



# Introduzione al GIS

[matteoboccini@hotmail.it](mailto:matteoboccini@hotmail.it)

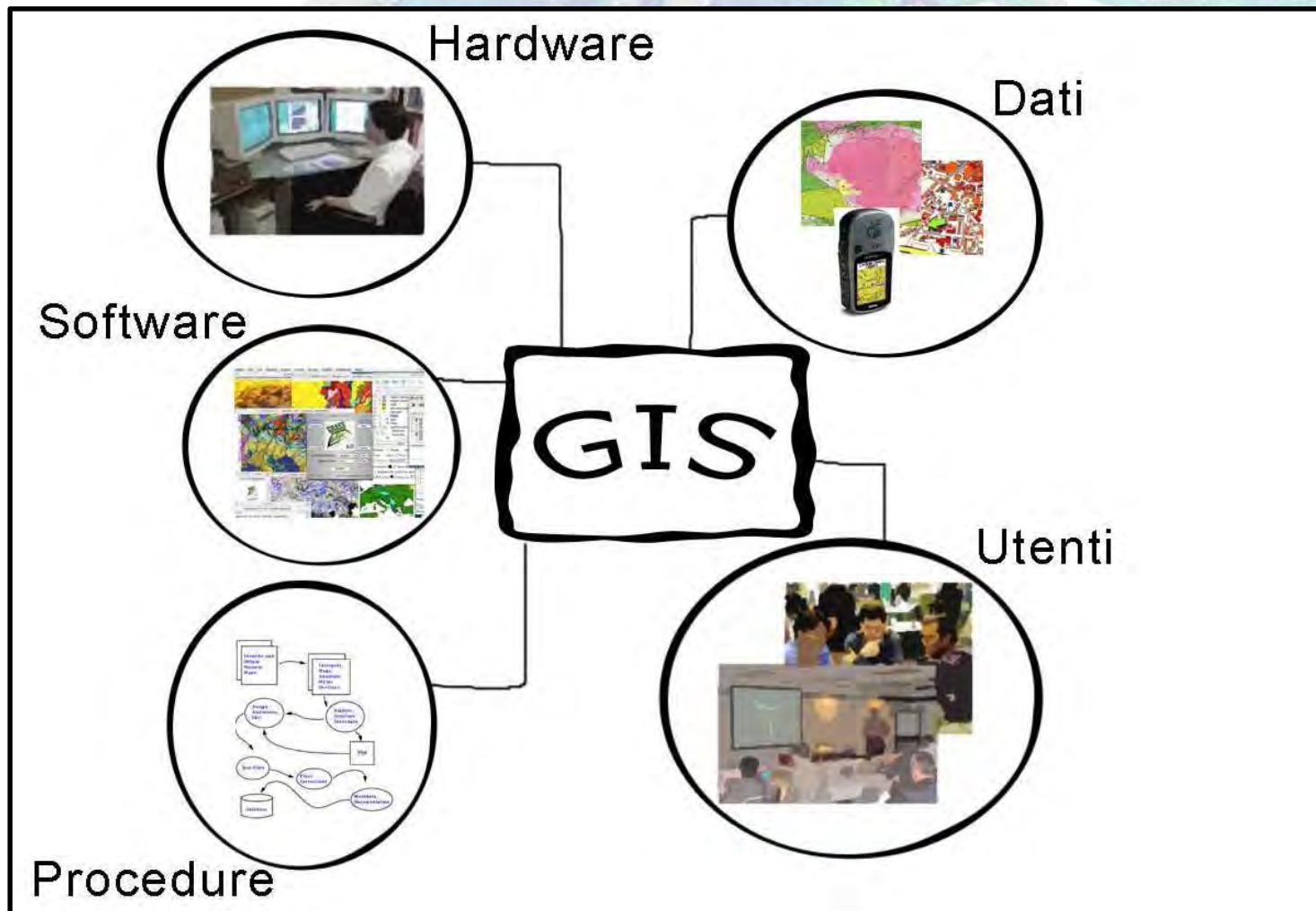
[seri.gabriele@gmail.com](mailto:seri.gabriele@gmail.com)



## Definizione

*Sistema informativo che permette di rappresentare, gestire, analizzare, elaborare ed interrogare informazioni e dati con contenuto spaziale e geografico.*

## Le componenti di un GIS



## Fonti di dati



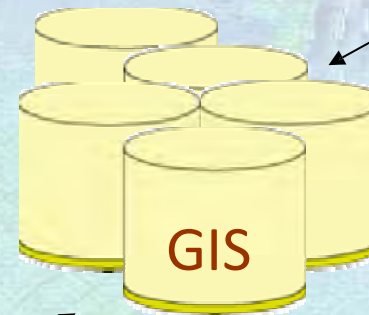
Carte Geografiche

### Coordinate

5092218	1585921
5051660	1550442
5051873	1551146
5053749	1548144



Dati Digitali



GPS



## MODELLO DATI

Oltre alla rappresentazione **GEOMETRICA** degli oggetti presenti nella realtà, ad un GIS viene richiesto di mantenere e gestire tutte le informazioni che riguardano le mutue relazioni spaziali tra i diversi elementi, come la connessione, l'adiacenza o l'inclusione, cioè di strutturare i dati definendone anche la **TOPOLOGIA**. Oltre a questi due aspetti geometrico e topologico, il modello dei dati, per essere efficace, deve prevedere l'inserimento al suo interno dei dati descrittivi dei singoli oggetti reali, definibili come **ATTRIBUTI**.

Geometria

Topologia

Attributi

**DATI SPAZIALI**

**ASPAZIALI**



## DATI SPAZIALI

### Geometria

Rappresentazione grafica del territorio e degli elementi territoriali in esso contenuti.

### Topologia

Insieme di relazioni spaziali che legano tra loro oggetti vicini o confinanti.

