

# GIS?

- Una tecnologia
  - Strumenti hardware & software
- Una strategia per gestire informazioni
- Un obiettivo: per migliorare un processo decisionale

## Sistemi Informativi Geografici (GIS)

### Geodesia e Rilevamento

- Catasto
- modelli digitali delle altezze
- ....

### Ambiente

- monitoraggio inquinanti
- rischio ambientale
- rischio sismico...

### Altro

- Applicazioni commerciali
- applicazioni turistiche
- archeologia
- ...

### Pianificazione Territoriale e Statistica

- uso e destinazione del suolo
- infrastrutture per servizi (trasporti)
- controllo e monitoraggio traffico
- valutazioni socio-economiche
- ...

### Risorse Naturali

- agricoltura
- precipitazioni e risorse idriche
- gestione parchi
- risorse minerarie
- ....

**Gli ambiti d'applicazione elencati hanno tutti un denominatore comune**

I dati e le informazioni che rappresentano i fenomeni e processi da analizzare sono collocati in uno spazio bi- o tri- dimensionale.

I problemi incontrati possono essere risolti con opportuni modelli che elaborano dati a referenza spaziale → Gli algoritmi e le strutture dati (→ **strumenti**) per trattare questi problemi sono molto simili.



**Obiettivo principale di un GIS è fornire strumenti idonei atti alla risoluzione di problemi che coinvolgono dati spazialmente distribuiti.**

**Questi strumenti devono essere capaci di: acquisire, memorizzare, aggiornare, analizzare/simulare e rappresentare fenomeni e processi che si manifestano sul territorio.**

**Nei GIS confluiscono molte discipline scientifiche:**

**Scienza dell'informazione, Elettronica, Geografia, Telerilevamento, Topografia, Fotogrammetria, Cartografia, Geologia, Statistica, Economia, Sociologia, ecc...**

**Definizione: un GIS è uno strumento per: l'acquisizione, l'aggiornamento, la gestione, l'analisi e la rappresentazione di dati a referenza spaziale.**

*E' una rappresentazione parziale informatizzata del mondo reale.*

**Il soggetto principale di un GIS è il TERRITORIO → sede dei fenomeni e processi oggetto di analisi e studio.**

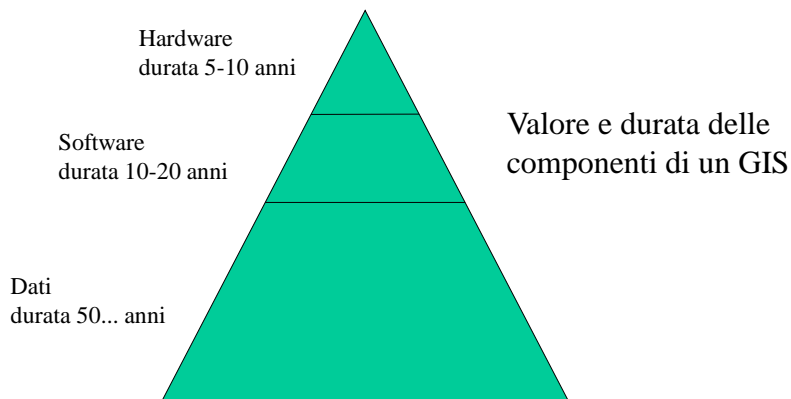
**I GIS descrivono il mondo reale in termini di:**

- posizione di oggetti/entità rispetto ad un sistema di riferimento
- attributi qualitativi/quantitativi degli oggetti/entità
- relazioni topologiche rispetto ad altri oggetti/entità

**Ai GIS appartengono:**

**le strutture organizzative (personale, disposizioni operative, responsabilità)**

- **i metodi di lavoro, i procedimenti, il sapere dell'organizzazione**
- **l'infrastruttura di calcolo e gestione (hardware, software)**
- **i dati**



## **Benefici GIS:**

- Miglior gestione delle informazioni
- Capacità di sofisticate analisi (impossibili manualmente!)
- Possibilità di effettuare “what if?” scenari
- Miglioramento dell’efficienza di un progetto

### ■ Vantaggi

- Integrazione di grandi quantità di dati spaziali
- Numerosi strumenti di analisi ed esplorazione dei dati spaziali.
- Possibilità di disporre delle informazioni spaziali su layer separati:
  - combinazioni con altri layer.
- Opportunità di impiego anche per i non specialisti.

### ■ Svantaggi

- Processi di verifica, validazione, integrità e aggiornamento dei dati spaziali lunghi.
- Tecnologia in rapido cambiamento
- Enorme quantità di informazione potenzialmente disponibile.

**L'investimento in termini economici in un GIS è determinato in gran parte dalla gestione del dato.**

**Nella progettazione di GIS si devono operare scelte sul tipo di informazioni e dati da memorizzare, in termini di quantità e qualità. Inoltre si concentrerà l'attenzione sulle relazioni tra le diverse componenti dei dati costituenti il GIS.**

**Errori di concezione a livello economico ed organizzativo posso distruggere le migliori tecnologie**

## Il concetto di GIS non è nuovo!

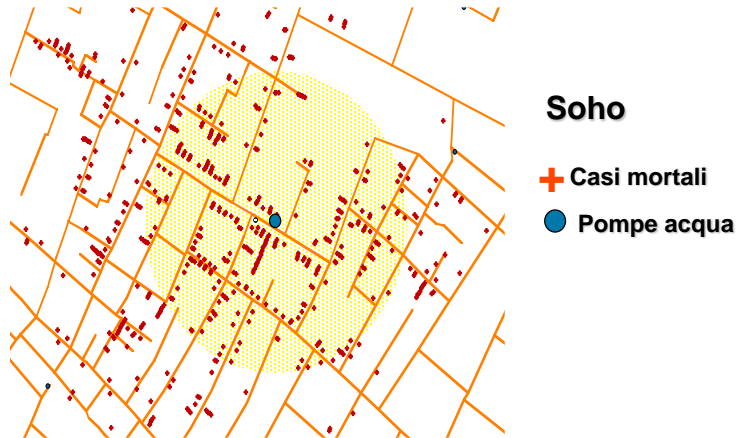
- Londra epidemia del colera 1854



### Soho

- + Casi mortali
- Pompe acqua

## Gestione delle informazioni spaziali 1854



Kingston Centre for GIS

11

## GIS: genesi

Tecnologia sviluppata da:

- Cartografia Digitale e CAD
- Data Base Management Systems



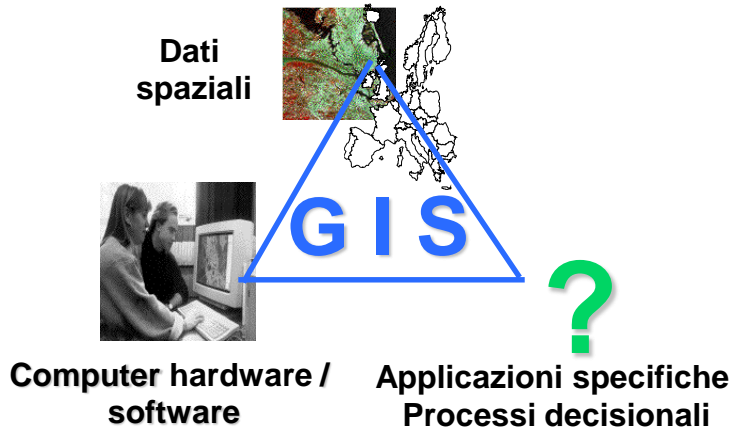
CAD System

ID	X,Y
1	
2	
3	

ID	ATTRIB
1	
2	
3	

Data Base Management System

## Componenti GIS



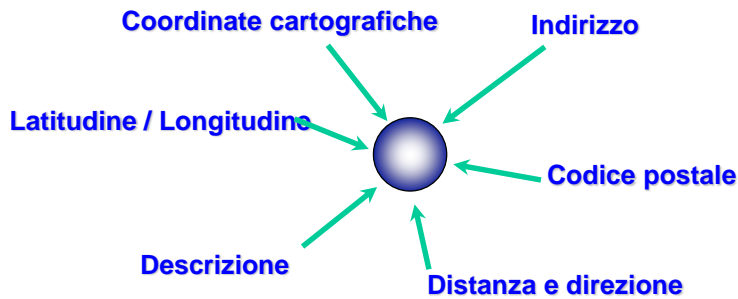
Kingston Centre for GIS

13

## Tipi di dato

Spaziale		non-spaziale	
	<b>Mappe</b>	<b>Tabelle</b>	
	<b>Indirizzo</b>	<b>Diagrammi</b>	
	<b>Coordinate e altezza di punti</b>	<b>Reddito pro-capite</b>	
20138	<b>Codice postale</b>	<b>Rendita catastale</b>	

