 2 ficheros:

1 fichero: información cartográfica (*¿mapa digital?*)

connección bidireccional

1 fichero: información alfanumérica

LAS CAPAS DE INFORMACIÓN EN UN SIG

La conexión bidireccional permite hacer consultas en ambos sentidos:

- CONSULTA ESPACIAL: tu defines ¿ donde ?
el sistema te contesta ¿qué ?

- CONSULTA TEMÁTICA: tu eliges ¿qué?
el sistema te muestra ¿donde?

LAS CAPAS DE INFORMACIÓN: LA PARTE ESPACIAL

La parte espacial en las capas de información:

- no sólo contiene información acerca de la **LOCALIZACIÓN** de los objetos en el espacio
- también contiene información acerca de las **relaciones existentes** entre los diferentes objetos: la **TOPOLOGÍA**

LAS CAPAS DE INFORMACIÓN: LA PARTE ESPACIAL

¿ Qué nos permite la parte espacial ?

GEOREFERENCIACIÓN (LOCALIZACIÓN)

- permite calcular distancias entre 2 objetos
- permite calcular superficie de un área

(aspectos cuantitativos)

LAS CAPAS DE INFORMACIÓN: LA PARTE ESPACIAL

¿ Qué nos permite la parte espacial ?

TOPOLOGÍA

- hace del SIG un sistema inteligente: el sistema SABE, no sólo despliega
- por ejemplo: una parcela => el sistema sabe cuáles son las parcelas colindantes
- por ejemplo: 2 carreteras => el sistema sabe si están conectadas o no

(aspectos cualitativos)

LAS CAPAS DE INFORMACIÓN: LA PARTE ESPACIAL

Las relaciones topológicas:

- son aquellas que **permanecen invariables** bajo las transformaciones afines, como cambio de escala o rotación de un mapa (o cambio de proyección)
- las **principales relaciones topológicas** que son incluidas en (la mayoría de) los SIG:

CONECTIVIDAD

CONTIGUIDAD

INCLUSIÓN

¿ SIG = NECESARIAMENTE COMPUTARIZADO?

- ¿ Es necesario que un SIG sea computarizado para poder ser un SIG?

Consideramos lo siguiente: un conjunto de varios **mapas analógicos** (en papel) podría constituir un SIG 'no computarizado', ya que (Star & Estes, 1990):

- contiene información georeferenciada
- la información puede ser tratada y analizada mediante una cantidad de técnicas, en este caso técnicas manuales
- el mapa constituye el medio para almacenar y representar la información geográfica

DIFERENCIA ENTRE UN SIG NO COMPUTARIZADO Y UN SIG COMPUTARIZADO

un SIG no computarizado

- un set de mapas analógicas => puede ser considerado como un SIG no computarizado (ejemplo anterior)

un SIG computarizado

- la principal diferencia entre un SIG computarizado y un SIG no computarizado está en que en un SIG computarizado el **almacenamiento** y la **presentación** de la información constituyen **2 procesos separados**

**DIFERENCIA ENTRE UN SIG NO computarizado Y UN SIG
computarizado**

**En la actualidad, cuando se habla de SIG, se
refiere a un SIG computarizado**

OBSERVACIONES MUY IMPORTANTES

Acercas de lo que es y lo que no es un SIG (ESRI, 1993):

1. 'Un SIG no es sólo un sistema informático para dibujar mapas, aunque permite realizar mapas a escalas diversas, con distintas proyecciones y con varios colores. Un SIG es una herramienta de análisis. La gran ventaja de un SIG es que permite identificar relaciones espaciales entre las distintas informaciones que contiene un mapa.'

OBSERVACIONES MUY IMPORTANTES

Acerca de lo que es y lo que no es un SIG (ESRI, 1993):

2. 'Un SIG no almacena un mapa de forma convencional. Al contrario, un SIG guarda los datos a partir de los cuales se puede crear la representación adecuada a un propósito específico o generar nuevos mapas mediante las herramientas de análisis del sistema.'

PARA EFECTUAR ANÁLISIS ¿ ES NECESARIO TENER UN SIG?

Un ejemplo: pantano con colonias de garzas

- algunas colonias están ubicadas en los arboles
- otras colonias están ubicadas en vegetación baja (juncos)

Tenemos que contestar la siguiente pregunta:

- *¿cuál es el promedio de huevos por nido?*

⇒ es una consulta **no espacial**, dentro de **una misma capa** de información, se puede resolver fácilmente sin SIG

PARA EFECTUAR ANÁLISIS ¿ ES NECESARIO TENER UN SIG?

Tenemos que contestar la siguiente pregunta:

- *¿cuál es el promedio de las distancias mínimas entre 2 colonias?*

⇒ es una consulta netamente **espacial**, utilizando **una misma capa** de información, conviene disponer de un SIG para resolverla

PARA EFECTUAR ANÁLISIS ¿ ES NECESARIO TENER UN SIG?

Tenemos que contestar la siguiente pregunta:

- *¿compare el promedio de huevos por nido entre las colonias ubicadas en arboles y las que están ubicadas en vegetación baja ?*

⇒ es una consulta del tipo **mezclado**, donde **predomina** el aspecto **temático (no espacial)**, se utilizan **2 diferentes capas** de información, conviene disponer de un SIG para resolverla; dependerá de la organización de la información si se puede contestar fácilmente sin SIG o no.

PARA EFECTUAR ANÁLISIS ¿ ES NECESARIO TENER UN SIG?

Tenemos que contestar la siguiente pregunta:

- *¿cuál es la distancia promedio entre una colonia y el cuerpo de agua más cercano?*

⇒ es una consulta del tipo **mezclado**, donde **predomina** el aspecto **espacial**, se utilizan **2 diferentes capas** de información, se requiere de un SIG para resolverla

COMPONENTES DE UN SIG

HARDWARE

SOFTWARE

DATOS

PERSONAL CAPACITADO

APLICACIONES

COMPONENTES DE UN SIG

- HARDWARE
- SOFTWARE
- DATOS
- PERSONAL CAPACITADO
- APLICACIONES

¿ contexto
organizacional
adecuado ?

¿SI?

SIG
exitoso

¿NO?

problemas

COMPONENTES DE UN SIG

En el **contexto organizacional**, se puede diferenciar entre:

- un **SIG mono-usuario**: basado en un **PC**
(sistema operativo: DOS, Win98, Win NT Workstation,...)
- un **SIG multi-usuario**: basado en una **arquitectura de servidor <=> clientes**
(sistema operativo: Win NT, UNIX, ...)

COMPONENTES DE UN SIG

HARDWARE:

CPU, Central Processing Unit

- un PC o Estación de Trabajo
 - o
- un sistema de arquitectura servidor - clientes

COMPONENTES DE UN SIG

HARDWARE:

Periféricos de captura de la información:

- tabla o mesa digitalizadora
- escanner
- lector de formatos digitales (lector de CD, de diskette, de cinta magnética,...)

COMPONENTES DE UN SIG

HARDWARE:

Periféricos de salida, para la presentación de los resultados:

- pantalla gráfica + alfanumérica
- printer
- plotter

COMPONENTES DE UN SIG

HARDWARE:

Periféricos de almacenamiento de la información:

- CD Writer
- Disketera
- Cinta magnética
- (impresora, plotter,...)

COMPONENTES DE UN SIG

SOFTWARE:

- Diferenciamos softwares **comerciales** (ejemplo: ARC/INFO) y **no comerciales** (ejemplo: GRASS)
- Muchas veces: se trata de un software modular
 - modulo para captura de datos
 - modulo para almacenamiento
 - modulo para edición
 - modulo para análisis
 - modulo para representación
 - ...

COMPONENTES DE UN SIG

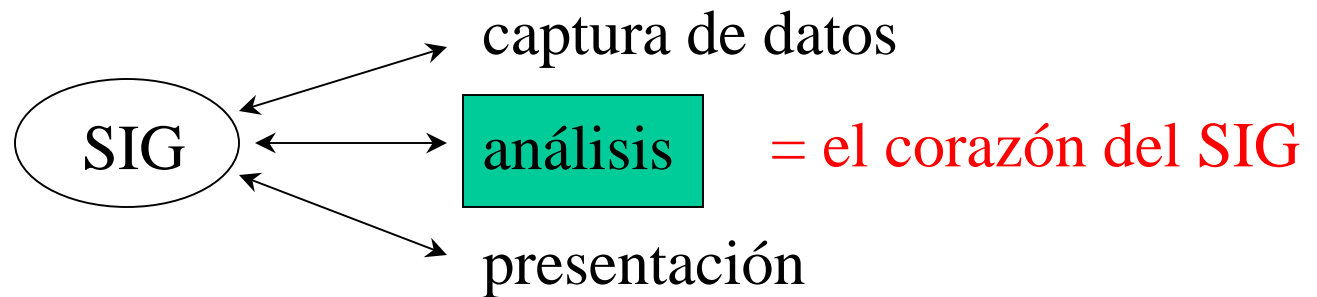
SOFTWARE:

Diferenciamos entre:

- los sistemas VECTORIALES
- los sistemas RASTER
- los sistemas MEZCLADOS

COMPONENTES DE UN SIG

¿ Como juzgar si el **conjunto de hard- y software** conforma una buena base para un SIG ?