Vettoriali

Raster



# STRUTTURA VETTORIALE

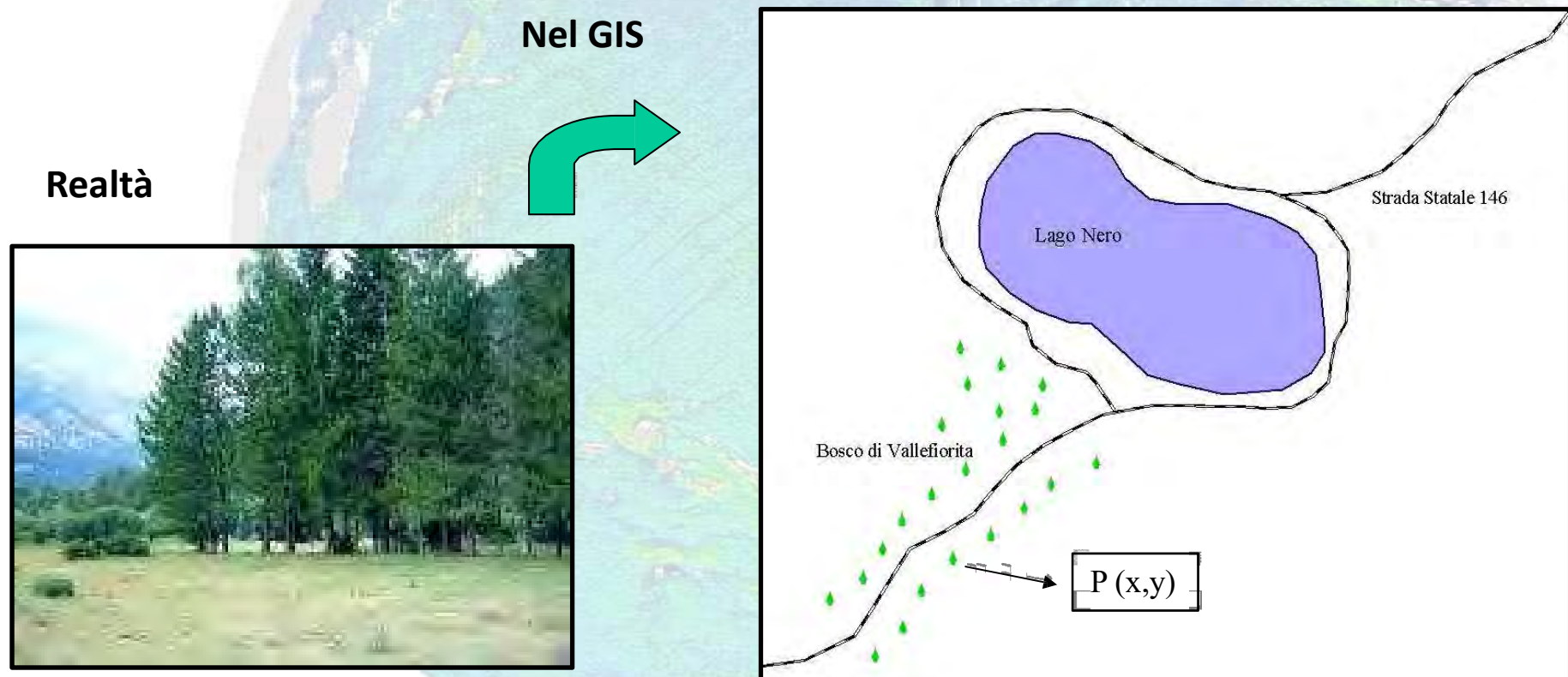
La **struttura vettoriale** individua gli elementi del territorio rappresentandoli fisicamente come:

- punti (pozzi, pali, alberi)
- linee (curve di livello, fiumi, strade)
- poligoni (laghi, edifici, città)

I dati vettoriali sono dati geometrici memorizzati attraverso le coordinate  $x, y$  dei punti e delle linee che li compongono.

## Rappresentare Elementi Reali Con Dati Vettoriali

**Elementi puntuali:** entità, attività o eventi distribuiti nello spazio individuabili da una sola coppia di coordinate geografiche





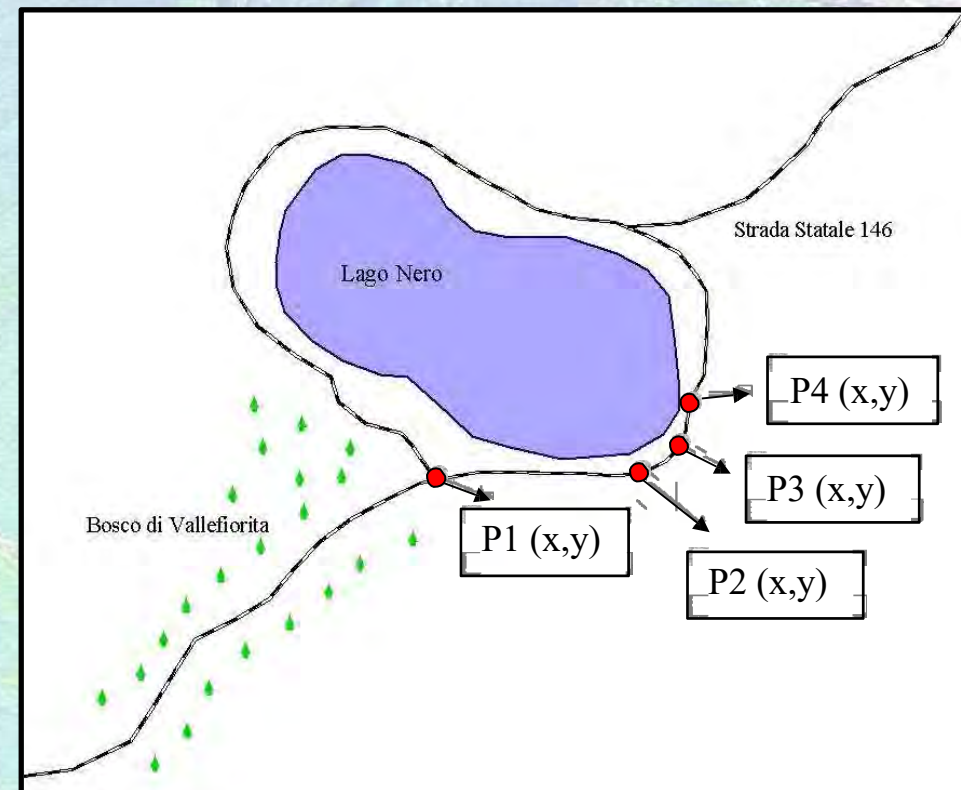
## Rappresentare Elementi Reali Con Dati Vettoriali

