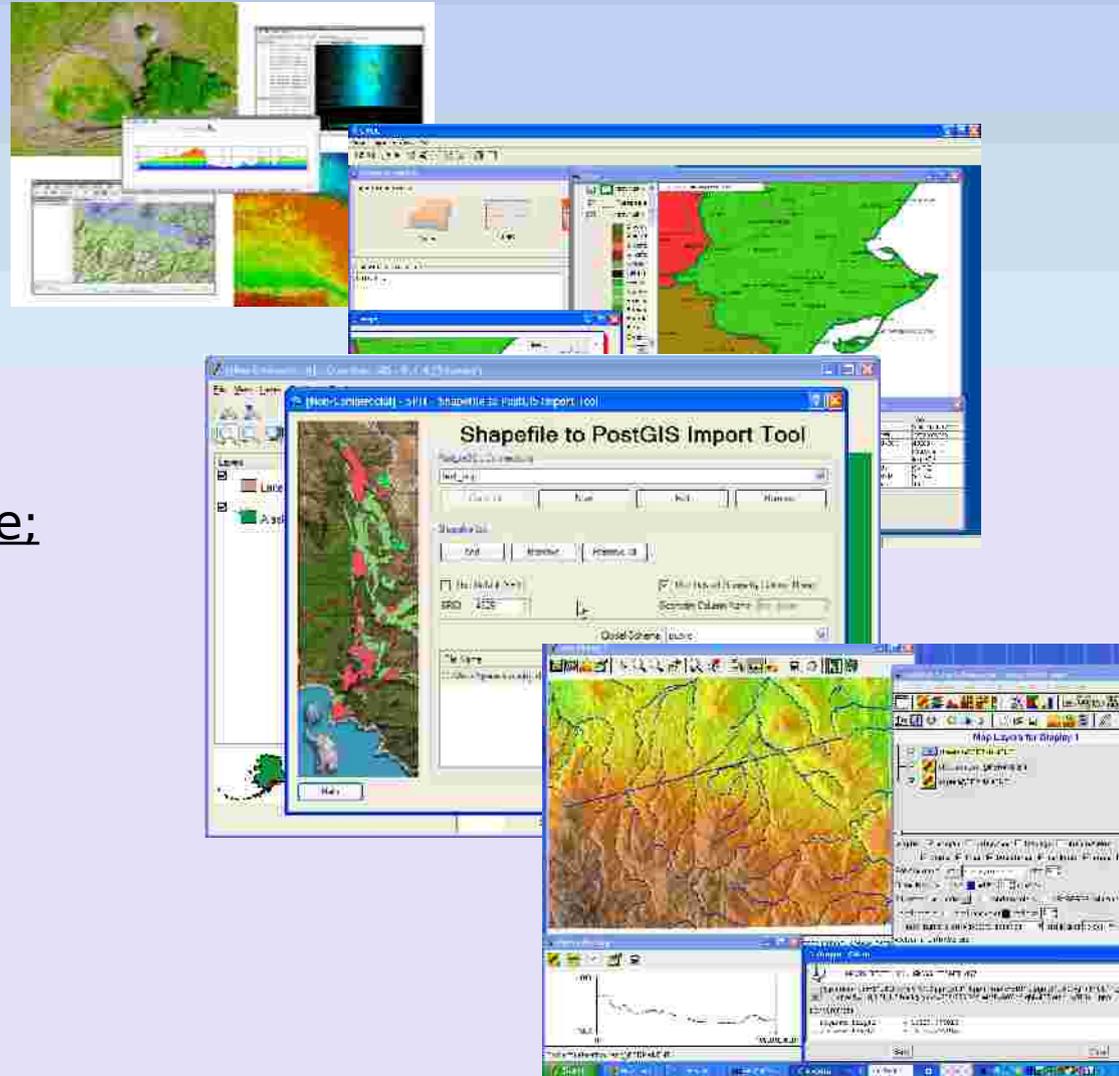


I GIS e l'Open Source

Struttura del seminario:

1. Concetti introduttivi;
2. GRASS GIS: installazione;
3. Gestione del dato vettoriale;
4. Gestione del dato raster;
5. Digitalizzazione del dato vettoriale;
6. Applicazioni all'analisi di bacino.