Los SIG han sido diseñados para el análisis de la información, y no necesariamente para la captura o la producción de mapas

COMPONENTES DE UN SIG

Si el **análisis espacial** no es tu **objetivo principal**, deberías re-evaluar la validez de tu interés en 'armar un SIG'

Otros sistemas, mucho **más baratos** y de **aprendizaje más simple**, podrán servirte más que los SIG (por ejemplo, los sistemas CAD,...)

COMPONENTES DE UN SIG

DATOS:

¿ Qué ? Una representación simplificada del mundo real

¡TALÓN DE AQUILES DE MUCHOS SIG!

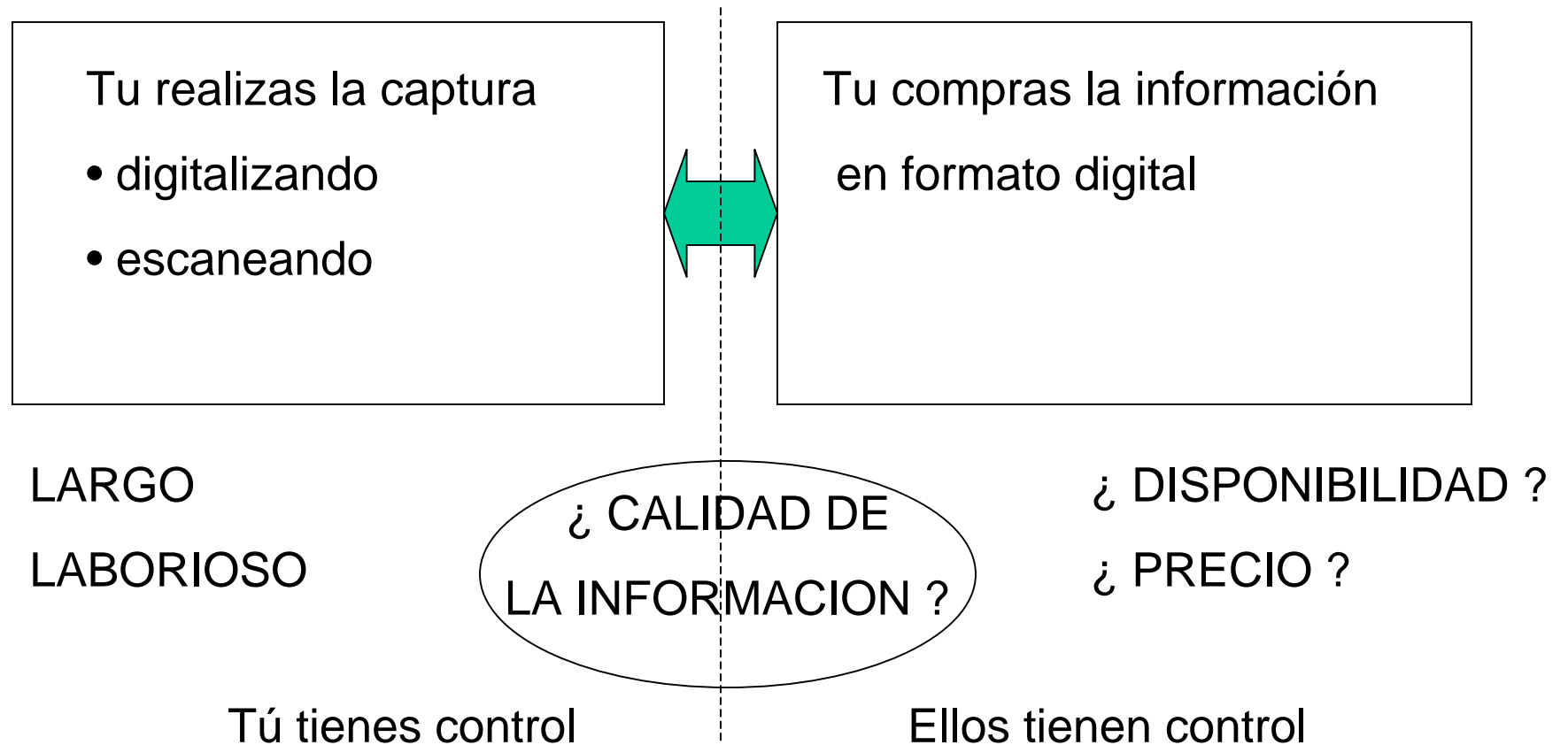
(pero la disponibilidad de datos ya ha mejorado mucho durante los últimos años; pensamos por ejemplo en la teledetección)

(ahora es muchas veces el encontrar personal capacitado)

COMPONENTES DE UN SIG

DATOS:

Conseguir los datos necesarios para tu proyecto SIG

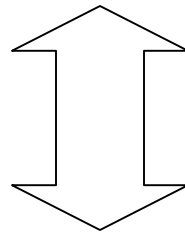


COMPONENTES DE UN SIG

DATOS:

Conseguir los datos necesarios para tu proyecto SIG

En muchos proyectos SIG es la captura de información que constituye la fase más larga



¡ Lo esencial del SIG = ANALISIS !

COMPONENTES DE UN SIG

PERSONAL CAPACITADO:

SIG

- ⇒ carácter interdisciplinario
- ⇒ enraizado en la Geografía

¡compare con la estadística: viene del campo de la matemática, pero se utiliza en una variedad de disciplinas, por ejemplo en la biología!

Hay que tener noción de los conceptos básicos de las diferentes ciencias vinculadas a los SIG

COMPONENTES DE UN SIG

PERSONAL CAPACITADO:

OBSERVACIONES:

1. ¿SIG = herramienta, instrumento ?
¿SIG = ciencia ?

⇒ Se trata de manejar **conceptos**, entender lo que pasa, no sólo saber 'apretar botones de un software específico

COMPONENTES DE UN SIG

PERSONAL CAPACITADO:

OBSERVACIONES:

2. Algunos dicen: SIG = una peligrosa forma de trabajar alejada de la realidad. El trabajo de campo quedaría eclipsado por una excesiva dedicación al computador

Es importante destacar que los **dos componentes** deben ser **complementarios**, si se quiere evitar hacer mal uso del SIG

COMPONENTES DE UN SIG

PERSONAL CAPACITADO:

OBSERVACIONES:

3. Mucha gente capacitada en SIG o que todavía se está capacitando encuentra empleo muy rápido (antes de terminar su formación)

Es importante destacar que la sociedad necesitará gente que se perfeccione

- autodidactos \Leftrightarrow literatura disponible (¡inglés!)
- perfeccionamiento a través de posgrado

COMPONENTES DE UN SIG

¿ Mi SIG es un buen SIG ?

Conclusión: tu SIG no es ArcView, ni Idrisi, ni

sino toda la **entidad institucional** en el que se está usando dicho software, es decir el conjunto de hardware, software, datos, personal (**'brainware'**) y aplicaciones

En este sentido, igual como el eslabón más débil define la resistencia de una cadena, es el **componente más débil** que definirá la **calidad final y el éxito de tu SIG.**

COMPONENTES DE UN SIG

¿ Mi SIG es un buen SIG ?