## Che cosa rende un dato spaziale?



## Elaborazione e analisi dati

- Cosa accadrebbe se. . .  
*una sostanza chimica inquinasse un corso d'acqua?*
- Come si distribuisce . . .  
*la ricchezza di una regione?*
- Dove . . .  
*insediare una nuova attività produttiva?*
- Quali elementi si relazionano per . . .  
*fruibilità dei servizi di trasporto*



### Categorie generali d'interrogazione

**Dov'è l'oggetto A?**

**Dov'è l'oggetto A in relazione alla posizione di B?**

**Quante volte il tipo P è presente entro la distanza AB?**

**Qual è il valore della funzione Z in posizione X?**

**Qual è il valore di area, perimetro volume dell'oggetto A?**

**Qual è il risultato dell'intersezione di poligoni P?**

**Cercare il percorso minimo tra due punti A e B?**

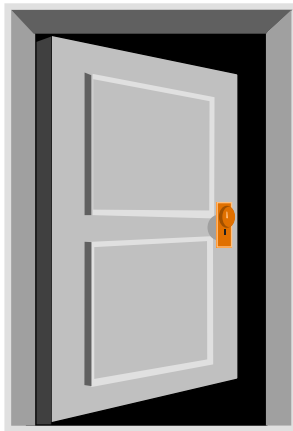
**Che tipi di punti sono P1 e P2 ... Pn?**

**Che oggetti sono "vicini" all'oggetto A con certi attributi?**

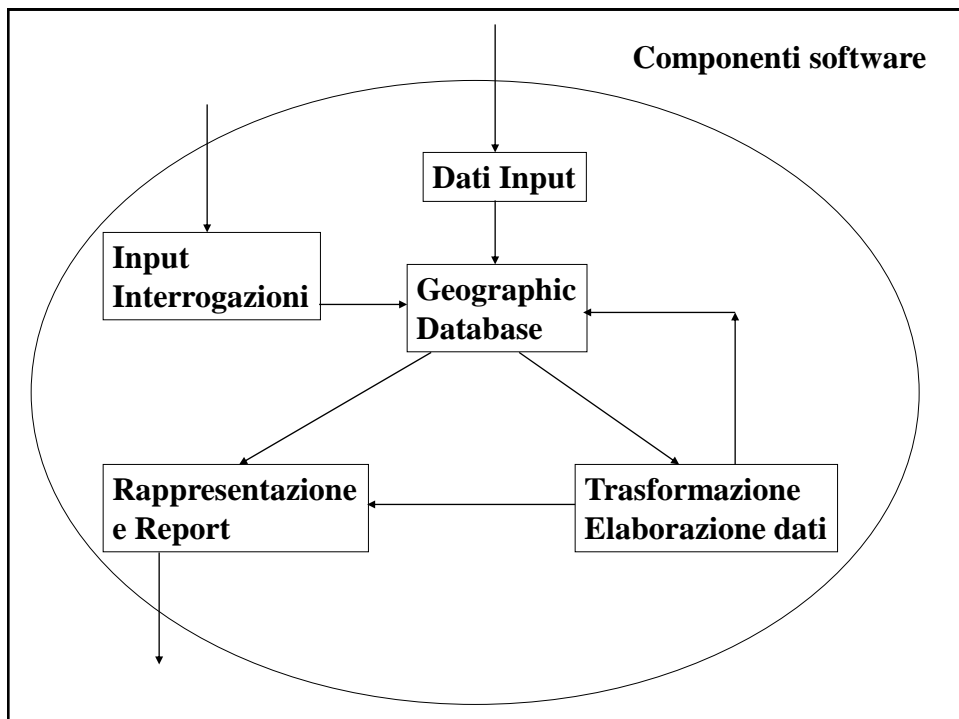
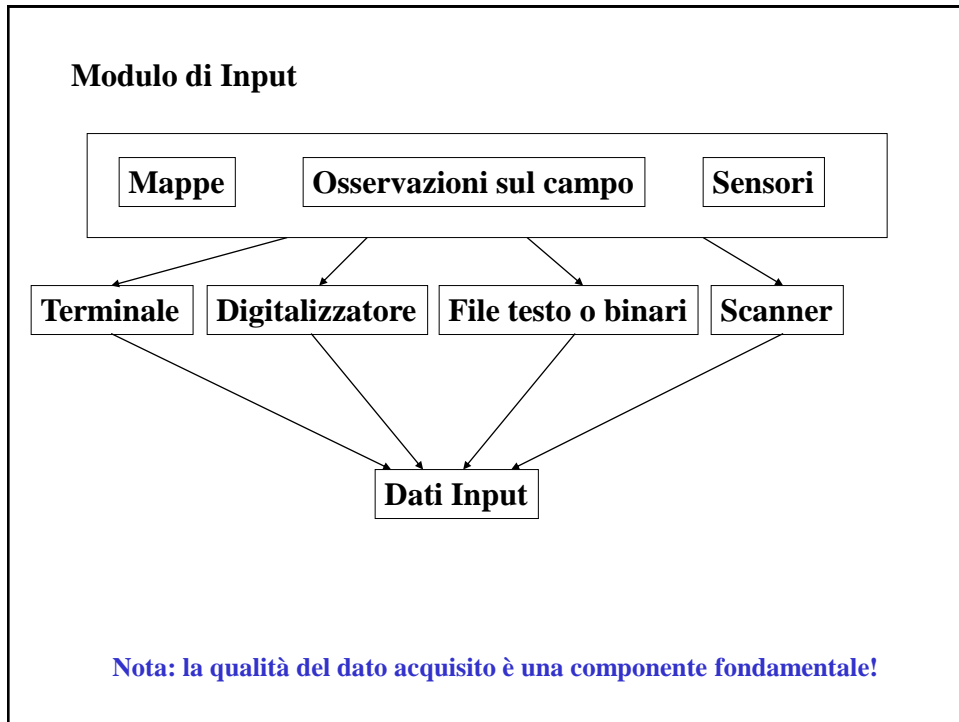
**Quali oggetti con certi attributi sono nella zona Z?**

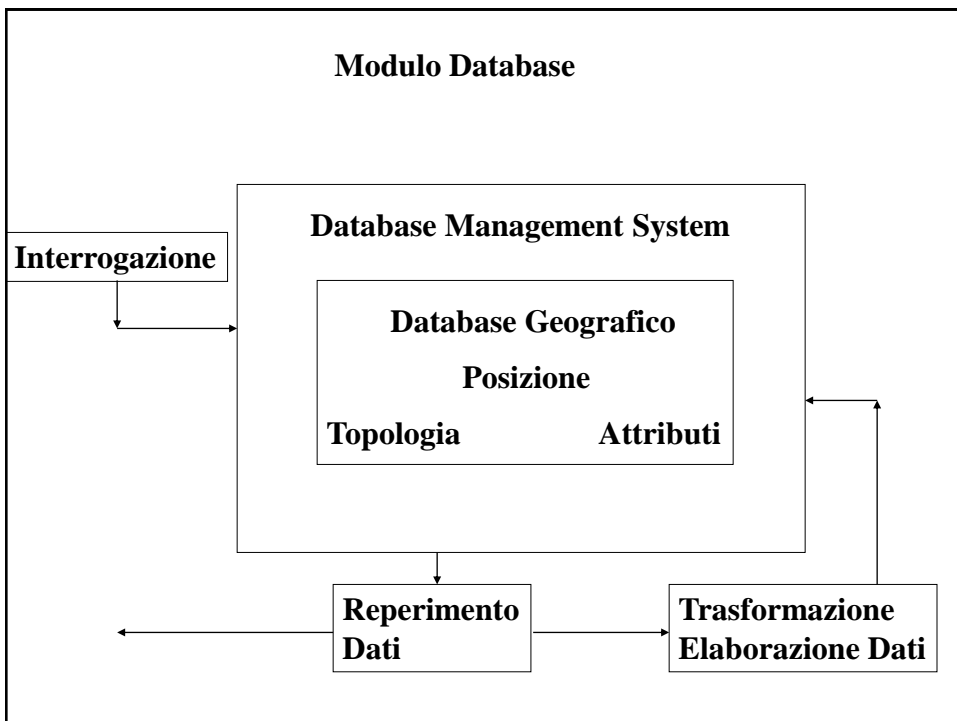
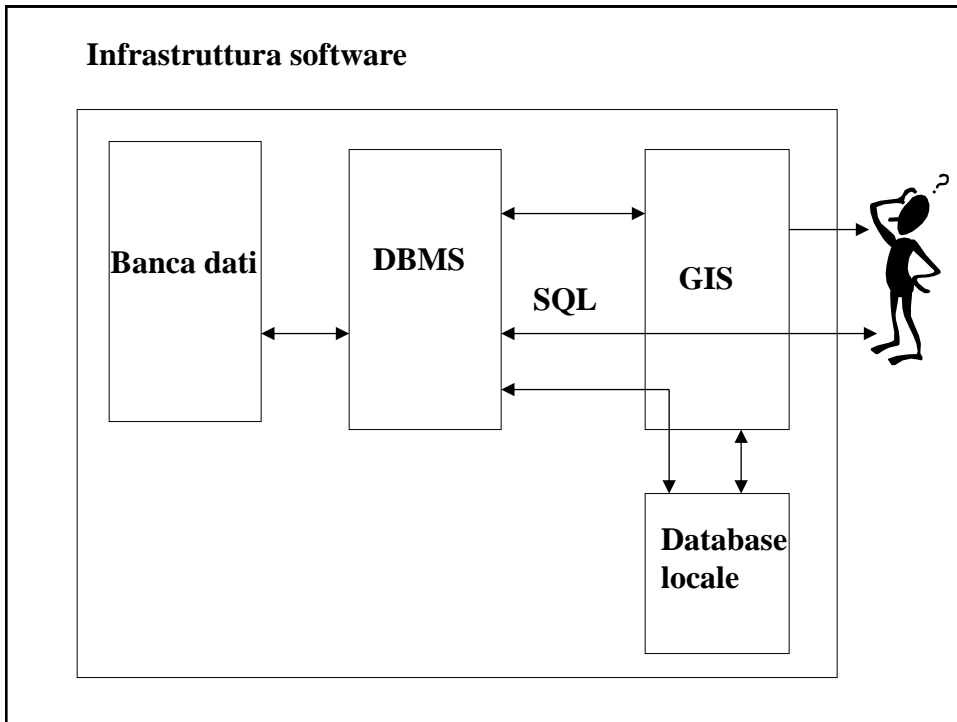
**Usare i dati contenuti nel database per simulare l'effetto del processo P per un tempo T a partire da uno scenario S.**