I GIS e l'Open Source

Struttura del seminario:

1. Concetti introduttivi:

- Open Source;
- GIS;
- Tipologia di dati geografici
- Sistemi di riferimento.

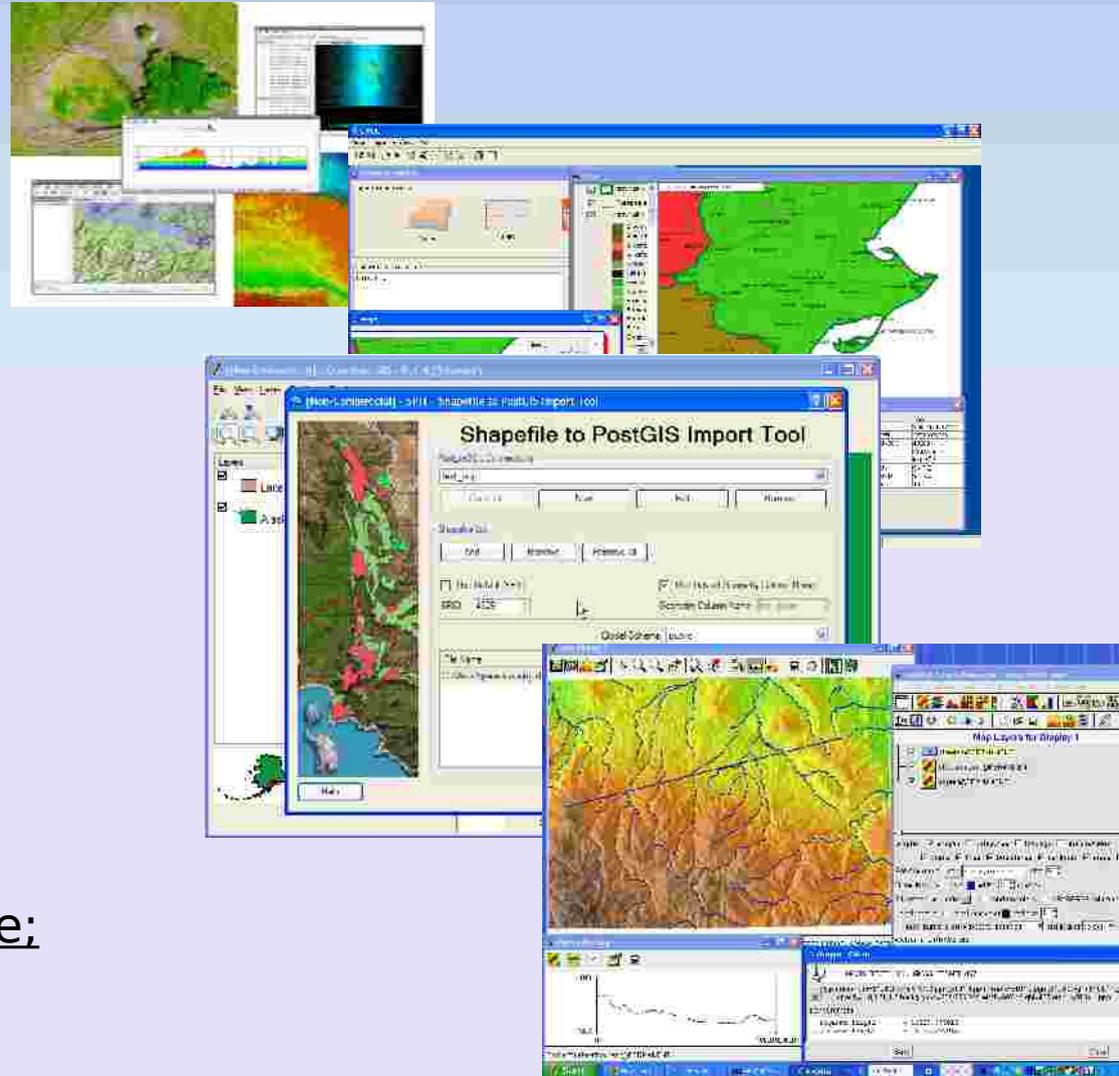
2. GRASS GIS: installazione;