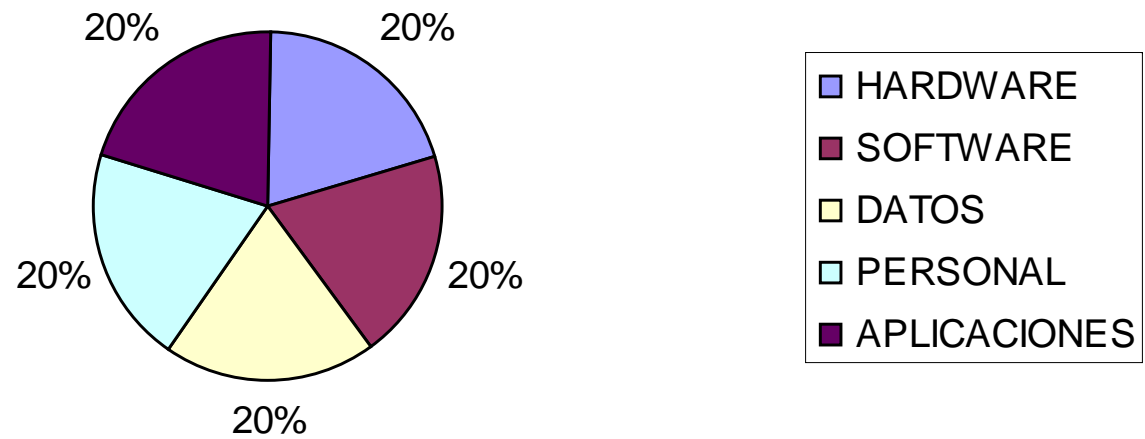
Ejemplos:

- muy buena infraestructura, pero personal no capacitado => SIG mediocre hasta malo
- personal muy capacitado, pero muy mala infraestructura => SIG ????
- buena infraestructura y personal muy capacitado pero no aplicaciones => ????

¡CREATIVIDAD!

COMPONENTES DE UN SIG

EQUILIBRIO ENTRE LOS COMPONENTES DE UN SIG



LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Kemp, Goodchild & Dodson (1992)

La realidad representada por la información geográfica es frecuentemente continua y siempre infinitamente compleja, por lo que tiene que ser 'discretizada', abstraída, generalizada o interpretada para su posterior tratamiento y análisis

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

La matriz geográfica de Berry

- ***examinar una fila*** = analizar la variación espacial de una variable
(= analizar un mapa temático en un SIG moderno)
- ***comparar 2 filas*** = analizar covariación espacial de 2 variables
(= comparar 2 mapas temáticos en un SIG moderno)

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

La matriz geográfica de Berry

- Luego Berry introdujo nueva dimensión en su matriz: el **tiempo**

La matriz geográfica de Berry constituye conceptualmente un claro antecedente de los SIG

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

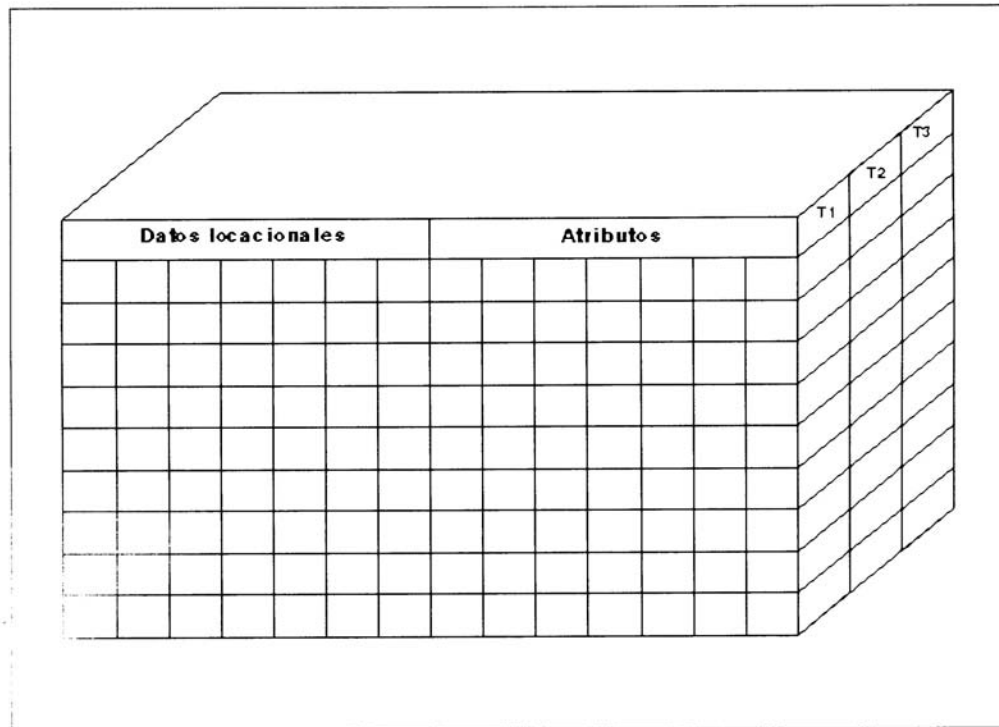
La matriz geográfica adaptada de Dangermond

- **Dangermond**, actual presidente de ESRI, en 1983 adaptó el esquema de Berry: incluyó los **datos locacionales** junto a los atributos en la matriz 3D
- Reorganizó la información en la matriz: **atributos** en **columnas**, igual como en las **bases de datos**

La matriz de Dangermond permite no sólo conocer los atributos de un objeto, pero también conocer su localización en el espacio. Ademñas, a través de esta información se pueden deducir relaciones espaciales existentes entre diferentes objetos

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

La matriz geográfica adaptada de Dangermond



LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Las unidades de observación:

¿Cómo obtener información para llenar las celdas de la matriz geográfica?

La unidad de observación = la unidad sobre la que se efectúe la medición de una característica

En los SIG, hay 2 aproximaciones fundamentales a la cuestión de qué se toma como unidad de observación:

- *la aproximación RASTER*
- *la aproximación VECTOR*

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

- ***La aproximación RASTER***

Se trabaja con unidades artificiales, obtenidas mediante la superposición de una malla regular sobre el área de estudio.

- ***La aproximación VECTOR***

Se considera que existen unidades individualizadas en el espacio geográfico en tanto que poseen determinadas propiedades: entidades del mundo real; pueden ser naturales (un lago,...) o hechos por el hombre (una ciudad).

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

El problema de la unidad espacial modificable (Modified Areal Unit Problem, MAUP):

Cuando se utilizan unidades de observación de carácter artificial (arbitrario) para la obtención de información geográfica, las fronteras de las entidades no son naturales, ni fijas.

En este caso, en situaciones extremas, se puede demostrar una cosa o la contraria con sólo modificar los límites de las unidades espaciales

Ejemplo: (pag 62)

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Las 3 componentes de la información geográfica

- componente espacial ¿DONDE?
- componente temática ¿QUÉ?
- componente temporal ¿CUÁNDO?

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

LA COMPONENTE ESPACIAL

- La localización geográfica
- Propiedades espaciales
- Relaciones espaciales entre objetos

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

La localización geográfica

- definido a través de un sistema de coordenadas
- debe ser el mismo para los diferentes capas

(SIG puede hacer transformaciones de un sistema de coordenadas a otro)

VECTOR: punto: par de coordenadas LAT-LONG o X-Y

RASTER: celda: número de fila y de columna

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Propiedades espaciales

Los objetos geográficos tienen ciertas propiedades, por ejemplo:

- línea: longitud, forma, orientación,...
- polígono: superficie, perímetro,...

Algunas propiedades: son calculadas automáticamente en los SIG y almacenadas en la base de datos, por ejemplo: longitud (líneas), perímetro y área (polígono)

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Propiedades espaciales

IMPORTANTE:

diferenciar entre propiedades espaciales de los objetos del mundo real y de su representación

la diferencia entre ambas dependerá de la escala de trabajo, de la precisión (instrumento de medición y forma de almacenar), exactitud,

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Relaciones espaciales

Puede existir un número elevado de relaciones espaciales entre los diferentes objetos

- Algunas serán explícitamente definidas en el SIG (por ejemplo, en muchos SIG: contigüidad)
- Otras deben ser calculadas cuando necesario (por ejemplo: en muchos SIG: proximidad)

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Relaciones espaciales

Se puede diferenciar entre:

- Relaciones topológicas (cualitativo)
- Relaciones geométricas (cuantitativo)

Cambio de proyección: afecta a las relaciones geométricas, no a las topológicas

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

LA COMPONENTE TEMÁTICA

- autocorrelación espacial
- autocorrelación temporal
- tipos de variables
- escalas de medida

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Autocorrelación espacial y temporal

Es posible encontrar ciertas regularidades en la variación de un atributo, tanto sobre el espacio como sobre el tiempo

- autocorrelación espacial
- autocorrelación temporal

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Autocorrelación espacial

- Los objetos **tienden** a ser más parecidos entre objetos próximos en el espacio que entre objetos situados lejos los unos de los otros
- El **principio** de la autocorrelación espacial es **básico** en la **Geografía** y en los **SIG**
- El principio parece cumplirse no sólo para **variables** de tipo **físico** sino también en las de tipo **humano**:

Ejemplos: el relieve, las precipitaciones, las temperaturas, densidad poblacional, ...