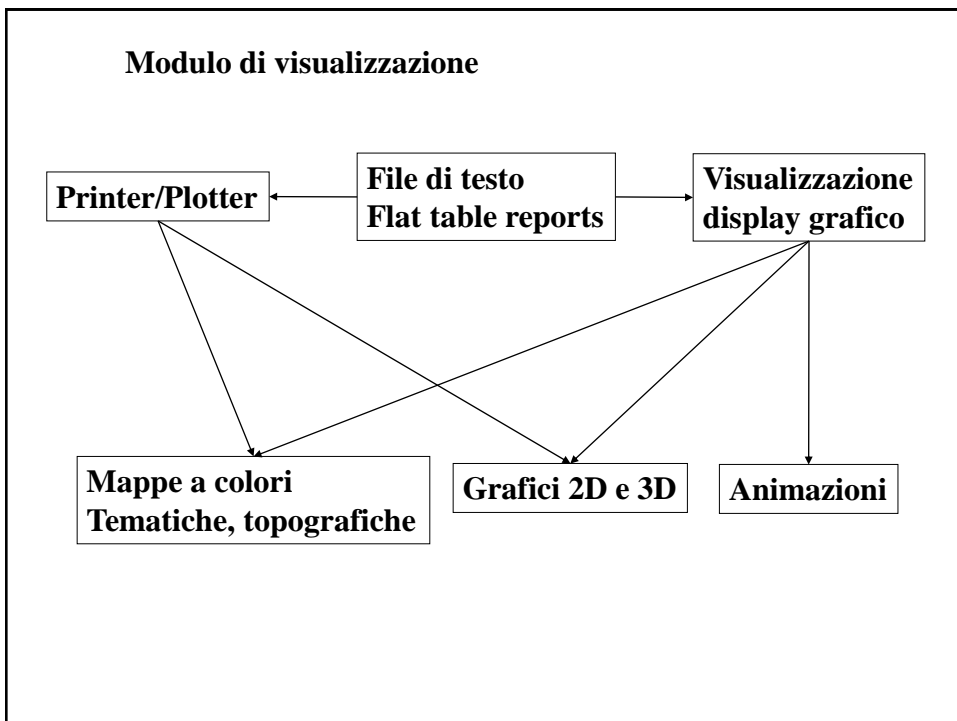
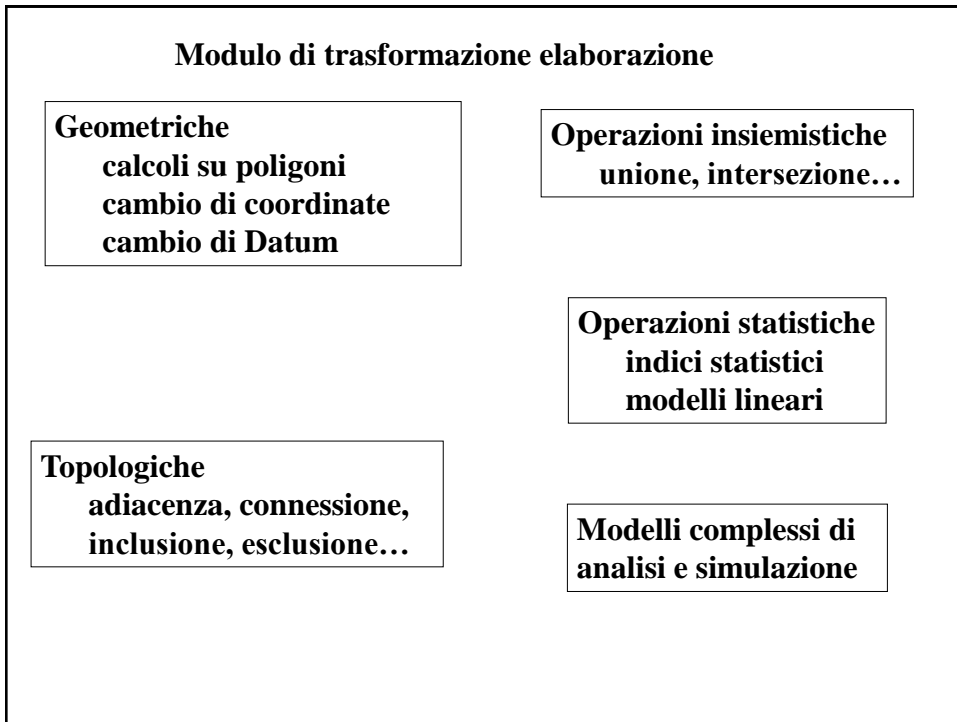
## GIS comprende:

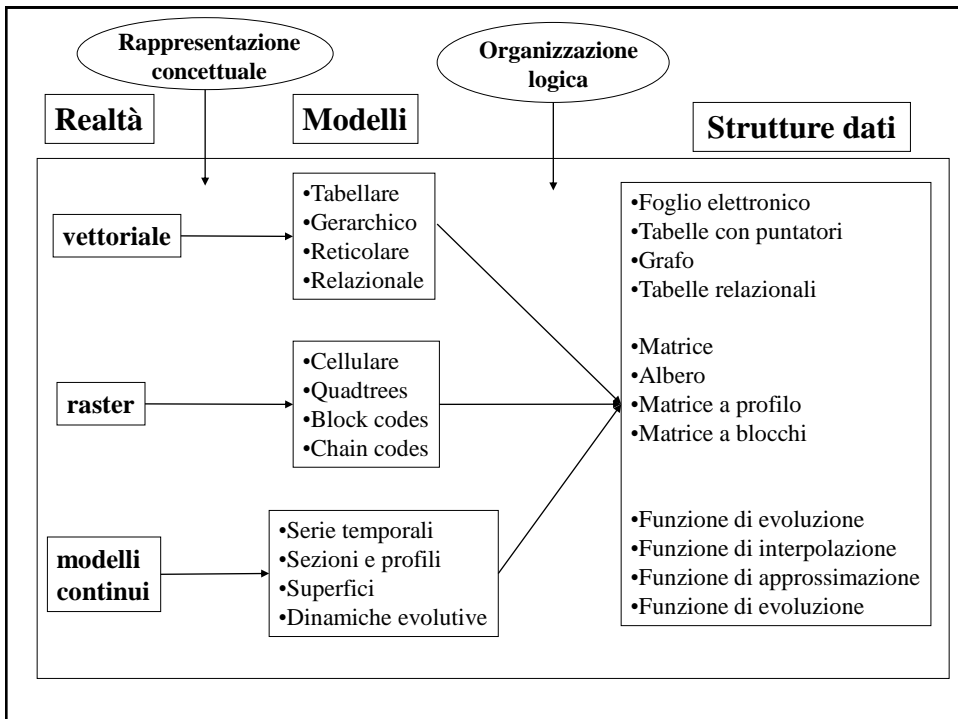
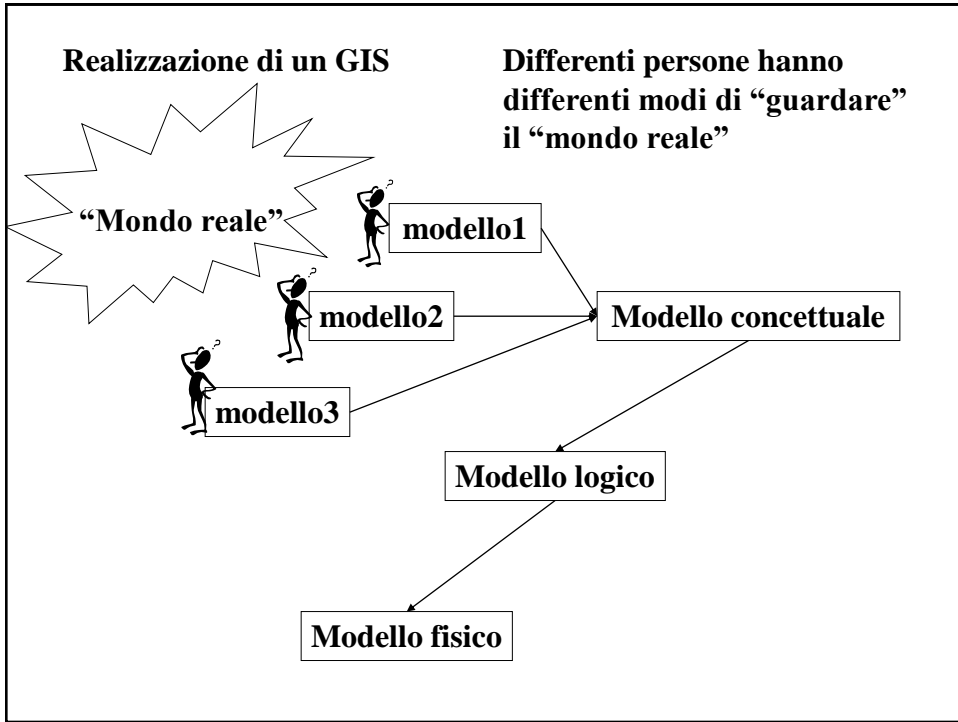


- Data input
- Memorizzazione
- Gestione
- Analisi
- Output









**Modello concettuale (“cosa rappresentare”!)**

- Descrizione, scelta e rappresentazione delle specifiche
- descrizione dei dati ad un alto livello d’astrazione
- verifica del contenuto informativo dei dati

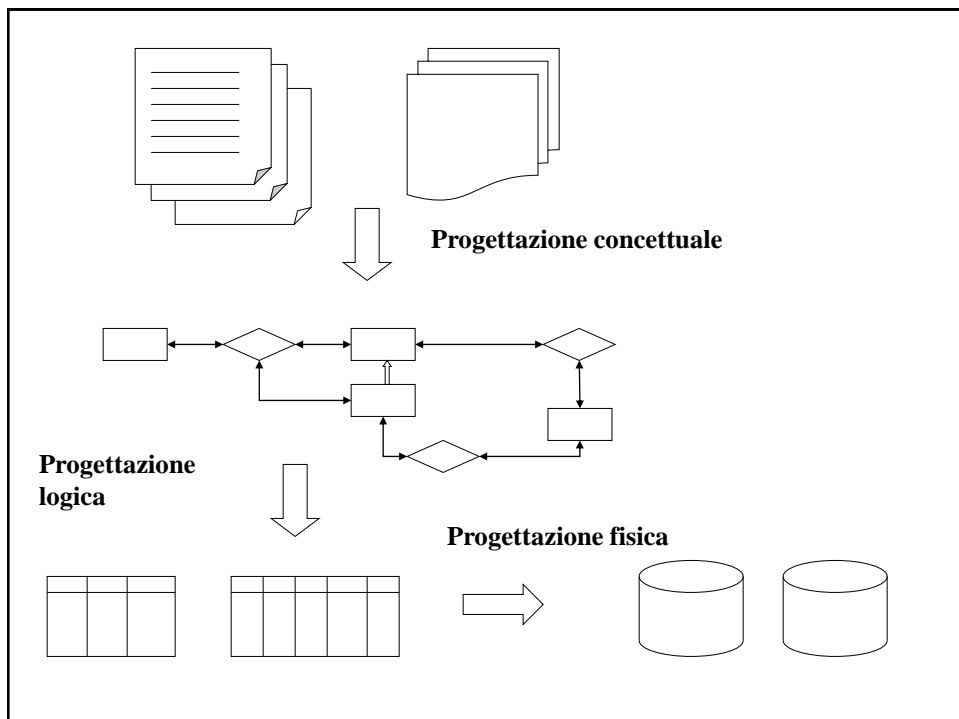
Strumento utilizzato modello Entità—Relazione (E-R)

**Modello logico (“come rappresentare”!)**

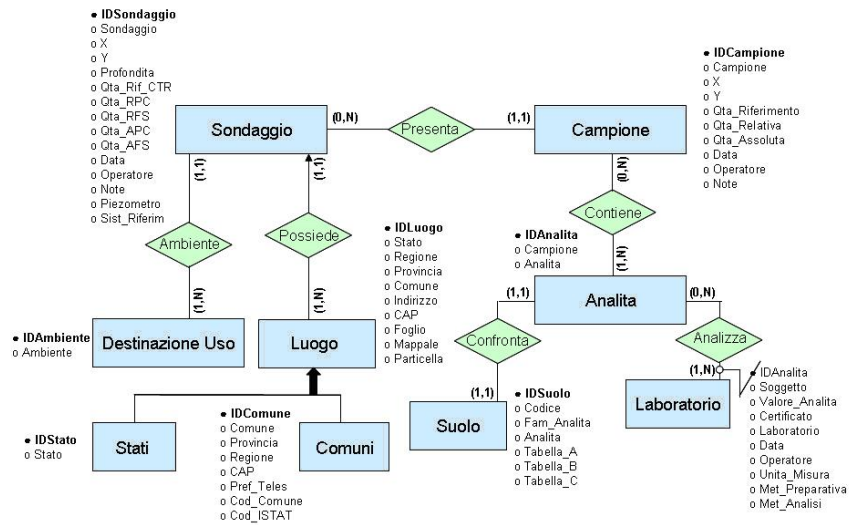
- traduzione dello schema concettuale in strutture dati
- indipendente dall’implementazione fisica
- indipendente dal database (bisogna però conoscere la categoria a cui appartiene, esempio relazionale, oggetti, gerarchico ecc...)

**Modello fisico (“dove rappresentare”!)**

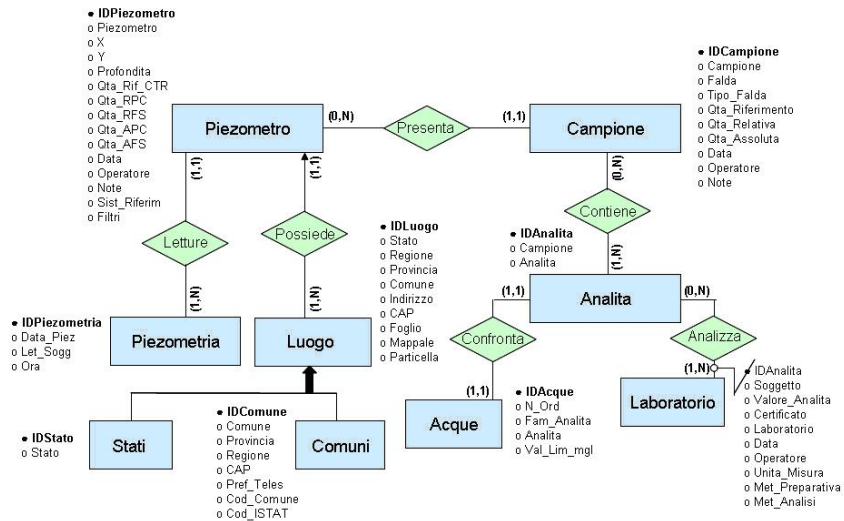
- implementazione delle strutture logiche a livello di file
- ottimizzazione nella gestione dei dati memorizzati
- implementazione di criteri di sicurezza