3. Gestione del dato vettoriale;

4. Gestione del dato raster;

5. Digitalizzazione del dato vettoriale;

6. Applicazioni all'analisi di bacino.



L'Open Source

I GIS e l'Open Source

L'Open Source

[R. Stallman in un'intervista a Repubblica]:

“La società ha bisogno di libertà: quando un programma ha un proprietario, l'utilizzatore perde la libertà di controllare parte della sua vita.”



[R. Stallman sul perché si risolse contro la scrittura di software proprietario]:

“In questo modo avrei potuto guadagnare, e forse mi sarei divertito a programmare. Ma sapevo che al termine della mia carriera mi sarei voltato a guardare indietro, avrei visto anni spesi a costruire muri per dividere le persone, e avrei compreso di aver contribuito a rendere il mondo peggiore.”

I GIS e l'Open Source

L'Open Source

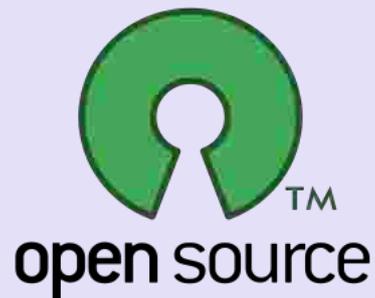
Un po' di storia..

1984: Richard Stallman si dimette dal MIT e inizia il progetto GNU;

1985: la comunità di hackers che ruota intorno a lui crea la Free Software Foundation (FSF);

1992: Linus Torvalds sviluppa un kernel (il cuore) di un sistema operativo e lo integra con il progetto GNU. Tale sistema verrà chiamato GNU/Linux;

1998: Nasce la Open Source Initiative.



I GIS e l'Open Source

L'Open Source

Alcune definizioni..

- **Binario:** il formato in cui vengono distribuiti gran parte dei programmi, è pensato per essere compreso dai computer;
- **Codice Sorgente:** il formato in cui vengono scritti i programmi, è pensato per essere compreso dai programmatori;
- **Libreria:** una collezione di programmi che forniscono funzionalità generiche usate da altri programmi;
- **Licenza:** le condizioni che il detentore del copyright impone per la distribuzione e l'utilizzo del software.

Le 4 libertà del Software Libero:

- Libertà 0: di eseguire il programma, per qualsiasi scopo.
- Libertà 1: di studiare come funziona il programma, e adattarlo alle proprie necessità;
- Libertà 2: di ridistribuire copie in modo da aiutare il prossimo;
- Libertà 3: di migliorare il programma, e distribuirne pubblicamente i miglioramenti, in modo tale che tutta la comunità ne tragga beneficio.

I GIS e l'Open Source

L'Open Source

Il Software Open Source, tramite il rispetto delle 4 libertà, ha il vantaggio enorme rispetto a quello proprietario di offrire il codice sorgente nella sua interezza al programmatore come al semplice utente in modo tale che chiunque possa comprenderlo e modificarlo secondo le proprie capacità;

questo non significa che il software OS possa essere preso e reso proprietario a piacimento, poiché esso è tutelato da **Copyleft**, ovvero tutto il codice che contiene o riprende, anche parzialmente, software libero (tutelato da Copyleft) può e deve essere ridistribuito solo come libero.