**Elementi lineari:** rappresentabili attraverso una serie di punti di coordinate geografiche note, uniti a formare una linea

Realtà



Nel GIS



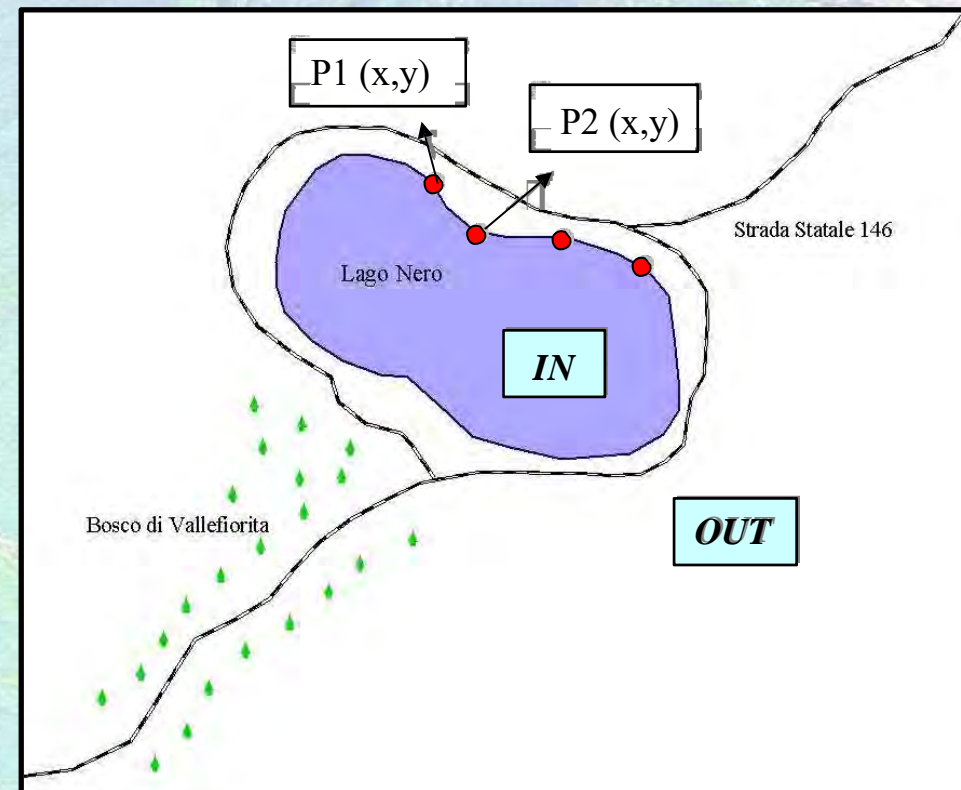
## Rappresentare Elementi Reali Con Dati Vettoriali

**Elementi areali:** rappresentabili attraverso una serie di linee (unenti punti) unite a loro volta per formare un poligono chiuso

Realtà



Nel GIS

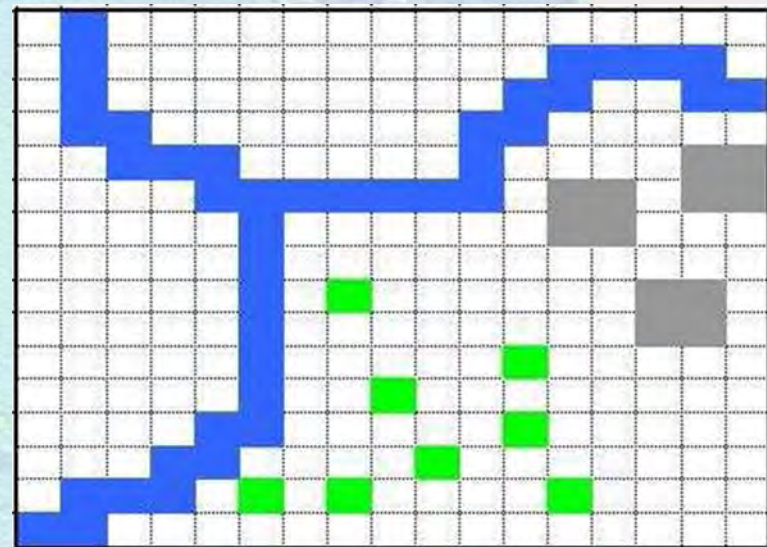




## STRUTTURA RASTER

- La **struttura raster** organizza i dati in una matrice di celle (quadrate, esagonali o triangolari) rappresentanti ciascuna uno specifico valore.
- I valori associati ad ogni cella possono esprimere sia informazioni di tipo grafico (colore, tono di grigio, ecc), sia di tipo descrittivo (temperatura, pendenza, ecc).
- La struttura raster è utile per rappresentare elementi continui.