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Autocorrelación temporal

- Los cambios que se producen en el tiempo **tienden** a ser graduales
- Principio de las **Ciencias Sociales**
- De otra forma: las distribuciones espaciales se modifican paulatinamente a lo largo del tiempo, de manera que cabe esperar cambios tanto mayores cuanto mayor sea el tiempo transcurrido

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Tipos de variables

- variables **continuas** versus variables **discretas**

- variables **fundamentales** versus variables **derivadas**

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Variables continuas versus variables discretas

Ejemplo: elevación de un punto = variable continua; puede ser cualquier valor; siempre es posible determinarlo con aún más precisión

Ejemplo: población de una ciudad = variable discreta: sus valores sólo pueden ser números enteros, puede ser exactamente determinado

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Variables fundamentales y variables derivadas

- las variables fundamentales son obtenidas directamente, mientras que las derivadas son el producto de alguna operación aritmética entre 2 o más variables fundamentales (Bosque, 1992)

Ejemplo:

número de habitantes = variable fundamental

densidad poblacional = variable derivada

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Variables fundamentales y variables derivadas

Observaciones importantes:

- Basta con cargar en la base de datos las variables fundamentales, ya que las derivadas se pueden calcular dentro del SIG
- Variables discretas pueden almacenarse como números enteros, lo cual supone un mejor consumo de espacio en la memoria, mientras que para variables continuas, se requiere números reales, lo que ocupa más memoria

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Escala de medida

- escala nominal
- escala ordinal
- escala de intervalo

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Escala de medida

ESCALA NOMINAL:

- se establece simplemente una diferenciación, una clasificación de las unidades espaciales en categorías o clases. No se trabaja propiamente con valores numéricos, sino nominales (nombres o etiquetas)

ESCALA ORDINAL:

- no sólo se establece una diferenciación, sino también una jerarquización, un orden jerárquico entre las diferentes unidades espaciales.

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Escala de medida

ESCALA DE INTERVALO:

- no sólo establece una diferenciación y una jerárquización, sino que además indica la distancia que existe entre las distintas unidades espaciales.

La escala de intervalo ofrece una información mucho más rica que la ordinal

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Variante de ESCALA DE INTERVALO:

- La **escala de razón o proporción** también establece una diferenciación, jerárquización y distancia entre las unidades espaciales, pero tiene la particularidad de que la razón de dos valores cualesquiera es independiente de la unidad de medición.

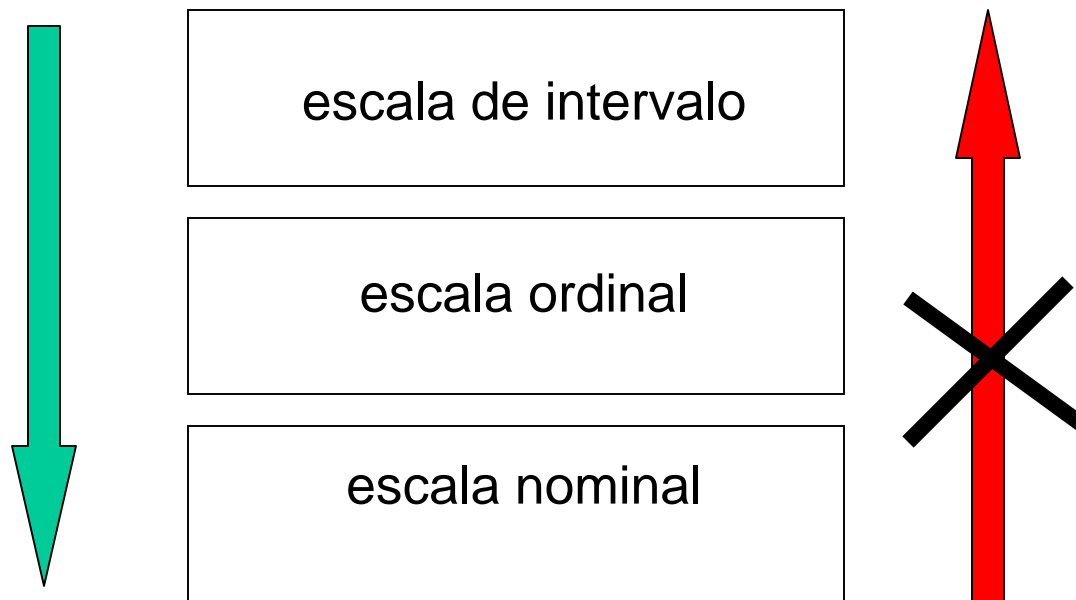
Ejemplo:

- un municipio puede tener 2 veces más renta per capita comparado con otro, no importa si la renta se expresa en dolares o pesos
- no es el caso cuando por ejemplo se trabaja con temperaturas \Leftrightarrow la razón no se mantendrá cuando se cambia de Celsius a Fahrenheit

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

- escala nominal: variables cualitativas
- escala de intervalo: variables cuantitativas
- Las escalas de medida superior ofrecen una información más rica que las inferiores, y más posibilidades en cuanto a su análisis estadístico
- Es posible pasar de una escala de medida superior a otra inferior, pero no al revés (ver FIGURA)

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS



LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

LA COMPONENTE TEMPORAL

Los geógrafos clásicos franceses:
L'histoire explique le présent
(La Historia explica el presente)

Ejemplo: estado de eutrofización de un cuerpo lacustre = no sólo efecto del uso actual del suelo, pero de lo que pasó durante las décadas anteriores en la cuenca

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

La componente temporal

- Cambios en las componentes espacial y temática: las formas más comunes de representar los procesos espacio-temporales son las siguientes:

- secuencia de mapas
- mapa de diferencias temporales
- mapa animado

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

secuencia de mapas: una sucesión de 'tomas instantáneas', a determinados momentos temporales, de una característica, por ejemplo el uso del suelo

mapa de diferencias temporales: muestra las diferencias (temáticas-espaciales) entre dos momentos temporales. Se puede trabajar tanto con variables cuantitativas (cambios en precipitación anual) como con variables cualitativas (cambios en uso del suelo)

LA NATURALEZA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

mapa animado:

Son enormemente expresivos a la hora de mostrar procesos espacio-temporales

Para hacer más suave el paso de un mapa a otro es necesario incluir una gran cantidad de cortes temporales; además la variable en cuestión debe presentar una alta autocorrelación temporal

Ejemplo: mapa animado de temperaturas de la superficie del oceano, la información es obtenida a través de la interpretación de imágenes de satélite obtenidas de forma periódica (puede ser diario en el caso del satélite NOAA)

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

ERRORES EN LOS DATOS GEOGRAFICOS

DEFINICION: Error = desviación ('distancia') entre un valor medido y un valor real

Siempre hay algún tipo de error. El **error** se **produce** en distintas etapas de la **representación** de la realidad y en el **análisis** en un SIG. Puede aplicar a **las 3 componentes** de los datos (temática, espacial, temporal)

NUESTRO OBJETIVO:

- ¿Eliminar todos los errores? => **NO, imposible**
- ¡¡Controlar el error!! => **SI**

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

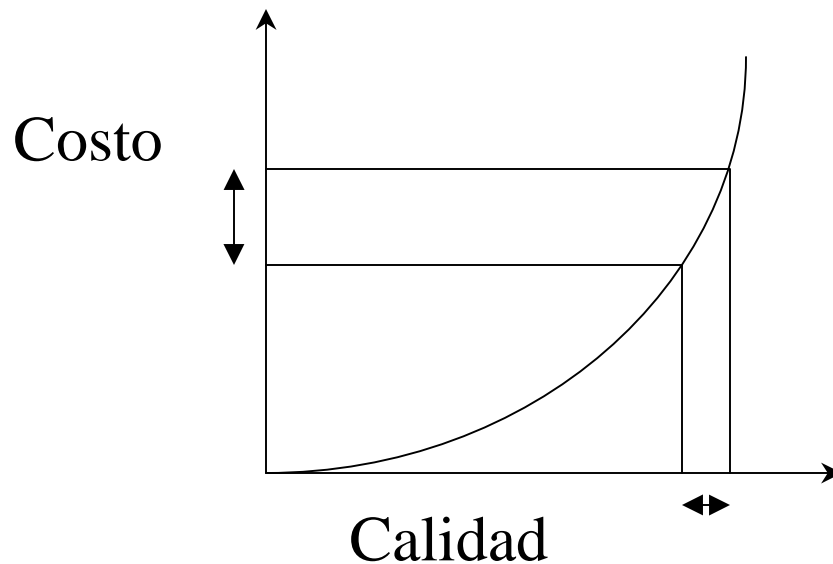
Para cada proyecto, hay que **fixar el nivel de calidad requerido**
= función (**necesidades reales** del estudio que se realice)