Ecco quindi che promuovere l'utilizzo dei sistemi disponibili nella filosofia e nel modello open source vuol dire praticare una forma di consumo critico e responsabile, in particolare scegliere l'Open Source equivale a:

- rifiutare i monopoli e della sudditanza nei confronti delle grandi multinazionali che ci considerano merce;
- promuovere l'alfabetizzazione informatica, al fine di colmare il gap tecnologico che separa i paesi ricchi da quelli poveri;
- scegliere razionalmente un prodotto di cui possiamo apprezzare appieno le qualità (tramite la possibilità di esplorare liberamente il codice sorgente del programma).

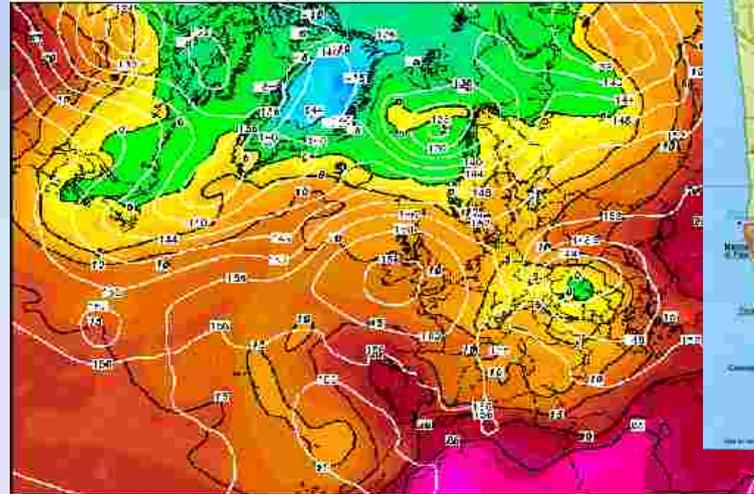
I GIS

I GIS e l'Open Source

Geographical Informative System

I GIS

Init : Thu,06SEP2007 00Z Valid: Thu,06SEP2007
850 hPa Geopot. (gpm) und Temperatur (Grad



Daten: DDF Modell des amtlichen Wetterdienstes
(c) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de



Un GIS, meglio noto come Sistema Informativo Geografico, è un software in grado di gestire dati spazialmente distribuiti. Con “gestione” si intende:

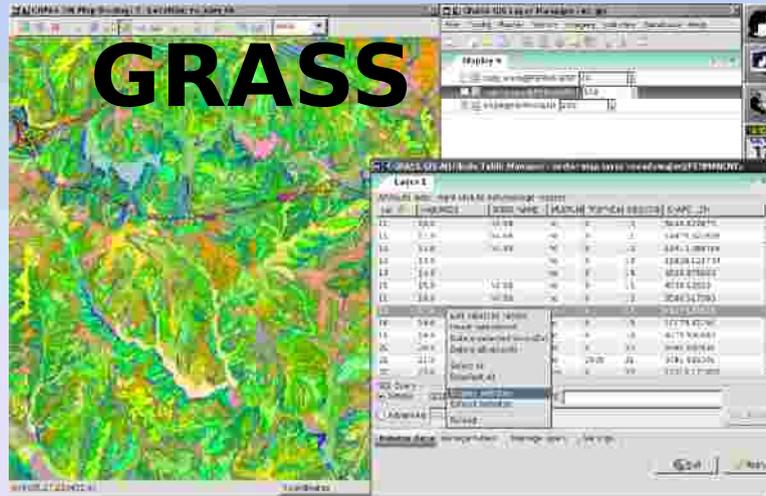
- l'immagazzinamento,
- la visualizzazione,
- interrogazione,
- la modifica,
- l'archiviazione del dato stesso.

Uno dei suoi punti di forza, rispetto ad un qualsiasi strumento di rappresentazione dei dati, è quello di poter collocare esattamente nello spazio, secondo un preciso sistema di riferimento, il dato di cui si dispone.