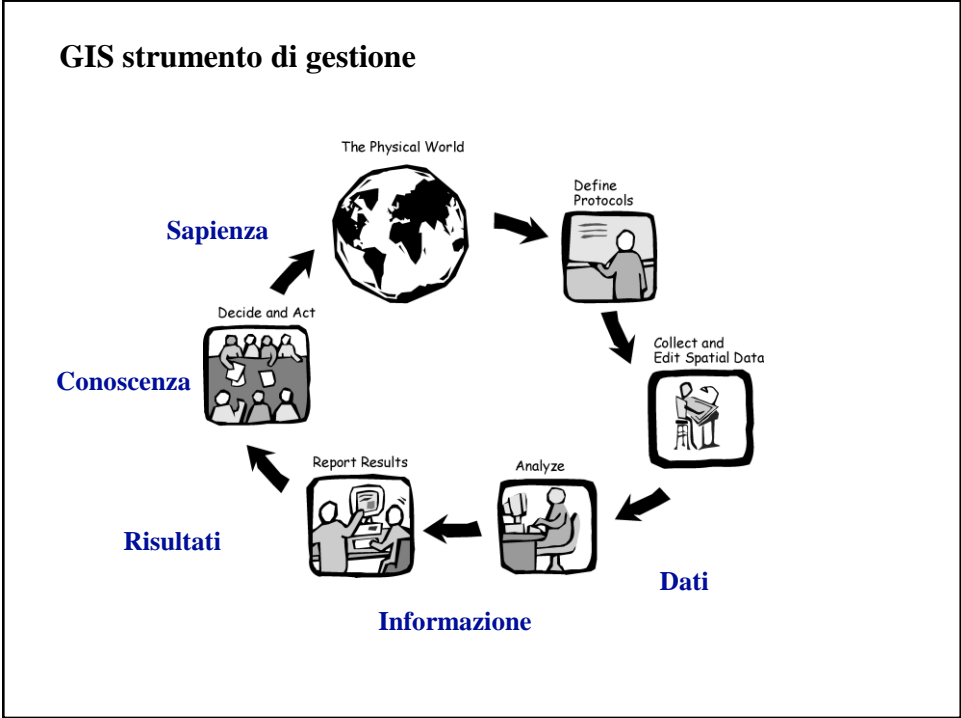


### Esempio di formalismo E/R – Contaminazione Suoli



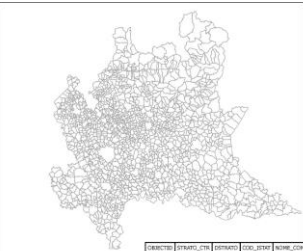
### Esempio di formalismo E/R – Contaminazione Acque






## Principali classi di dati presenti nei GIS

### Dati vettoriali





ID	SYMBOL	CONT	CODE	NAME_CODE	CODE	SYMBOL	CODE	NAME	SHAPE	AREA	SHAPE_LEN
4058	CO	Comune	41020	BORGOMANERO	14	RS	1	BERGAMO	0104731.20388	1	13442.01101080
5414	CO	Comune	41027	BULLEDO	14	RS	1	BERGAMO	0220752.02039	1	4565.17420991
4327	CO	Comune	41028	BUSATE	14	RS	1	BERGAMO	0104733.02111	1	17791.88388181
4128	CO	Comune	41029	CAVATE	14	RS	1	BERGAMO	0147386.02029	1	65376.763449
3746	CO	Comune	41030	BOVIATE GIUNTA	14	RS	1	BERGAMO	0104734.02103	1	13471.9841358
4496	CO	Comune	41031	BOVIATE SOTTO	14	RS	1	BERGAMO	0146956.37704	1	11146.2873282
4679	CO	Comune	41032	BORGIO DI TERZO	14	RS	1	BERGAMO	0102376.54903	1	10746.8042461
3728	CO	Comune	41033	BOSCONO	14	RS	1	BERGAMO	0144403.79478	1	13863.0321244
3971	CO	Comune	41034	BOTTIGNOLO	14	RS	1	BERGAMO	0103963.13101	1	11176.26050121
4348	CO	Comune	41035	BONATE	14	RS	1	BERGAMO	0146444.80464	1	14762.2499997
4383	CO	Comune	41036	BRINATE	14	RS	1	BERGAMO	0146144.61338	1	23746.8847413
4446	CO	Comune	41037	BRINATE	14	RS	1	BERGAMO	0146144.78811	1	47031.2311794
4333	CO	Comune	41038	BRESCIONE DI SCARPA	14	RS	1	BERGAMO	0144444.76723	1	11110.3070181



## Dati Vettoriali

- Primitive geometriche
  - Punti, linee, poligoni
- Attributi
  - Ogni primitiva geometrica ha attributi (e.g. nome, area, popolazione)



Shape	Name	Class	Pop2000	State
Point	New York	City	8,008,278	NY
Point	Los Angeles	City	3,694,820	CA
Point	Chicago	City	2,896,016	IL

## Dati Raster

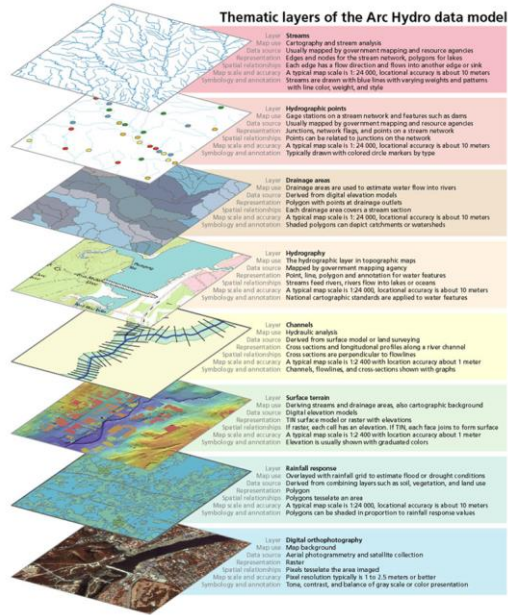
Strutture regolari composte di celle rettangolari o quadrate chiamati pixel. Un pixel contiene un solo dato (colore, altezza, temperature, uso del suolo etc...) associate al “tema” che il raster rappresenta.



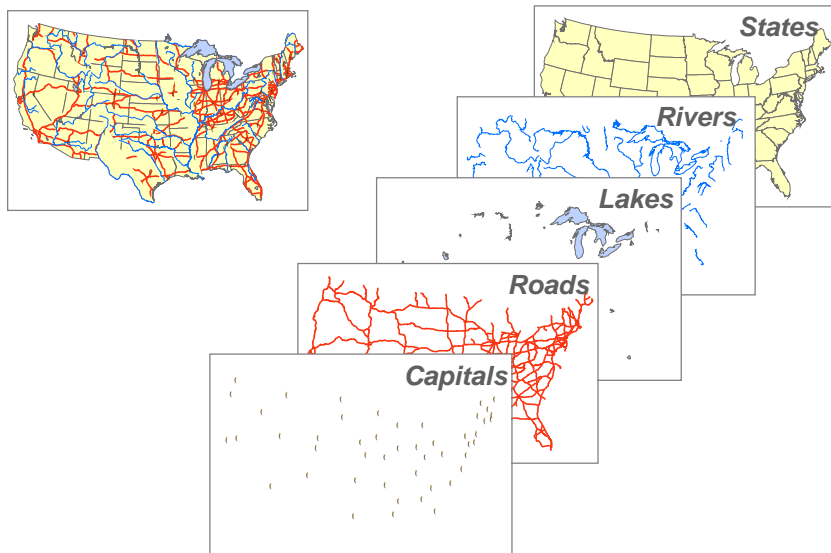
La potenzialità del GIS consiste nella possibilità di sovrapporre più layer contenenti ‘temi’ differenti.