- **EXACTITUD** = la proximidad de una observación (medición) a su valor real
- **PRECISIÓN** = número de decimales con que se efectúa una medición

Ejemplo: una medición puede ser muy precisa, pero poco exacto

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

- En general: mayor exactitud = mayor coste \Leftrightarrow no siempre justificado
- A partir de un determinado nivel de calidad, el aumento del costo por unidad de aumento de calidad es desproporcionado
- Relación costo & calidad: 'Calidad óptima' = calidad mínima requerida'



CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

COMPONENTES EN LA CALIDAD DE LOS DATOS

1. EXACTITUD POSICIONAL
2. EXACTITUD TEMÁTICA
3. CONSISTENCIA LÓGICA
4. TEMPORALIDAD
5. INTEGRIDAD

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

1. EXACTITUD POSICIONAL

Exactitud en la localización de los elementos sobre el mapa (o definición digital de esta localización en la base de datos, a través de sets de coordenadas) en relación con la posición que realmente ocupan en el espacio

¡ IMPORTANTE ! Un error de 1mm en la localización en un mapa escala 1:10.000 significa un error de 10 m en la realidad

La exactitud posicional se puede verificar sobre una serie de puntos de los que se conoce exactamente su localización real en el espacio

(TEST DE EXACTITUD POSICIONAL, Aronoff, 1989)

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

2. EXACTITUD TEMÁTICA

Se refiere a la exactitud de los valores de atributos; estos pueden ser:

- variables cuantitativas (elevación,...)
- cualitativas (uso del suelo,...)

Ejemplo: Un bosque de pino puede no contener exclusivamente pinos en el 100% de su superficie

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

3. CONSISTENCIA LÓGICA

Se refiere a la ausencia de errores en la descripción de las relaciones espaciales existentes entre los diferentes objetos

Ejemplos:

- un polígono tiene que estar cerrado y debe tener su identificador único y una sola etiqueta
- líneas que intersectan deben tener un nodo en el lugar de la intersección (conectividad)

En general, en la práctica tales errores son detectados cuando el sistema genera topología (ver más adelante)

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

3. CONSISTENCIA LÓGICA

- dentro de una capa temática
- entre diferentes capas

Ejemplo:

Un río es parte de la red hídrica (capa temática)

Al mismo tiempo, en la realidad un segmento de este río coincide con el límite provincial

La representación cartográfica de esta parte del río en la capa temática 'red hídrica' debe ser exactamente igual a la representación cartográfica del límite provincial en la otra capa temática

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

4. TEMPORALIDAD

La información debe ser lo más **actualizada** posible

La información debe estar **referida al mismo tiempo (momento)**

⇒ importante para el uso de los SIG para la gestión: se requiere un constante **labor de actualización**

¡ PELIGRO ! Análisis basado en información, almacenada en una misma base de datos, pero proveniente de diferentes fuentes

⇔ TEMPORALIDAD

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

5. INTEGRIDAD

En el proceso de CREACIÓN de la BASE DE DATOS, hay que FIJAR + APLICAR ciertos CRITERIOS, para que la base sea COHERENTE y HOMOGÉNEA

Ejemplo:

- ¿ qué elementos incluir en la base de datos?
- ¿ qué dimensiones mínimas debe tener un objeto para ser incluido?
- Para describir una variable: ¿ cuántas clases usar ? ¿ cómo definir las clases?

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Aronoff (1989): Tipos de errores

1. errores inherentes a la recogida de información
2. errores derivados de la captura de los datos
3. errores derivados del almacenamiento
4. errores derivados de la manipulación y análisis
5. errores debidos a las salidas cartográficas
6. errores debidos a la utilización de los resultados

Errores en
la base de
datos del
SIG

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

1. errores inherentes a la recogida de información

- errores presentes en mapas, en estadísticas oficiales
- errores generados durante trabajo de campo, durante la interpretación de una imagen de satélite,...

2. errores derivados de la captura de los datos

- errores que se generan al capturar los datos con el computador, son errores que no existen en las fuentes originales
- **Ejemplo:** errores cometidos durante la digitalización manual

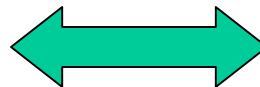
CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

3. errores derivados del almacenamiento

Errores debido al *nivel de precisión* con la que se almacenan los datos en *forma digital*:

- **single precision** (precisión simple): 32 bits => almacena los datos con 7 dígitos significativos
- **double precision** (precisión doble): 64 bits => 15/16 dígitos significativos

EXACTITUD



CONSUMO DE
MEMORIA

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

4. errores derivados de la manipulación y el análisis

Ejemplo: generación de una nueva capa temática a través de la superposición de 2 o más capas temáticas: se pueden generar **polígonos ficticios** o '**SLIVERS**'

- 2 factores que favorecen la generación de SLIVERS son:
 - la cantidad de capas usadas para la superposición
 - cuanto más precisa la definición de los límites de los objetos espaciales, más fácil que se genera un error

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

5. errores debidos a las salidas cartográficas

CAUSA:

- ***los dispositivos de salida***: características técnicas del monitor, de la impresora,...
- ***el material usado***: por ejemplo papel => deformable por condiciones de humedad, temperatura,...

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

6. errores debidos a la utilización de los resultados

- Los resultados pueden ser utilizados de forma ***inapropiada, sin considerar el nivel de exactitud***
- Los resultados pueden ser ***malinterpretados (intencionalmente - no intencionalmente)***

⇒ Puede resultar en **conclusiones equivocadas**

MODELOS Y ESTRUCTURAS DE DATOS

Mundo real = enormemente rico y variado
investigador

simplificación de la realidad
mediante un modelo

SIG

modelos de datos:

2 aproximaciones básicas

VECTORIAL

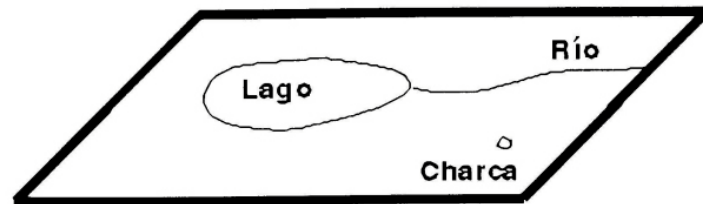
RASTER

MODELOS Y ESTRUCTURAS DE DATOS

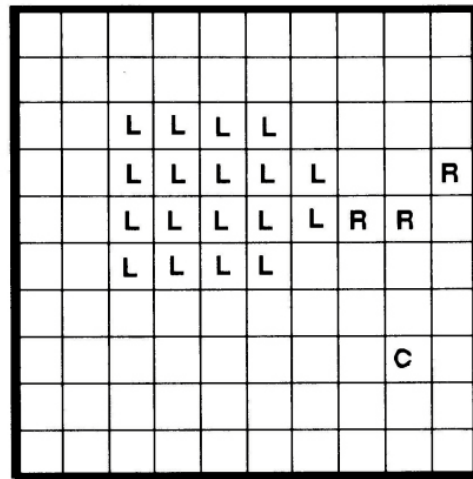
- **Modelo de datos:** la conceptualización del espacio

- **Estructura de datos:** la implementación de esa conceptualización en el computador

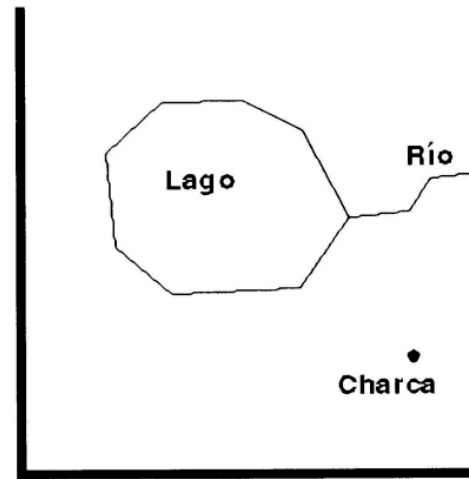
MODELOS DE DATOS



A. MUNDO REAL



B. REPRESENTACION RASTER



C. REPRESENTACION VECTORIAL

MODELOS DE DATOS

- **El modelo vectorial:** el mundo real se divide en entidades: son las propiedades no-espaciales que constituyen el criterio de diferenciación : las entidades son representados por medio de objetos
- entidad = un elemento que no puede ser subdividido en unidades menores del mismo tipo
- objetos = la representación digital de ese fenómeno
- tipos de entidades = división por tema
- tipos de objetos espaciales: puntos, líneas y polígonos