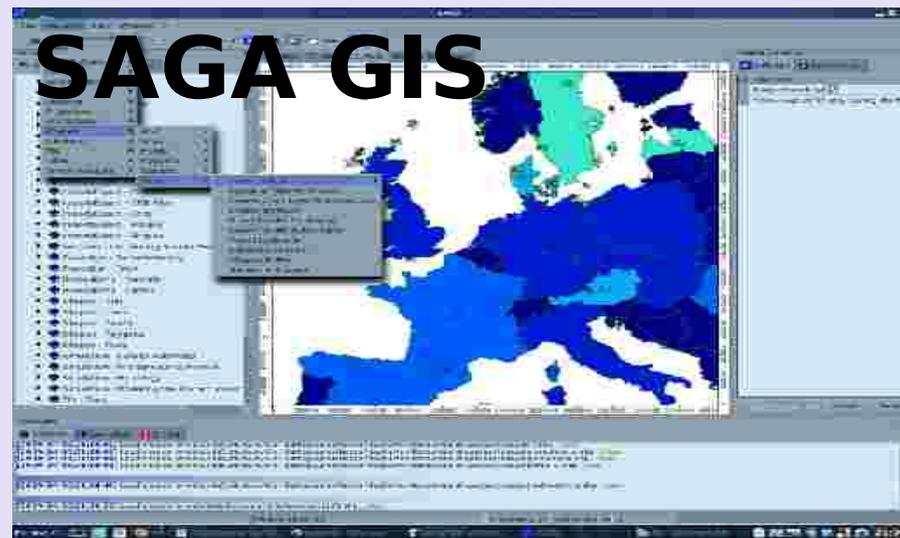
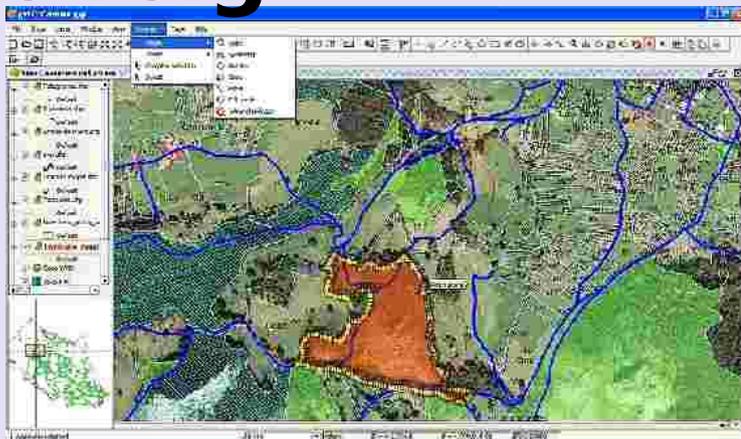
I GIS e l'Open Source