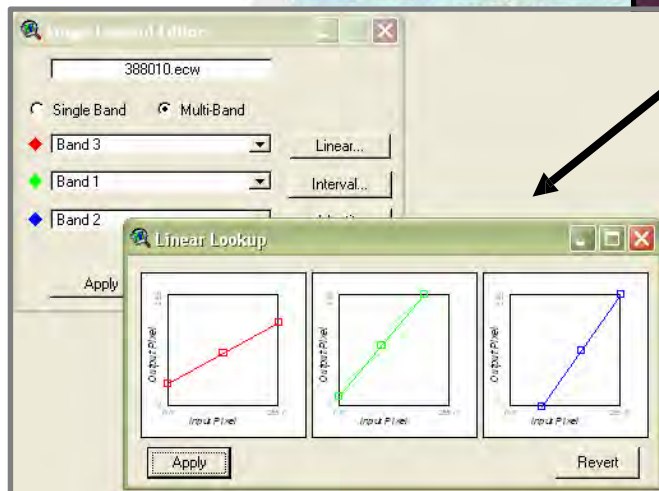
UN TIPICO ESEMPIO DI STRUTTURA RASTER SONO  
LE CARTE TECNICHE REGIONALI (CTR) E LE  
ORTOFOTO.



## Rappresentare Elementi Reali Con Dati Raster

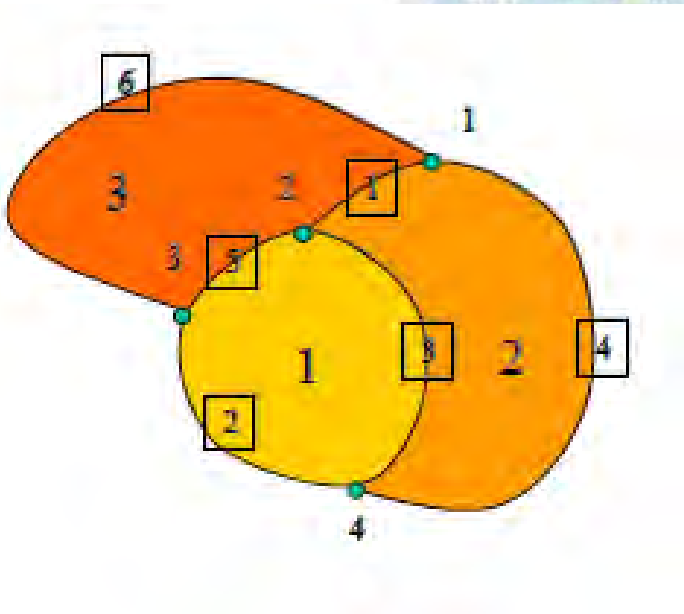
Es. una foto digitale è di fatto una matrice di pixel.

A ciascun pixel corrisponde un contenuto informativo consistente nella posizione e nel colore



## Topologia

***Nell'ambiente GIS, rappresenta l'insieme di relazioni di connessione e di contiguità tra gli elementi spaziali e permette di collegare tali elementi ai relativi attributi.***



La topologia è particolarmente utile nei GIS dal momento che molte procedure di analisi spaziale non necessitano della localizzazione spaziale bensì solo delle informazioni topologiche relative agli oggetti.

Es.

Per trovare il percorso più breve tra due punti, è sufficiente conoscere la lista degli elementi congiungenti i punti stessi e il criterio di attraversamento di ciascuno.



## DATI ASPAZIALI

### Attributi

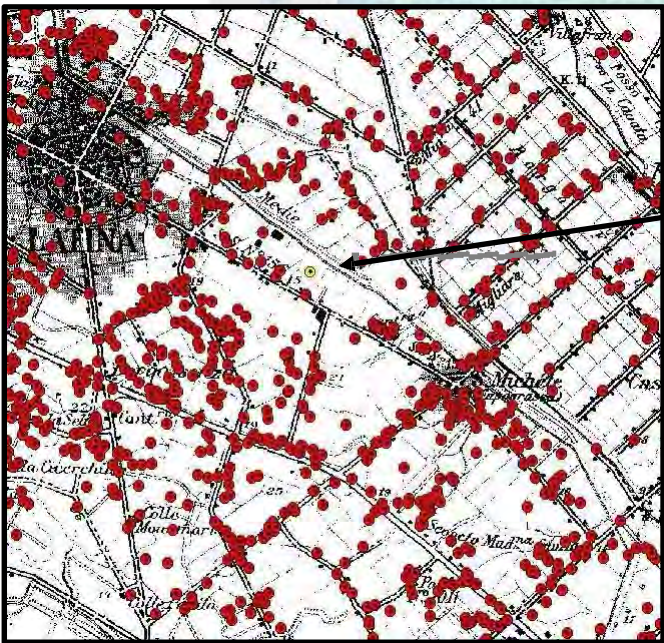
**Sono dati descrittivi o informativi dei singoli dati spaziali.**



# Relazioni tra dati spaziali e aspatiali

Nei GIS, esiste una corrispondenza biunivoca tra dato geografico spaziale e dato informativo aspatial (attributo)

E' quindi possibile accedere all'informazione a partire dal dato geografico o, viceversa, visualizzare l'oggetto che soddisfa determinate caratteristiche in base a specifiche richieste (queries) effettuate sugli attributi del dato



Shape	Idname	Ultm_x_det	Ultm_y_det	Dom_mca	Dom_ls
Point	13147	322371	4590436	100	0.00317
Point	13149	325847	4595475	250	0.00793
Point	13152	329203	4598207	150	0.00476
Point	13154	329202	4591440	100	0.00317
Point	13157	331953	4593418	250	0.00793
Point	13158	331182	4587354	200	0.00634
Point	13159	319297	4593539	250	0.00793
Point	13162	329196	4599877	180	0.00571
Point	13163	320602	4590548	50	0.00159
Point	13164	324166	4598188	100	0.00317
Point	13171	322912	4598355	250	0.00793
Point	13179	321357	4596936	100	0.00317
Point	13180	326858	4596342	150	0.00476
Point	13181	319592	4596149	200	0.00634
Point	13182	331966	4587554	108	0.00342
Point	13183	321116	4597931	100	0.00317
Point	13188	328207	4585525	175	0.00555
Point	13189	327095	4587733	105	0.00333
Point	13190	325946	4590226	105	0.00333
Point	13195	324008	4595508	500	0.01585
Point	13197	320429	4592535	100	0.00317
Point	13200	321235	4597860	100	0.00317
Point	13203	331636	4587285	200	0.00634
Point	13206	321635	4592961	250	0.00793
Point	13208	326043	4590934	90	0.00285
Point	13209	317880	4592104	432	0.01370
Point	13211	323833	4591533	324	0.01027
Point	13213	322996	4599204	100	0.00317
Point	13214	330318	4593605	250	0.00793
Point	13215	320650	4592276	250	0.00793