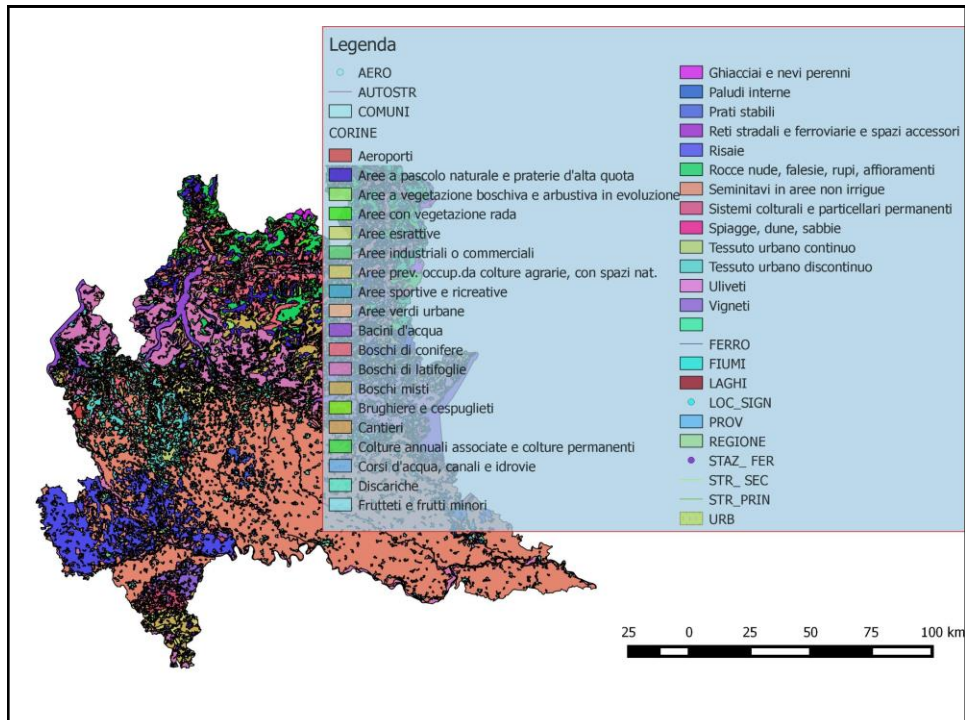
Questa caratteristica è presente nelle carte topografiche classiche in forma statica.

Il ‘salto’ risiede nel poter **combinare, elaborare e interrogare** più layer senza dover reiditare l’intera carta!



## Mappa composta da layer





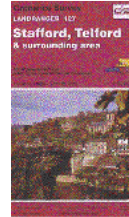
## Dati Spaziali: esempi

- Dati socio economici
  - Dati sanità Regionali
  - Consumatori/stili di vita profili
  - Geo-Demo-Grafici
- Dati Ambientali
  - Topografici
  - Tematici, suolo, geologia

# Modellazione

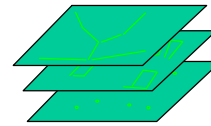


Generalizzazione



Mappe topografiche

Modellazione



GIS Database

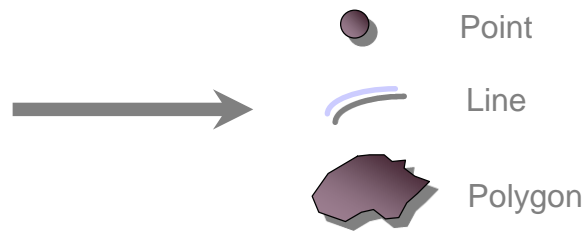
## Modellazione - step 1



- Caratteristiche

- Edifici
- Strade
- Pali illuminazione
- Linee tecnologiche
- Aree servizi
- etc...

## Modellazione - step 2



**Assegnazione delle primitive geometriche agli elementi identificati  
(dipende dalla scala!)**

## Modellazione - step 3



Classe:	Edificio
Geometria:	Poligono
Oggetto:	Ufficio
	Informazioni
	Turistiche



**Livello logico**

## Attributi

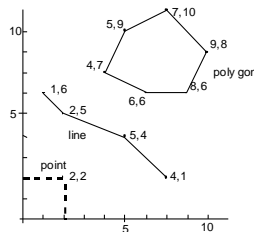


Nome :	UIT Bo
Indirizzo:	Piazza Grande
Citta:	Bologna
Responsabile:	Dr. M. Rossi
Tel. No:	081 547 1245
Superficie:	1500 mq

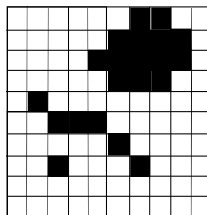
**Gli attributi identificano una particolare classe.**  
**I valori degli attributi identificano una particolare oggetto.**

## Memorizzazione dati

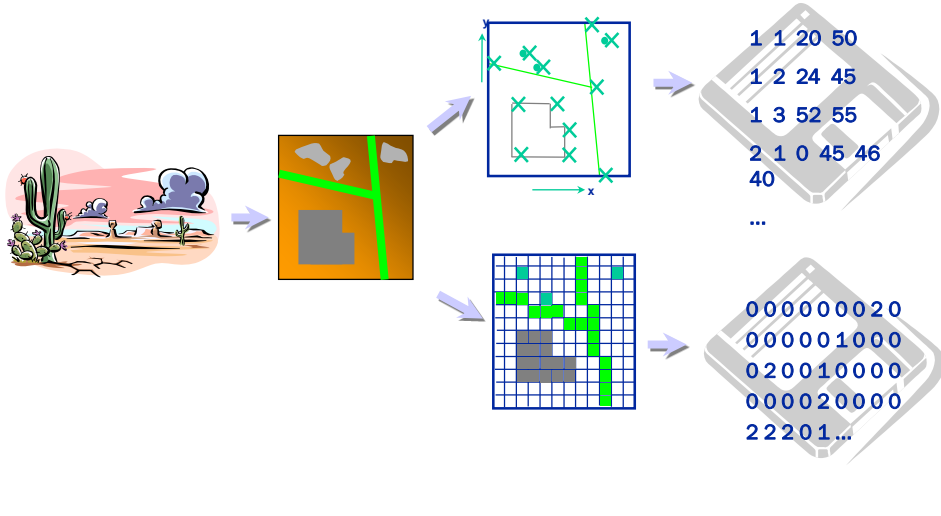
- Vettoriale



- Raster

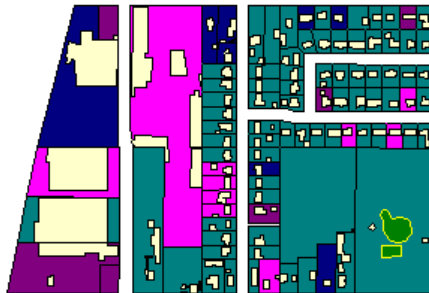


## Mondo reale->Modello

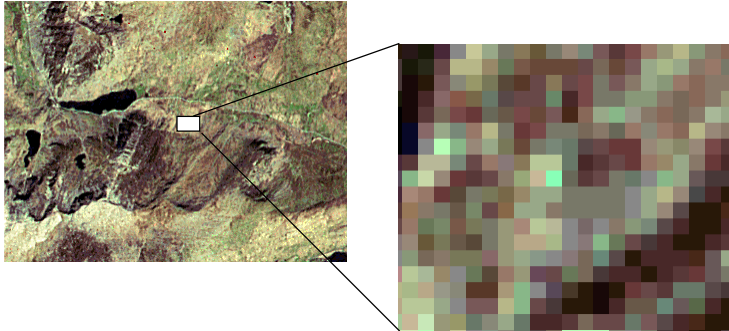


## Vettoriale

Uso del suolo



# Raster



- Descrizione delle strutture vettoriali e raster
- strutture logiche vettoriali (flat, albero, rete, tabelle relazionali, oggetti)
- strutture raster (chain-code, block code, qtrees, ...)



## Modello Flat table

ID viaggio	ID linea	Distanza Km	Durata viaggio	ID veicolo	Tipo veicolo	Età veicolo	ID conducente	Età conducente
1	15	10	35	101	tram	5	A	30
2	91	20	45	103	bus	7	B	41
3	MM1	18	25	102	metro	10	C	31
4	11	15	60	105	tram	6	D	28
5	15	10	35	101	tram	5	A	30
6	MM1	18	30	102	metro	10	C	31
7	90	20	50	104	bus	8	B	41

Tempi percorrenza trasporti pubblici

Ridondanza nei dati

ID\_veicolo età

ID\_conducente età

compaiono più volte

La struttura dati non si presta ad interrogazioni (completa scansione della tabella!)