I GIS

**Geographical
Informative
System**



GVsig

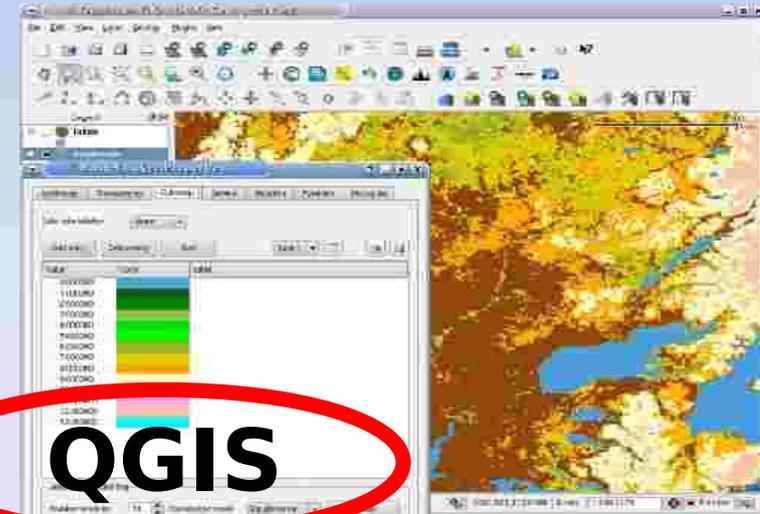
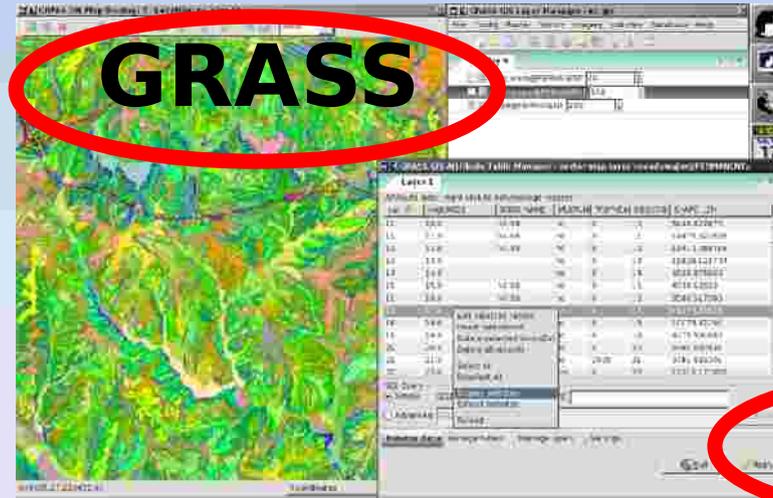


uDIG

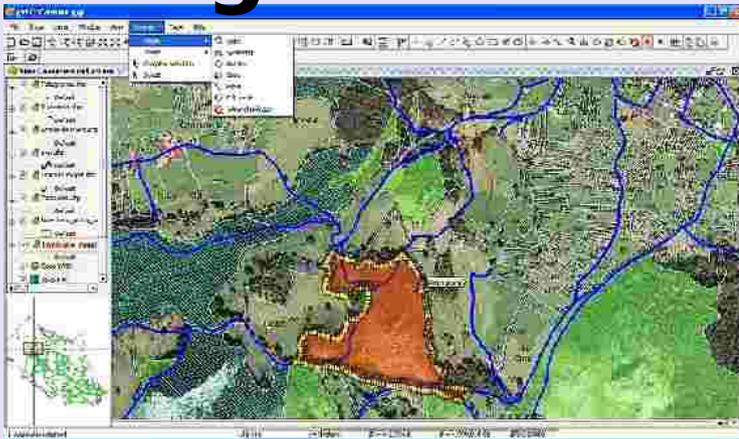
I GIS e l'Open Source

I GIS

Geographical
Informative
System



GVsig



uDIG

I GIS e l'Open Source

Geographical
Resource
Analysis
Support
System



GRASS GIS

➔ **GRASS GIS** è un potente GIS Open Source, che permette, oltreché di visualizzare ed interrogare il dato, di svolgere tutte le elaborazioni ed analisi che possiamo immaginare, anche le più complesse.

➔ Il vantaggio di essere OS sta nella possibilità, data a chiunque abbia un minimo di confidenza con la programmazione, di poter sviluppare ed implementare i propri moduli in ambiente GIS;

➔ In questo modo si trova sempre la soluzione a qualsiasi problema si stia cercando di risolvere, e questa soluzione rispecchia esattamente le nostre esigenze..

..senza restrizioni di ciò che si può e non si può fare in base alle funzionalità presenti nel programma..

In teoria con GRASS si può fare TUTTO perchè sei tu a scrivere il programma.



I GIS e l'Open Source

QuantumGIS

QuantumGIS è un GIS OS usato principalmente per la visualizzazione e l'interrogazione del dato spaziale.