*E' possibile immagazzinare una quantità di informazioni teoricamente infinite relative al dato geografico*

*Es. nel caso di un pozzo:*

- Coordinate
- Portata estratta
- Proprietario
- Trasmissività acquifero
- Profondità



## **ANALISI DEI DATI SPAZIALI**

Una applicazione per cartografia (Autocad) ha l'obiettivo principale di riprodurre delle cartografie mentre il GIS ha come obiettivo principale l'analisi dei dati, per diventare uno strumento di supporto alle decisioni.

L'utente di un GIS non ha solo bisogno di restituire una carta delle zone edificate, quanto di rappresentare un tematismo. Avendo a disposizione, ad esempio, due database :

- 1. Elenco degli edifici con relativi indirizzi*
- 2. Elenco dei dati anagrafici dei residenti per ciascun indirizzo*

si potrebbe creare una relazione tra i due data base ed effettuare un'analisi relativa all'età media della popolazione residente e restituirla graficamente sul tematismo degli edifici.

Dalla stessa analisi, utilizzando i dati anagrafici dei residenti in sovrapposizione al tematismo dell'ubicazione dei servizi scolastici, si può verificare la congruenza tra il numero di potenziali studenti e le strutture scolastiche presenti sul territorio.



## ANALISI DEI DATI SPAZIALI



### Overlay di layers

Voglio tutte le informazioni su una data proprietà:  
uso del suolo, proprietario, tipo di suolo, ecc.

### Prossimità

Quali paesi distano 3 Km e quali  
10 Km dal pozzo?

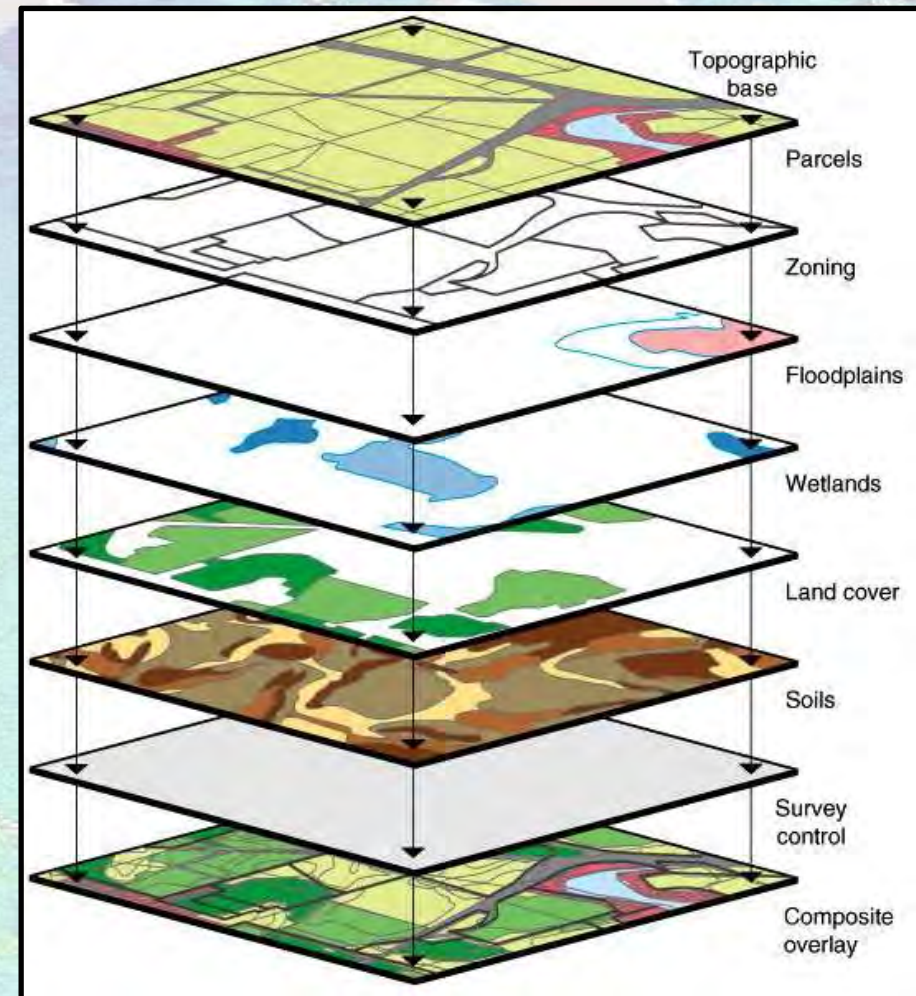
### Network (rete)

Qual è il percorso migliore per  
raggiungere la stazione dall'hotel?