MODELOS DE DATOS

- **El modelo raster:** la zona de estudio es compartimentado en porciones de igual tamaño y forma (celdas) mediante la superposición de una retícula regular; a continuación se registran las propiedades de esas 'celdas' en capas temáticas; celdas = suelen ser cuadrados o rectangulares
- El modelo raster = una aproximación de la realidad basada en objetos elementales (celdas)

EL MODELO RASTER

VALORES DE LAS CELDAS

		Columnas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Filas	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1
	2	1	1	1	1	3	3	3	1	1
	3	2	2	1	3	3	3	3	1	1
	4	1	1	1	3	3	3	1	1	1
	5	1	1	3	3	3	3	1	2	2
	6	1	3	3	3	1	1	2	2	2
	7	1	3	3	3	1	1	2	2	2

USOS DEL SUELO

1 = Cereal

2 = Olivar

3 = Regadío

MODELOS DE DATOS

- **¿Cuándo utilizar el modelo vectorial y cuándo el modelo raster?**
- **EN GENERAL:**
- Elementos naturales del paisaje = normalmente no poseen bordes marcados sino zonas de transición => más adecuadamente representado con el modelo raster
- Elementos que son resultado de la acción del hombre = bordes nítidos => mejor representados con el modelo vectorial

MODELOS DE DATOS

- **¿Cuándo utilizar el modelo vectorial y cuándo el modelo raster?**
- **Otro criterio:**
- el tipo de variación espacial que presenten los datos
 - **variación continua:** (altitud, temperatura) => más frecuente trabajar con RASTER
 - **variación discreta:** (uso del suelo)
- **isolíneas**

COMPARACION MODELOS DE DATOS RASTER Y VECTORIAL

Modelo **RASTER**

ventajas

- estructura de datos simple
- superposición de mapas = fácil y eficiente
- más eficiente para representar una variación espacial muy alta
- requerido para eficiente tratamiento de imágenes digitales

Modelo **VECTORIAL**

ventajas

- genera estructura de datos más compacta
- codificación eficiente de topología
- más adecuado para salidas gráficas (mapas) de alta calidad

COMPARACION MODELOS DE DATOS RASTER Y VECTORIAL

Modelo **RASTER**

desventajas

- estructura de datos menos compacta
- más difícil representar ciertas relaciones topológicas
- salida gráfica menos estética

Modelo **VECTORIAL**

desventajas

- estructura de datos más compleja
- superposición de mapas más difícil
- poco eficiente cuando variación espacial muy alta
- tratamiento de imágenes digitales no se puede realizar de manera eficiente

COMPARACION MODELOS DE DATOS RASTER Y VECTORIAL

EL MODELO RASTER

- habitualmente una retícula rectangular compuesta por celdas cuadradas
- una celda = indivisible
- una celda = identificable por su número de fila y columna
- celda = pixel ('**picture element**')
- para una misma capa temática, una celda puede tener un sólo valor de atributo
- es como un mosaico, compuesto de teselas (= las celdas)
=> **teselaciones regulares**

EL MODELO RASTER

- en el modelo raster, no se conoce con exactitud ni la posición exacta ni la forma o el tamaño de un elemento
- se obtiene una aproximación de estas características
- la aproximación se puede mejorar incrementando el nivel de resolución, es decir, trabajar con celdas más pequeñas
- modelo raster: representar:
 - elementos del mundo real
 - variables que presentan una variación continua sobre el espacio (por ejemplo: modelo de elevación)

EL MODELO RASTER

- capas o estratos de información
- distintas variables => distintas capas de información
- todas las capas deben basarse en la misma retícula para facilitar las comparaciones entre capas (relacionar capas entre si, superposición, álgebra de mapas)

EL MODELO RASTER

principales conceptos aplicados a una capa de un SIG raster (NCGIA, 1990)

resolución:

- ‘la dimensión lineal mínima de la unidad más pequeña del espacio geográfico para la que se recogen los datos’
- SIG raster (celdas cuadradas): por ejemplo: 30 * 30 metros, etc.
- cuanto menor la superficie de una celda, mayor es la resolución del modelo y consecuentemente el número de celdas necesarios

orientación:

- ‘el ángulo formado por el norte y la dirección definida por las columnas de la retícula’
- lo habitual es usar un ángulo 0
- sin embargo, en ocasiones puede ser útil adoptar otra orientación

EL MODELO RASTER

principales conceptos aplicados a una capa de un SIG raster (NCGIA, 1990)

zona y clase:

- una **zona** o **región** de un mapa raster es un conjunto de celdas contiguas que representan el mismo valor (por ejemplo: un lago)
- varias zonas que muestran el mismo valor constituyen una **clase**
- los sistemas raster son capaces de reconocer las zonas como tales y realizar mediciones sobre sus propiedades espaciales

valor:

- pueden ser números enteros o reales
- algunos sistemas permiten el uso de valores alfabéticos, pero estos deben ser convertidos en valores numéricos (códigos) antes de poder realizar ciertas operaciones de 'álgebra de mapas')
- en la práctica, resulta más aconsejable trabajar exclusivamente con valores numéricos

EL MODELO RASTER

principales conceptos aplicados a una capa de un SIG raster (NCGIA, 1990)

localización:

- **localización relativa:** el número de fila y de columna permite identificar cada celda y situarla en relación a las demás
- **localización absoluta:** las esquinas del mapa se referencian sobre el espacio utilizando un sistema de coordenadas geográficas; la localización absoluta de cualquier pixel puede entonces ser calculada considerando su localización relativa en combinación con la resolución
- **topología:** está implícita en el mapa; de la localización relativa de las celdas se pueden deducir ciertas relaciones topológicas, como la contigüidad, la proximidad y la orientación relativa

EL MODELO RASTER

almacenar la información de cada capa temática:

algunos SIG: 2 ficheros

- fichero de valores
- fichero de documentación (info acerca de la resolución, orientación, número de filas y columnas, coordenadas X e Y de una esquina de la retícula, etc.)

otros: 1 fichero

- primeras líneas del fichero = 'header' (misma función del fichero de documentación)
- luego: líneas con los valores de atributo para las celdas

EL MODELO RASTER

¿cómo se crea una capa en formato raster a partir de una mapa analógico?

- Tenemos un mapa de uso del suelo en formato vectorial
- ponemos una retícula regular con la resolución deseada sobre el mapa vectorial
- Los contornos de los polígonos no coinciden con las celdas de la retícula
- cuando dentro de una celda aparecen dos usos:
- se opta por asignar a la celda el valor del uso del suelo que ocupa una mayor superficie en la celda
- o el que se registra en el centro de la celda

ESTRUCTURAS RASTER SIMPLES

Estructuras raster simples

-

ESTRUCTURAS RASTER SIMPLES

Estructuras raster simples

- problema = almacenamiento de los valores de las celdas en un fichero informático: elevado número de valores

- formatos: BINARY o ASCII

- por ejemplo:

zona de estudio: 100 km por 50 km

resolución requerida = celdas de 100m * 100m

1000 columnas y 500 filas = 500.000 celdas

ESTRUCTURAS RASTER SIMPLES

Estructuras raster simples

- se han desarrollado varios tipos de estructuras de datos, de las cuales las más difundidas son:
- Enumeración exhaustiva
- Codificación por grupos de longitud variable ('run length encoding')

ESTRUCTURAS RASTER SIMPLES

Enumeración exhaustiva

se almacena uno por uno el valor de cada celda de acuerdo con una secuencia establecida, a muchas veces fila a fila a partir de la celda superior izquierda

observación: los datos en el fichero no deben necesariamente almacenarse respetando la forma de la matriz; también puede almacenarse un valor en cada línea o todos los valores seguidos a lo largo de distintas líneas; el sistema tiene la capacidad de reordenar estos valores por medio de un fichero de información

ESTRUCTURAS RASTER SIMPLES

Enumeración exhaustiva

ESTRUCTURAS RASTER SIMPLES

'Run length encoding'