Sta divenendo sempre più diffuso anche per l'analisi e l'elaborazione del dato stesso grazie alla recente implementazione di molti plugins che consentono, tra l'altro:

- L'esecuzione di semplici operazioni di analisi
- La possibilità di interfacciamento con GRASS GIS, del quale è possibile eseguire alcune operazioni standard.

Il vantaggio di essere OS sta nella possibilità di poter sviluppare ed implementare i propri moduli in ambiente GIS;

Il grosso vantaggio di QGIS rispetto a GRASS è quello di essere **più semplice da usare**;

Lo svantaggio di QGIS rispetto a GRASS è che non può ancora essere utilizzato per le **operazioni di analisi** più spinta.

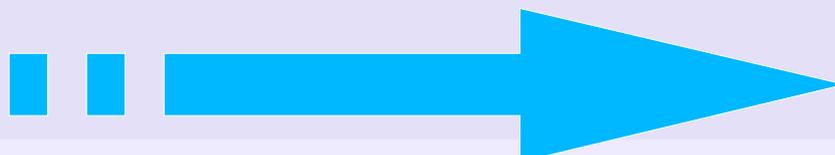
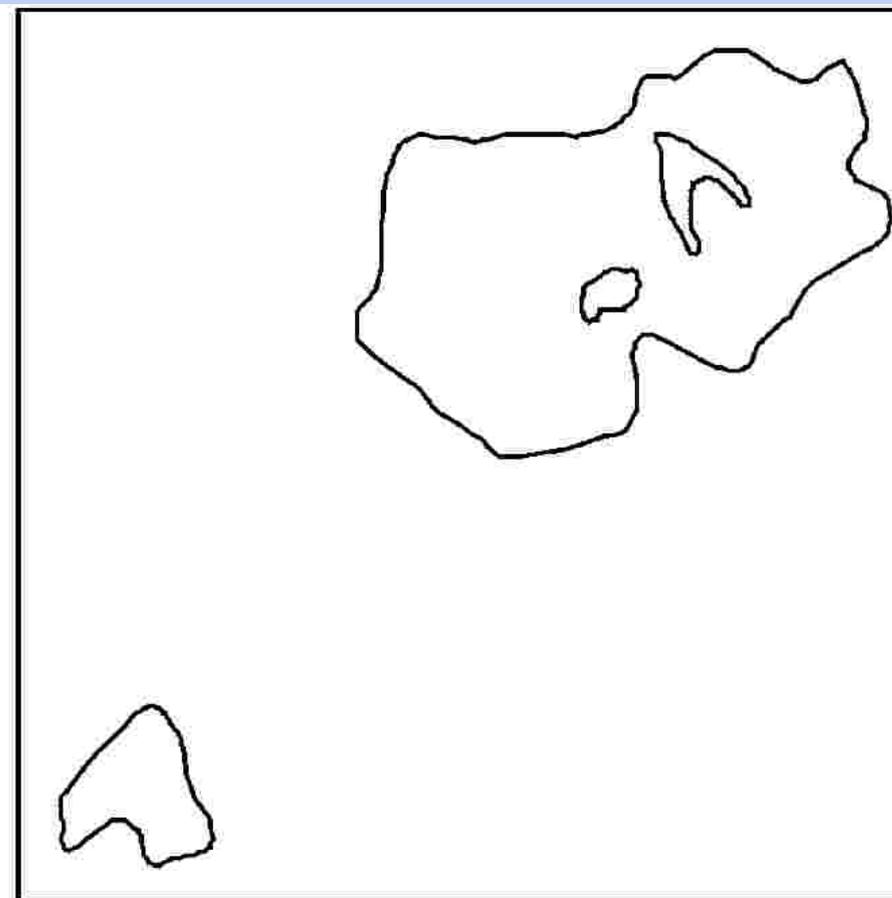


Principali modelli di dati nei sistemi GIS

Modelli di dati GIS

“Costituiscono una rappresentazione semplificata di una certa **entità** o di un certo **fenomeno**”