## Un G.I.S. lavora per strati informativi tematici (*layers*) che:

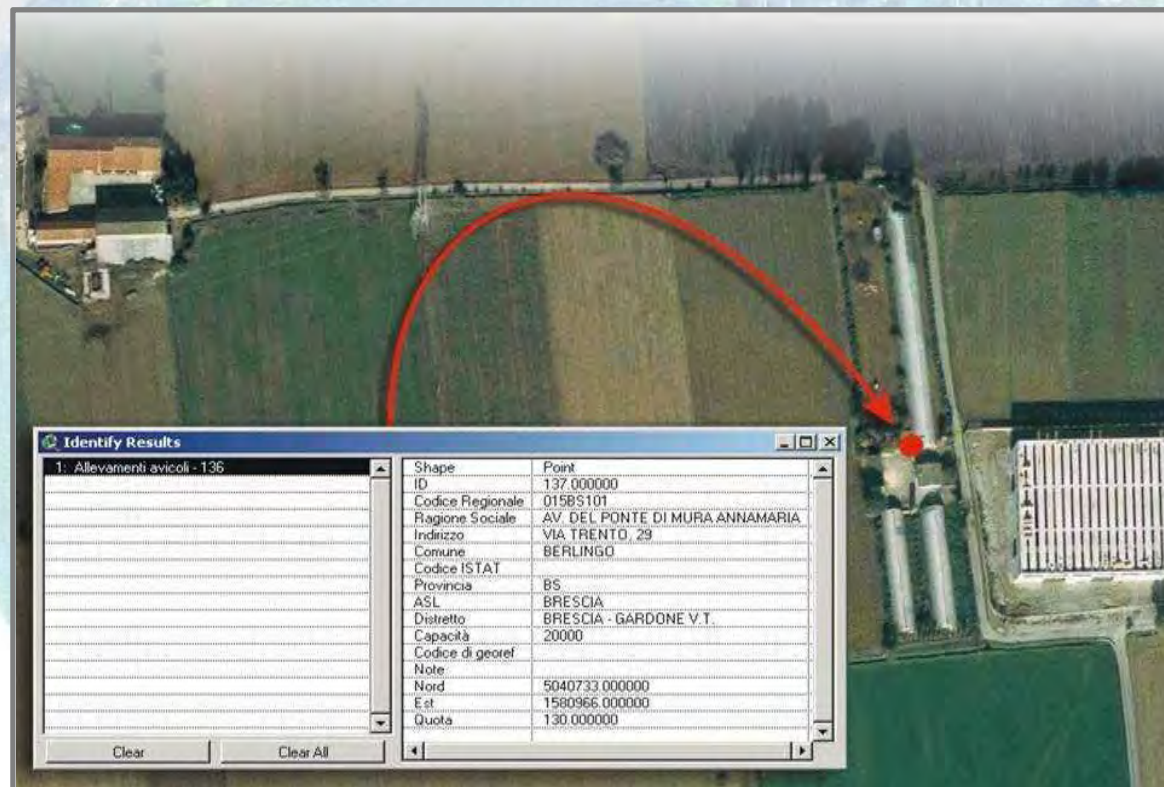
- possono essere sovrapposti
- sono georeferenziati e collegati alla cartografia
- contengono informazioni uniformi (ad es. idrografia, reticolo stradale...)



## Come Lavora Un Gis

Mette in relazione biunivoca gli elementi grafici e gli attributi alfanumerici

Localizza gli elementi a partire dalla mappa o dagli attributi





## Georeferenziazione

**Caratteristica fondamentale di un GIS è la sua capacità di GEOREFERENZIARE i dati; ovvero di attribuire ad ogni elemento le sue coordinate spaziali reali. In altre parole, le coordinate di un oggetto non sono memorizzate relativamente ad un sistema di riferimento arbitrario (ad esempio 12 centimetri dal bordo inferiore e 5 da quello sinistro di una mappa) né relativamente al sistema di coordinate della periferica usata (schermo del PC), ma sono memorizzate secondo le coordinate del sistema di riferimento in cui realmente è situato l'oggetto (come  $121^{\circ} 27'$  lat. E e  $41^{\circ} 53'$  long. N utilizzando il sistema geografico) e nelle reali dimensioni, non in scala.**



## SISTEMI DI RIFERIMENTO

Un sistema di coordinate è un sistema di misurazione degli elementi su una superficie

**COORDINATE  
SFERICHE**

**COORDINATE  
PIANE**

## Le coordinate geografiche

### Coordinate sferiche

#### Latitudine ( $\varphi$ ) e Longitudine ( $\lambda$ )

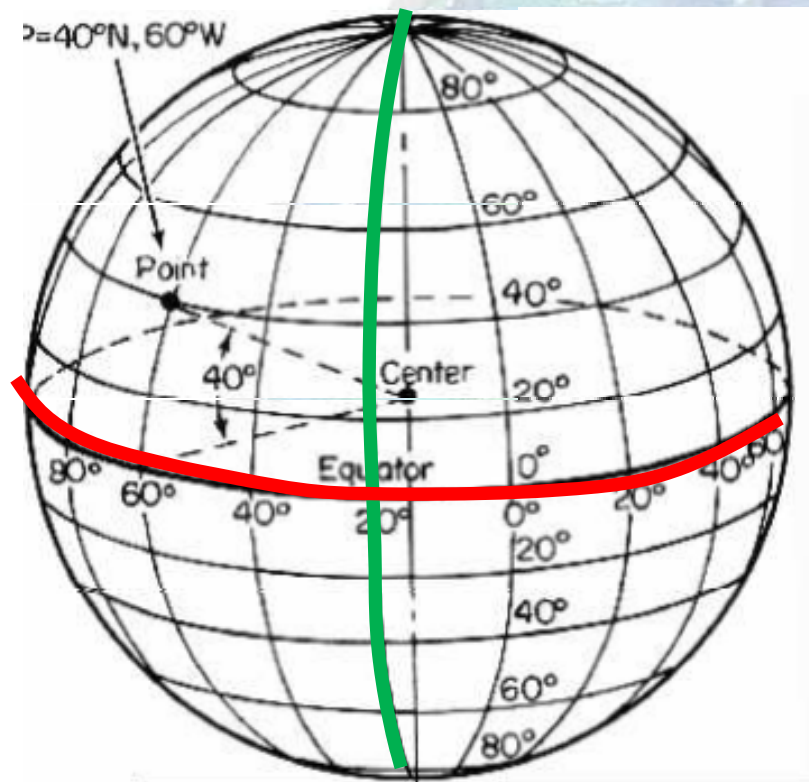
*Sono angoli misurati dal centro della terra ad un punto della superficie*