En este caso la codificación no se hace valor a valor sino por grupos de valores iguales

2 modalidades:

- modalidad estándar: se indica primero longitud, luego valor de cada grupo de valores
- modalidad de punto de valor: se indica primero el valor del grupo y en segundo lugar el número de posición de la celda donde se termina ese grupo (según la secuencia establecida)

ESTRUCTURAS RASTER SIMPLES

'Run length encoding'

Se utiliza como método de compresión => reducir el tamaño de los ficheros

Sobretudo útil en los casos en los que la autocorrelación espacial de los datos es alta

La técnica del 'run length encoding' puede dar aún mejores resultados en el caso de utilizar otros ordenes (secuencias) para el almacenamiento de la información: **ver figura p 94)**

ESTRUCTURAS RASTER JERÁRQUICAS

'QUADTREE' o 'árboles cuaternarios'

- la más popular de las estructuras raster jerárquicas
- resolución variable: las celdas son más pequeñas allí donde se requiere un mayor nivel de detalle
- una forma de ordenar una malla de celdas para optimizar el acceso a los valores temáticos
- suele producir una reducción del tamaño de los ficheros
- alcanza sus mejores resultados cuando aparecen áreas extensas homogéneas

ESTRUCTURAS RASTER JERÁRQUICAS

Conceptualmente, los quadrees se construyen de la siguiente forma:

- todo el mapa => una misma clase => se almacena un sólo valor => proceso terminado
- de no ser así => mapa se divide en 4 partes iguales (cuadrantes)
- para los cuadrantes que contienen más de una clase => se divide otra vez en 4 subcuadrantes, etc.
- Para los cuadrantes que contienen una sola clase => se detiene el proceso
- Se establece un nivel de resolución prefijado para poner límite al número máximo de posibles subdivisiones

ESTRUCTURAS RASTER JERÁRQUICAS

Otra diferencia con modelo raster simples:

modo de referenciar la información (indicación de su localización relativa):

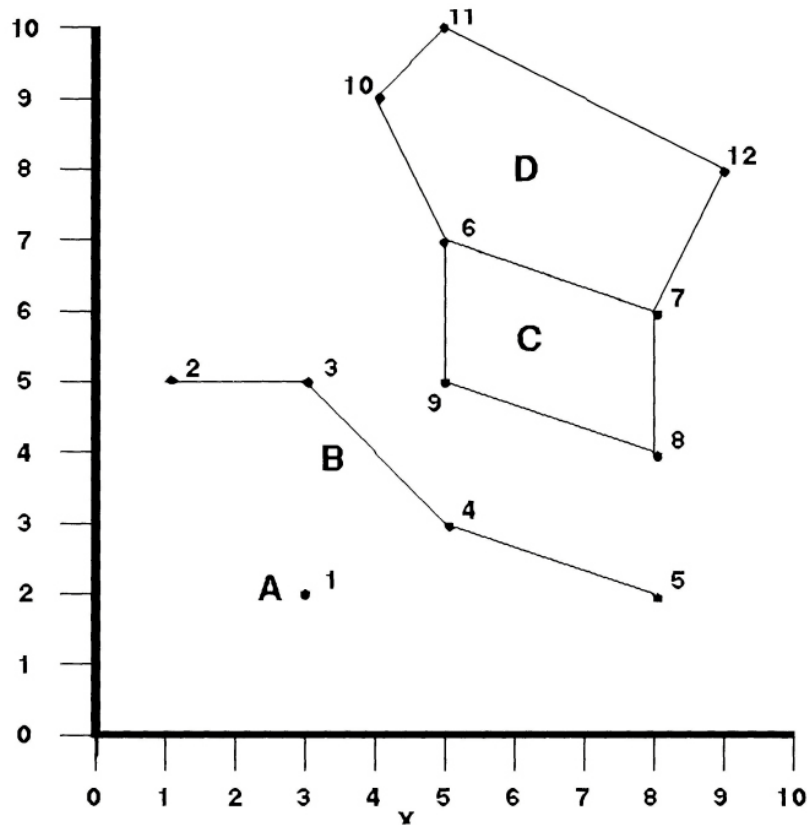
- **número matricial de Morton** = sistema más difundido (existen varios) para identificar los cuadrantes de distinto rango jerárquico (NCGIA, 1990)
- 4 cuadrantes iniciales llevan los números 0,1,2,3; sobre el primer dígito se van añadiendo nuevos dígitos a medida que cada cuadrante se subdivide = estructura arborescente
- observación: nótese que este orden se adapta satisfactoriamente al principio de autocorrelación espacial

ESTRUCTURAS RASTER JERÁRQUICAS

Ventajas de la estructura QUADTREE

- aumento en la velocidad de acceso a los valores temáticos
- reducción del tamaño de los ficheros (cuando la variación espacial es reducida y existen grandes áreas homogéneas)
- la localización relativa de las celdas se conoce mediante un sólo número
- la resolución se conoce automáticamente por el número de dígitos de la dirección (= localización relativa) de la celda

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL



Coordenadas de los vértices		
Vértices	X	Y
1	3	2
2	1	5
3	3	5
4	5	3
5	8	2
6	5	7
7	8	6
8	8	4
9	5	5
10	4	9
11	5	10
12	9	8
Vértices de los objetos		
Tipo de objeto	Identificador	Vértices
Punto	A	1
Línea	B	2, 3, 4, 5
Polígono	C	6, 7, 8, 9, 6
Polígono	D	10, 11, 12, 7, 6, 10

EL MODELO VECTORIAL

El modelo vectorial: la representación de las entidades por medio de puntos, líneas y polígonos

- foco de interés = las entidades
- en este modelo, los elementos del mundo real, especialmente los artificiales, son representados con mucha mayor nitidez
- objetos espaciales: puntos, líneas y polígonos
- objetos espaciales = representaciones digitales de las entidades

EL MODELO VECTORIAL

• **puntos:** son objetos espaciales de **0 dimensiones**, tienen 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: manantiales, pozos, semáforos, etc.

EL MODELO VECTORIAL

- **líneas:** son objetos espaciales de *una dimensión*, ya que tienen longitud, pero no anchura; las líneas están definidas mediante una sucesión ordenada de puntos. Habitualmente se representan mediante líneas elementos que se integran en redes, ya sean naturales (como las redes hidrográficas) o artificiales (como redes de carreteras, distribución de electricidad, agua, etc.)

EL MODELO VECTORIAL

•**polígonos**: son objetos espaciales de ***dos dimensiones***, ya que tienen longitud, pero no anchura; las líneas están definidas mediante una sucesión ordenada de puntos. Habitualmente se representan mediante líneas elementos que se integran en redes, ya sean naturales (como las redes hidrográficas) o artificiales (como redes de carreteras, distribución de electricidad, agua, etc.)

EL MODELO VECTORIAL

¿punto? - ¿línea? - ¿polígono?

• **La escala del mapa** resulta fundamental en algunos casos a la hora de elegir un tipo de objeto para representar una entidad.

Por ejemplo: una ciudad puede ser representada

*mediante un punto si se trabaja a escala 1:10.000.000,
mediante un polígono si se trabaja a escala 1:200.000 o
mediante un conjunto de polígonos (subdivisión en comunas) si se trabaja a escala 1:25.000*

EL MODELO VECTORIAL

¿punto? - ¿línea? - ¿polígono?

- Entidades: mayor parte tiene 3 dimensiones
- Sólo algunas de esas dimensiones pueden ser relevantes desde el punto de vista de su representación en el SIG (+ análisis espacial)
- Ejemplo:** un tramo de carretera tiene 2 dimensiones: anchura y longitud; sin embargo a efectos de representación y análisis en un SIG, lo más importante es su longitud. La anchura de la vía pueden ser almacenada como atributo en la base de datos temática.