## Organizzazione in tabelle

VIAGGI				
ID viaggio	ID linea	Durata viaggio	ID veicolo	ID autista
1	15	35	101	A
2	91	47	103	B
3	MM1	25	102	C
4	11	32	105	D
5	15	37	101	A
6	MM1	30	102	C
7	90	50	104	B

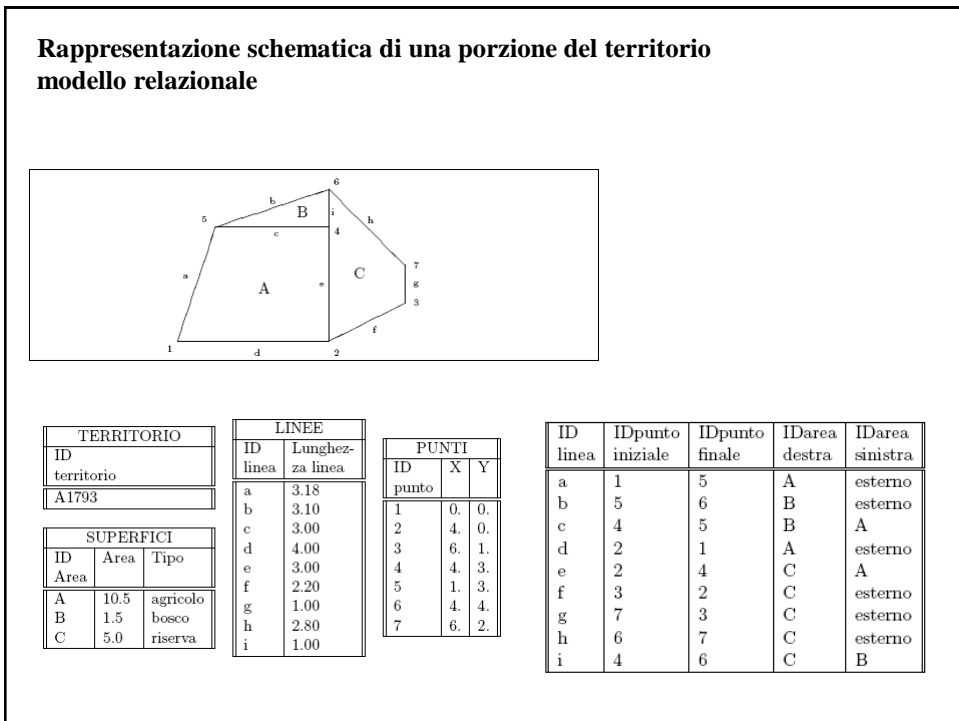
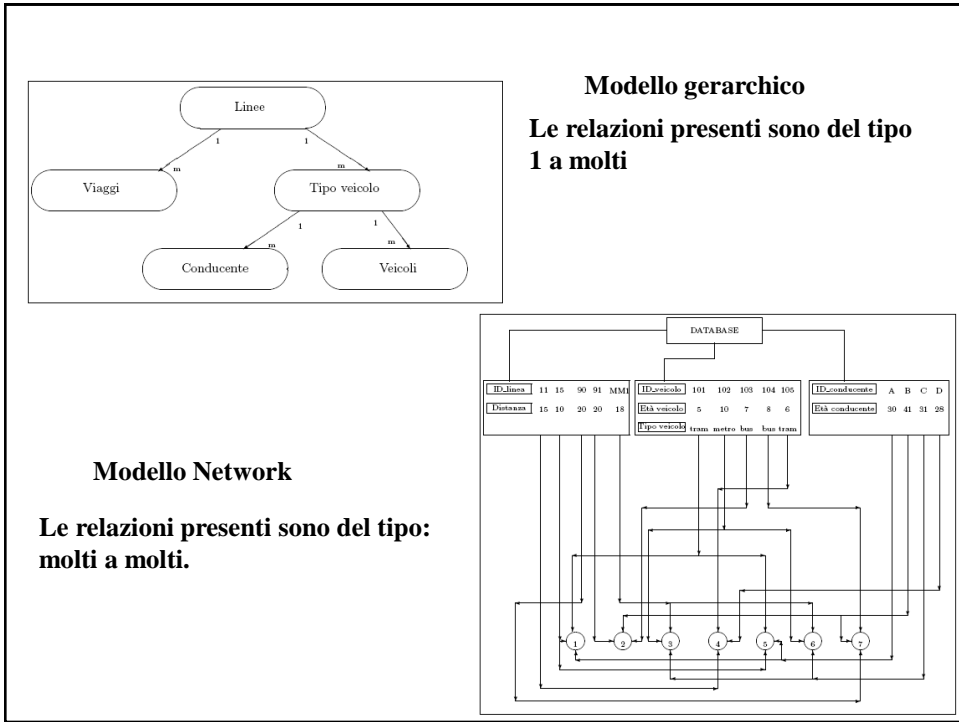
LINEE	
ID linea	Distanza Km
11	15
15	10
90	20
91	20
MM1	18

CONDUCENTI	
ID conducente	Età conducente
A	30
B	41
C	31
D	28

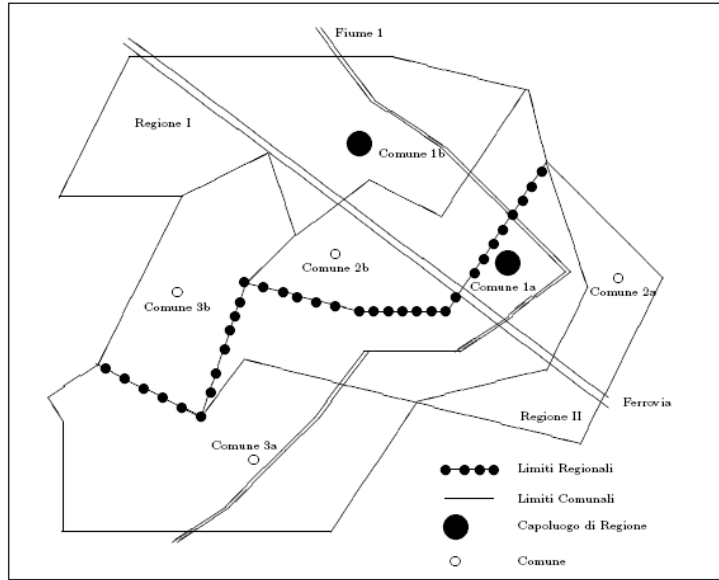
VEICOLI		
ID veicolo	Tipo veicolo	Età veicolo
101	tram	5
102	metro	10
103	bus	7
104	bus	8
105	tram	6

**L'idea è quella di identificare entità: Viaggi, Linee, Conducenti e Veicoli, descrivere tali entità mediante attributi.**

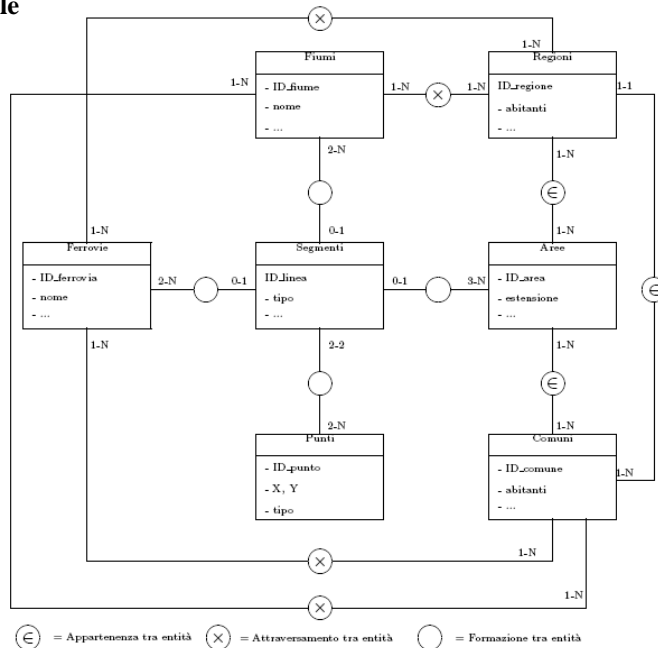
**Si noti come i campi ID agiscano da 'link' per le interrogazioni.**



### Rappresentazione schematica

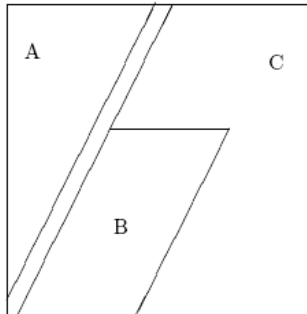


### Modello concettuale Entità Relazioni



## Modello Raster

### Problemi di assegnazione attributo delle celle



**Nella singola cella possono esserci più entità**  
(A=arboreo, B=seminato, C=prato-pascolo e una strada!)

#### Regole di classificazione della cella

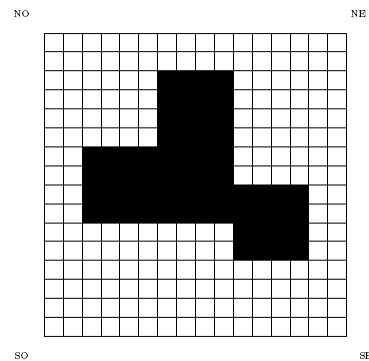
**Dominanza** alla cella viene assegnato l'attributo dell'entità preponderante all'interno della cella stessa