#### Parallele all'equatore (paralleli, latitudine)

da  $-90^\circ$  a  $0^\circ$  a  $90^\circ$

#### Passanti per i poli (meridiani, longitudine)

a partire dal meridiano di Greenwich  $=0^\circ$ ,  
crescono verso Est



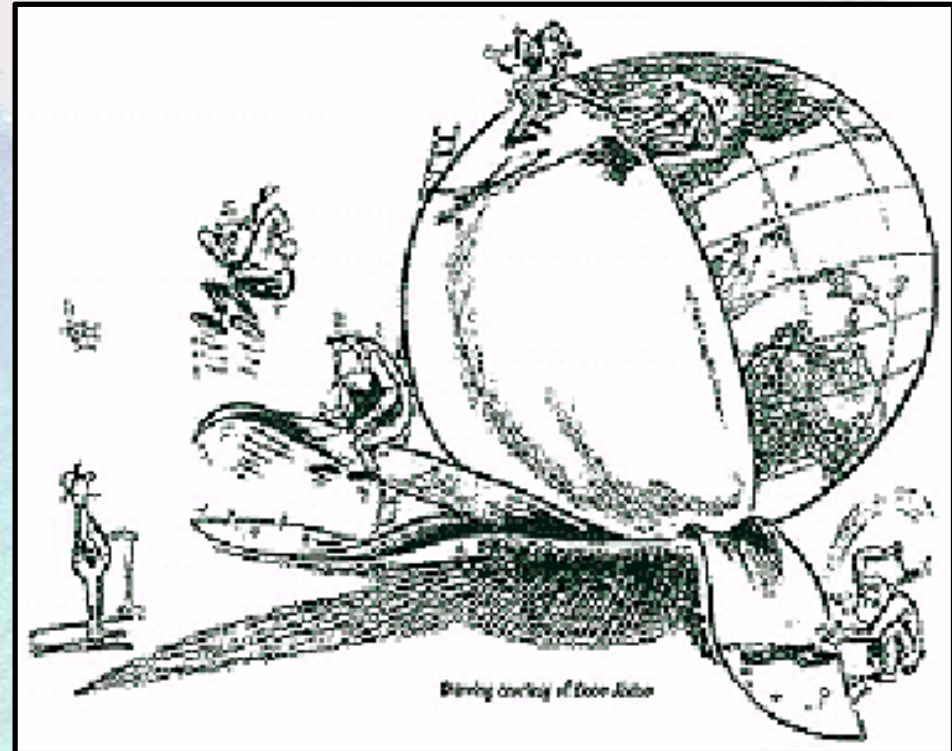
## Il problema delle coordinate geografiche



- ⚠ Il sistema latitudine/longitudine è poco pratico per piccole distanze
- ⚠ La lunghezza di un arco non è costante
- ⚠ La rappresentazione cartografica tipicamente è planare e non sferica

Come trasformare le coordinate sferiche in piane?

**Non è possibile  
“appiattare” una  
sfera!!**



**Proiezione:** Funzione che pone in corrispondenza biunivoca un sistema di coordinate sferiche (o sferoidali) con un sistema di coordinate planari





# Distorsioni

Durante il processo di proiezione dei dati reali su un foglio di carta sono introdotti inevitabilmente degli errori. Anche i più accurati sistemi di proiezione comportano distorsioni di almeno una delle caratteristiche geografiche: forma, area, direzione, distanza.

**Proiezioni equivalenti**

Preservano le Aree

**Proiezioni conformi**

Preservano gli Angoli

**Proiezioni equidistanti**

Preservano le distanze tra punti

Non esiste un sistema di proiezione preferibile in assoluto e l'adozione di un sistema piuttosto che un altro dipende dall'uso cui è destinata la cartografia e dalla zona da rappresentare. Il primo passo nel processo di proiezione è quello di individuare uno o più punti di contatto tra la terra e la superficie di proiezione. La localizzazione del punto o della linea di contatto tra le due superfici è importante poiché si tratta del punto o della linea a distorsione zero.

Le distorsioni aumentano con l'aumentare della distanza dal punto di contatto.

## La proiezione UTM

UTM (Universal Transverse Mercator)

Proiezione: conforme (Mercatore)

Ellissoide: World Geodetic Survey 1984

Meridiano centrale: 60 differenti, distanziati di  $6^\circ$

Parallelo centrale:  $0^\circ 0' 0''$  (Equatore)

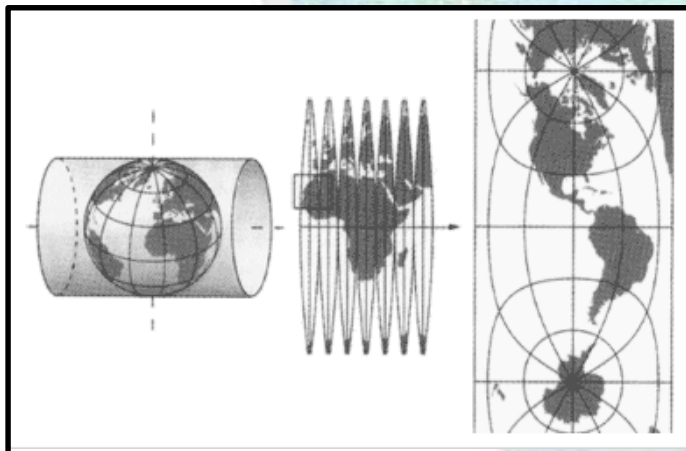
Fattore di scala: 0.9996 N-S; 1.00158 E-O (costante)

Falsa origine: 500000 m (Est); 0 m (Nord, emisfero boreale)  
10000000 m (Nord, emisfero australe)

Utilizzabile senza distorsioni tra  $84^\circ$  N e  $80^\circ$  S

La superficie terrestre viene suddivisa in 60 zone (per limitare gli errori di distorsione); viene poi applicata una proiezione cilindrica, trasversa e conforme