EL MODELO VECTORIAL

Elemento fundamental = el punto

=> a partir de puntos se construyen líneas

=> a partir de líneas se construyen polígonos

punto = 1 par de coordenadas X,Y

línea = lista ordenada de pares de coordenadas X,Y

polígono = lista ordenada de pares de coordenadas X,Y que cierran, es decir la lista comienza y termina en el mismo par de coordenadas

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- Estructura de datos 'spaghetti'
- Diccionario de vértices
- **Estructura arco-nodo**
- TIN (Triangulated irregular network)

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

Es importante diferenciar entre las estructuras de datos del tipo **cartográfica** y las del tipo **topológica**:

- en las primeras se registra únicamente la geometría (las coordenadas)
- en la segunda se registran también relaciones topológicas

(NCGIA) Una estructura es topológica cuando almacena uno o más de las siguientes relaciones:

- conectividad
- existencia de conjuntos ordenados de arcos formando los límites de los polígonos
- contigüidad

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

Si ninguna de las relaciones anteriormente mencionadas está presente, la estructura es cartográfica

En un SIG, es posible convertir una estructura de datos cartográfica en una estructura topológica mediante el cálculo y almacenamiento de esas relaciones en un proceso denominado '**construcción de topología**'

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

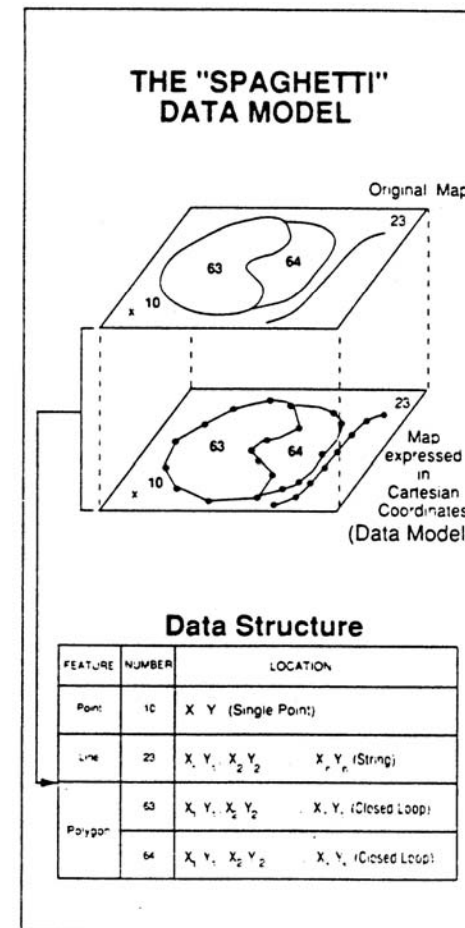
Estructura de datos 'spaghetti'

- para cada objeto espacial se registra su identificador, seguido por una lista de las coordenadas de los vértices (puntos) que definen su posición (y forma) en el espacio.
- 'es como un conjunto de spaghetti sobre un plato, unos sobre otros y sin conexión entre sí' (Puebla et al.)

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

Estructura de datos 'spaghetti'

- La figura muestra 4 objetos, junto con su representación a través de un fichero (tabla)



ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

Estructura de datos 'spaghetti'

- La estructura más simple y más fácil de entender
- Ha tenido amplia utilización en la cartografía automática
- Posee desventajas importantes:
 - ⇒ no contiene información sobre relaciones espaciales existentes entre objetos, tienen que calcularse cada vez que se efectúe un análisis, lo que resulta muy poco eficiente
 - ⇒ genera mucha información redundante, por ejemplo cuando 2 polígonos tienen un lado común, los pares de coordenadas que definen esta línea se encuentran repetidos en el fichero
 - ⇒ alto riesgo de estructuras inconsistentes: cuando no coincide exactamente la descripción de un lado común

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- **Diccionario de vértices**

- la información de los objetos es almacenada utilizando 2 ficheros de datos:

- **primer fichero:** identificador + coordenadas de cada uno de los vértices de todos los objetos

- **segundo fichero:** se especifican para cada objeto un identificador + los identificadores de los vértices que lo definen

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- Diccionario de vértices

• figura pagina 103

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- **Diccionario de vértices**

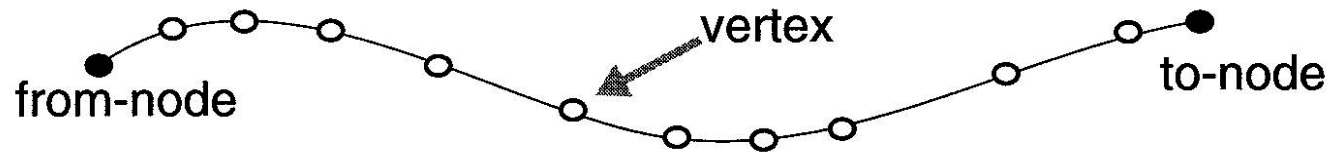
- resuelva el problema de repetición de coordenadas de la estructura 'spaghetti'
- escasa eficiencia para análisis: poca información topológica

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- Estructura arco-nodo

- elemento fundamental = arco

- **arco** = sucesión de **segmentos** rectos; el arco comienza en un nodo ('nodo inicial' o 'from-node') y termina en otro ('nodo final' o 'to-node'); los puntos intermedios o **vértices** definen la forma del arco



ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- **Estructura arco-nodo**

- **los nodos** se marcan allí donde se produce la intersección entre líneas o donde una línea termina (se inicia)

- en los nodos siempre se encuentren tres o más arcos, excepto en el caso de:

- un nodo terminal (inicial)

- un polígono isla

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

Se muestra con un ejemplo como la estructura arco-nodo hace uso de diferentes tablas para registrar la información cartográfica y topológica:

- **tabla de topología de los polígonos**: se registra un ID para cada polígono, luego se registra una lista de los arcos que lo constituyen
- **tabla de topología de los nodos**: se registra un ID para cada nodo, luego se registra para cada nodo una lista de los arcos de los que forma parte
- **tabla de topología de los arcos**: se expresa el nodo origen y el nodo final de cada arco (según la dirección en que se ha realizado la digitalización), así como los polígonos que deja a izquierda y a derecha de acuerdo con esa dirección

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

En las 3 tablas anteriores, se registra la topología pero no la geometría.

Esto último se queda registrado a través de la

tabla de coordenadas de los arcos

- se registran las coordenadas de los puntos que definen los arcos, empezando por las del nodo origen, continuando por las de los vértices y terminando por las del nodo final

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- **estructura arco-nodo:**

desventajas:

- se representan más de una vez las coordenadas de los nodos
- la topología debe ser regenerada cada vez que se actualiza la base de datos espacial: puede consumir bastante tiempo cuando la base de datos es grande

•ventajas:

- muy completa del punto de vista topológico
- se almacenan contigüidad, conectividad e inclusión: se puede realizar una cantidad de operaciones de análisis espacial sin tener que recurrir a la geometría, lo que supone un importante ahorro de tiempo

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- **estructura arco-nodo:**

análisis de redes:

En base al conocimiento de los arcos que están directamente conectados entre sí, se pueden deducir conexiones indirectas, por medio de lo que se denomina **análisis de redes**

inclusión:

la inclusión se registra en la tabla de topología de polígonos mediante el uso de un símbolo (en este caso un signo negativo) situado antes del arco que conforma una isla dentro de un determinado polígono

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- **Estructura TIN (Triangulated Irregular Network)**
 - derivada de la estructura arco-nodo
 - diseñada especialmente para representar elevación del terreno
 - puede ser utilizada para la representación de la distribución espacial de cualquier variable continua

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- **Estructura TIN (Triangulated Irregular Network)**

TIN = red de triángulos irregulares interconectados; los triángulos son definidos por un set de nodos

- se registran las coordenadas (X,Y) de los nodos
- se registra el valor de elevación (Z) de dichos nodos
- se registra la contigüidad de los triángulos

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- **Estructura TIN (Triangulated Irregular Network)**

Estructura topológica (y geométrica) de un TIN:

- en la **tabla de nodos** se registra cada triángulo (a través de un identificador), junto con los 3 nodos que lo definen
- en la **tabla de aristas** se registran para cada triángulo sus 'triángulos vecinos'
- en la **tabla de coordenadas X e Y** se registra para cada nodo sus coordenadas X e Y
- la **tabla de coordenadas Z** se registra para cada nodo su valor de atributo Z (generalmente elevación)

ESTRUCTURAS DE DATOS EN EL MODELO VECTORIAL

- Ventajas de la estructura TIN

- se pueden incluir puntos críticos para la definición de la superficie (líneas de ruptura, cimas, talwegs, portezuelo???)

- el modelo no da importancia a ninguna dirección en particular

- se pueden incluir más puntos donde el relieve es más accidentado (TIN = estructura irregular)

LA BASE DE DATOS DE ATRIBUTOS

Hasta aquí: descripción de estructuras para registrar en un sistema vectorial la geometría y topología de los objetos espaciales.

¿Cómo almacenar y tratar los atributos de los objetos espaciales?

=> utilizar un sistema de gestión de base de datos como por ejemplo ACCESS o ORACLE (ref. Documentos ing. Claudia Vega)