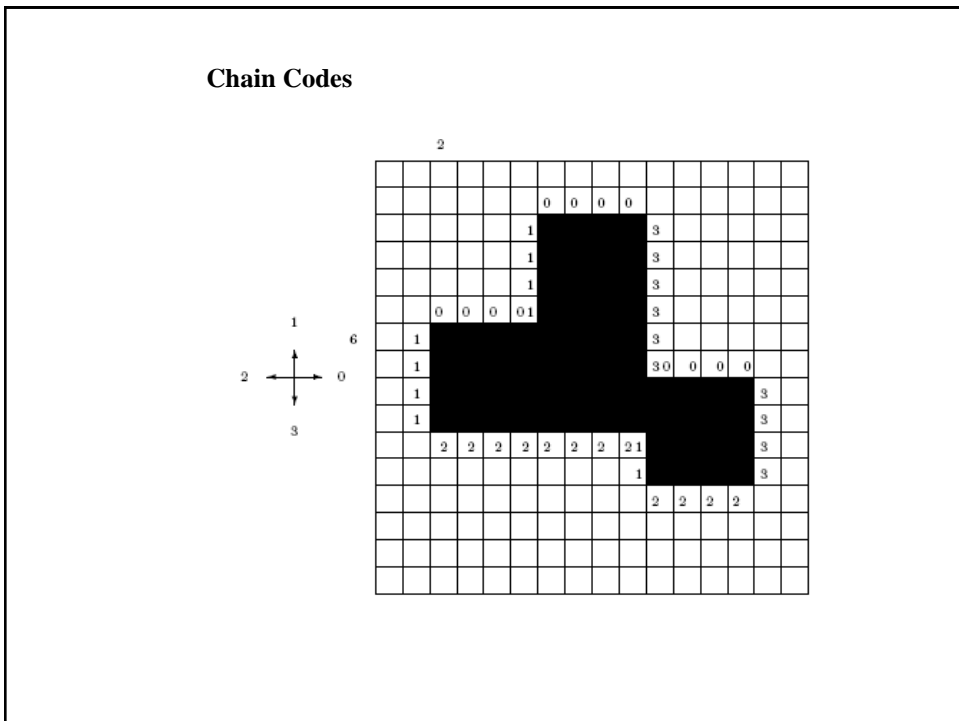
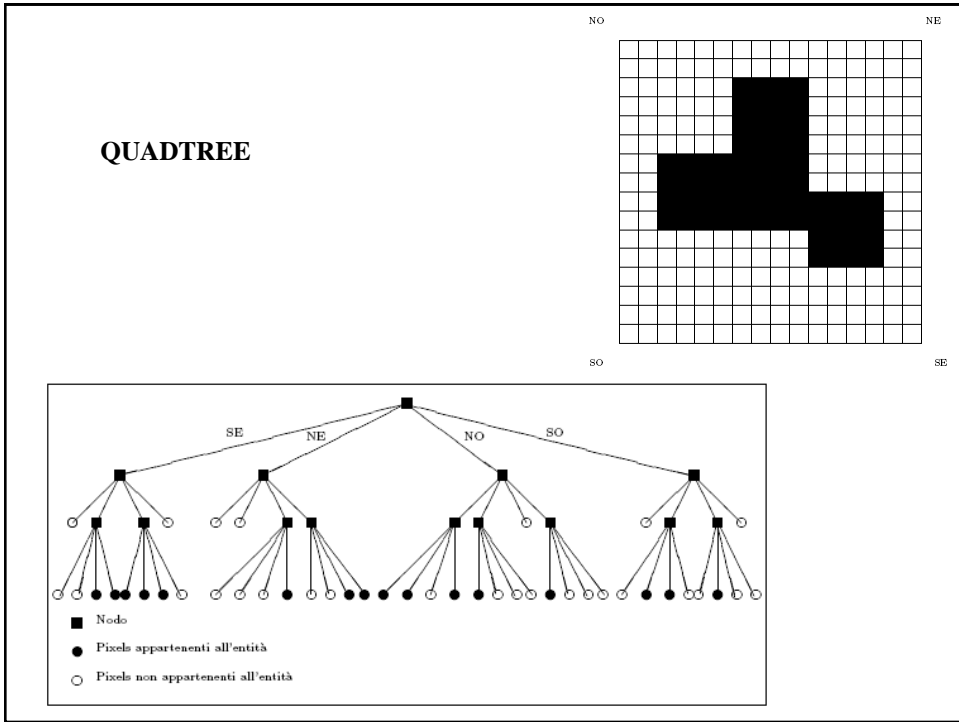
**Importanza** alla cella viene assegnato l'attributo dell'entità ritenuta più importante

**Centro** alla cella viene assegnata l'attributo dell'entità ubicata al centro della cella

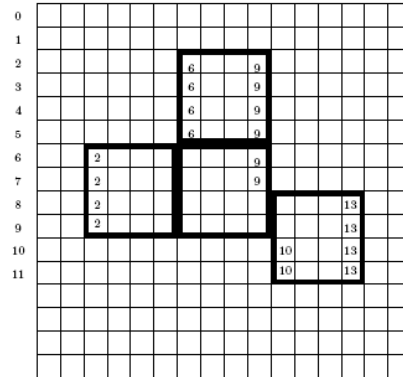
### Tecniche di memorizzazione dei raster

- quadtree
- chain codes
- run-length codes
- block codes
- ...



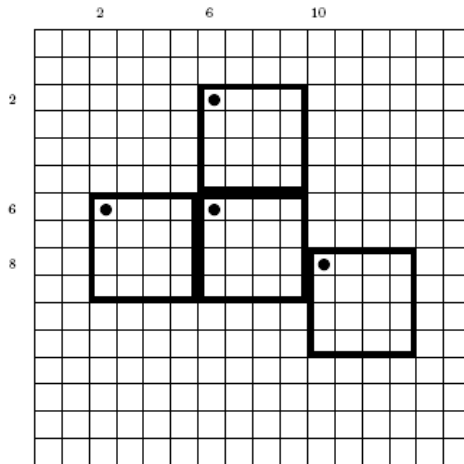


### Run Lenght Codes



RUN-LENGTH CODES	
Riga	Colonne
2	6, 9
3	6, 9
4	6, 9
5	6, 9
6	2, 9
7	2, 9
8	2, 13
9	2, 13
10	10, 13
11	10, 13

### Block Codes



● Origine del blocco

BLOCK CODES	
Origine	Lato
6, 2	4
2, 6	4
6, 6	4
8, 10	4

Vettoriali	Raster
<i>-vantaggi</i>	<i>-svantaggi</i>
Struttura dati compatta	Notevole dispendio di memoria
Descrizione della topologia delle entità	Topologia difficile da stabilire
Buona rappresentazione dei fenomeni tramite la struttura dati	Una bassa risoluzione della cella può comportare la perdita di informazioni
Rapidità nel reperire i dati e facilità del loro aggiornamento	Elaborazioni e trasformazioni richiedono elevati tempi di calcolo
Grafica con alto grado di accuratezza	Qualità grafica inferiore
<i>-svantaggi</i>	<i>-vantaggi</i>
Estrema complessità della struttura dati	Struttura dati semplice
Le entità hanno forma e dimensioni differenti	Ogni entità (cella) ha stessa forma e dimensione
La sovrapposizione di mappe vettoriali con mappe raster e/o immagini può dar luogo a difficoltà di georeferenziazione	Facilità di sovrapposizione e combinazione con mappe e/o immagini
Impossibilità di applicare alcuni tipi di analisi spaziale	Semplicità dell'analisi spaziale
Le tecnologie hardware e software collegate possono essere molto costose	Economicità delle tecnologie hardware e software collegate

## Databases & GIS

- Al livello più semplice un GIS è l'interfaccia tra la rappresentazione grafica e il database
- La maggior parte dei GIS segue schemi di questo tipo

The screenshot illustrates the integration of a GIS interface with a database. The main window shows a map of North America with a data table overlaid. The table lists US states with their total area and population in 1990. An SQL Select dialog box is open, showing the query used to filter the data based on population. The results table shows the filtered data.

Labels in the image:

- dati spaziali**: points to the map area.
- tabella del database**: points to the data table in the bottom left.
- modulo di interrogazione SQL**: points to the SQL Select dialog box.