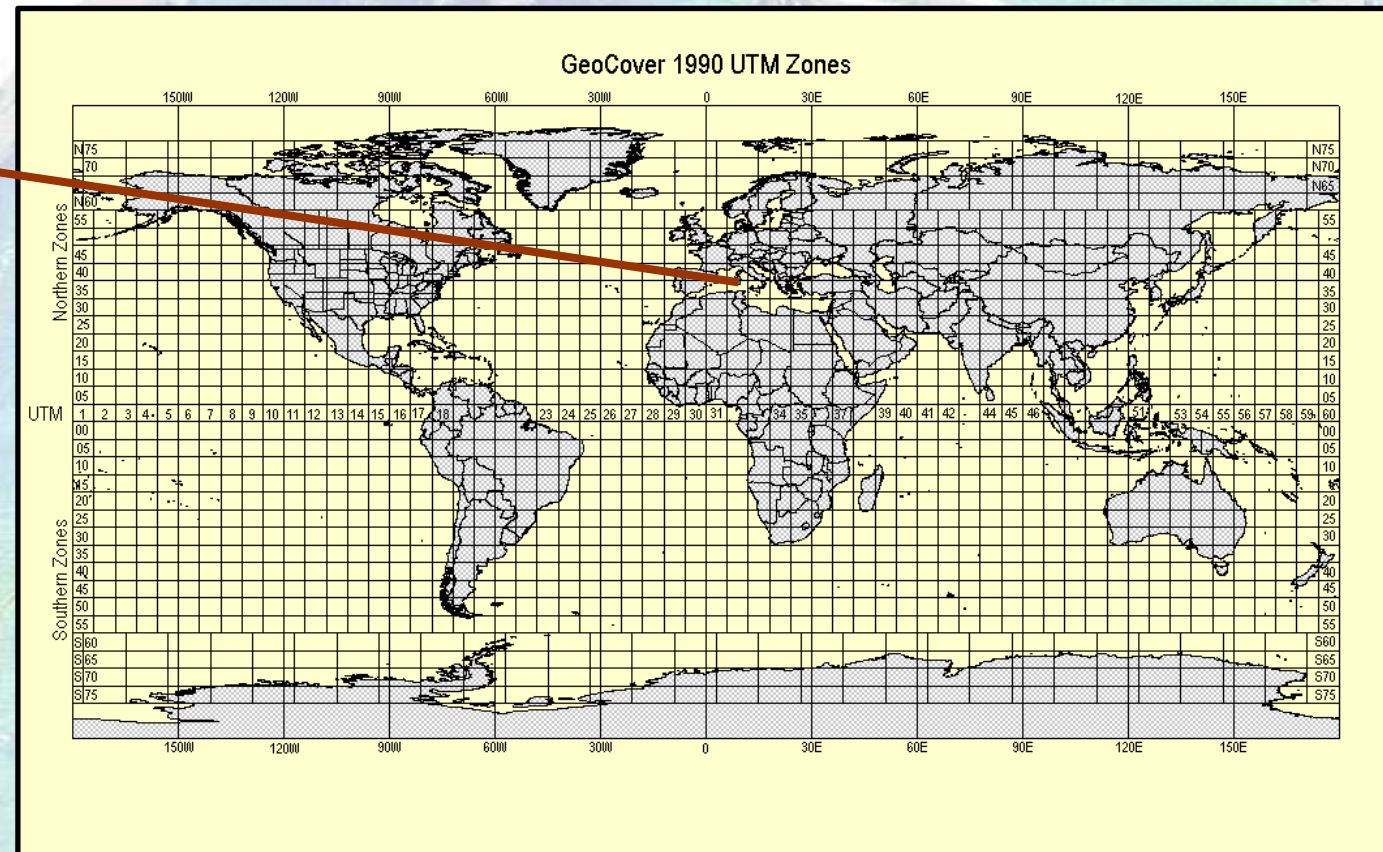
Le coordinate di un punto sul sistema UTM sono espresse in [metri] dall'origine del fuso che si trova all'intersezione tra equatore e meridiano centrale della relativa zona



Su tale proiezione si basano i sistemi di riferimento Europeo ED50 (utilizzato nelle CTR) e quello mondiale WGS84 (introdotto in seguito allo sviluppo della tecnologia GPS).

## Il reticolo internazionale UTM

L'Italia è quasi interamente compresa nei fusi 32N e 33N tranne una piccola porzione di Puglia che ricade nel fuso 34N





## Proiezione Gauss-Boaga

**Su tale proiezione si basa il sistema di riferimento ROMA 40, adottato per la cartografia Nazionale e Regionale IGM.**

**Utilizzabile senza distorsioni esclusivamente sul territorio Italiano .**

### Gauss-Boaga

Proiezione: conforme (Gauss-Boaga o Gauss-Kruger)

Ellissoide: internazionale 1909

Meridiano centrale:  $9^{\circ} 0' 0''$  (fuso ovest) -  $15^{\circ} 0' 0''$  (fuso est)

Parallelo centrale:  $0^{\circ} 0' 0''$  (Equatore)

Fattore di scala: 0.9996 (all'origine)

Falsa origine: 1500000 m (Est, fuso ovest); 2800000 m (Est, fuso est); 0 m (Nord)

Utilizzabile senza distorsioni esclusivamente sul territorio italiano



## Riferimenti

**“Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici”** – Giovanni Biallo –  
Quaderni di MondoGis, 2002

**“Principles of G.I.S. for Land Resources Assessment”** – Burrough P.A. –  
Claredon Press, Oxford 1986

**“Sistemi informativi Territoriali” 2003** – Gruppo di Topografia – Università  
degli Studi di Brescia

**Corso di Sistemi Informativi Territoriali** – prof.Damiano G. Preatoni  
Dipartimento “Ambiente-Salute-Sicurezza” – Università dell’Insubria Varese