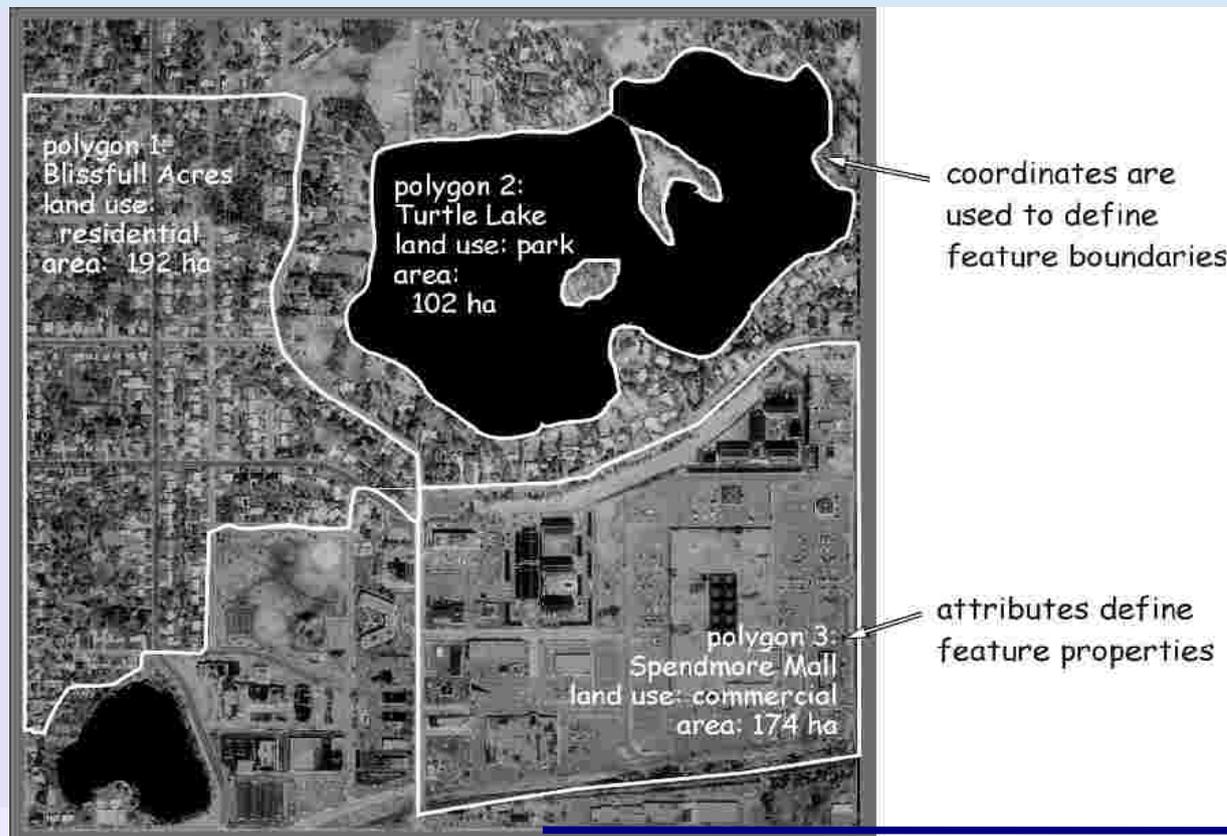
Modelli di dati GIS



Modelli di dati GIS

Duplica informazione:

- Estensione e posizione geografica
- Informazioni sulle proprietà non geometriche



Coordinate

“Permettono di identificare la posizione di un elemento rispetto all'origine di un sistema di riferimento”

- Forniscono la posizione e la forma geometrica dell'elemento descritto
- Vengono definite da una coppia di numeri (x,y)
- E' importante specificare il sistema di riferimento a cui si riferiscono (*la stessa zona può essere descritta con più di un sistema di riferimento*)

Coordinate

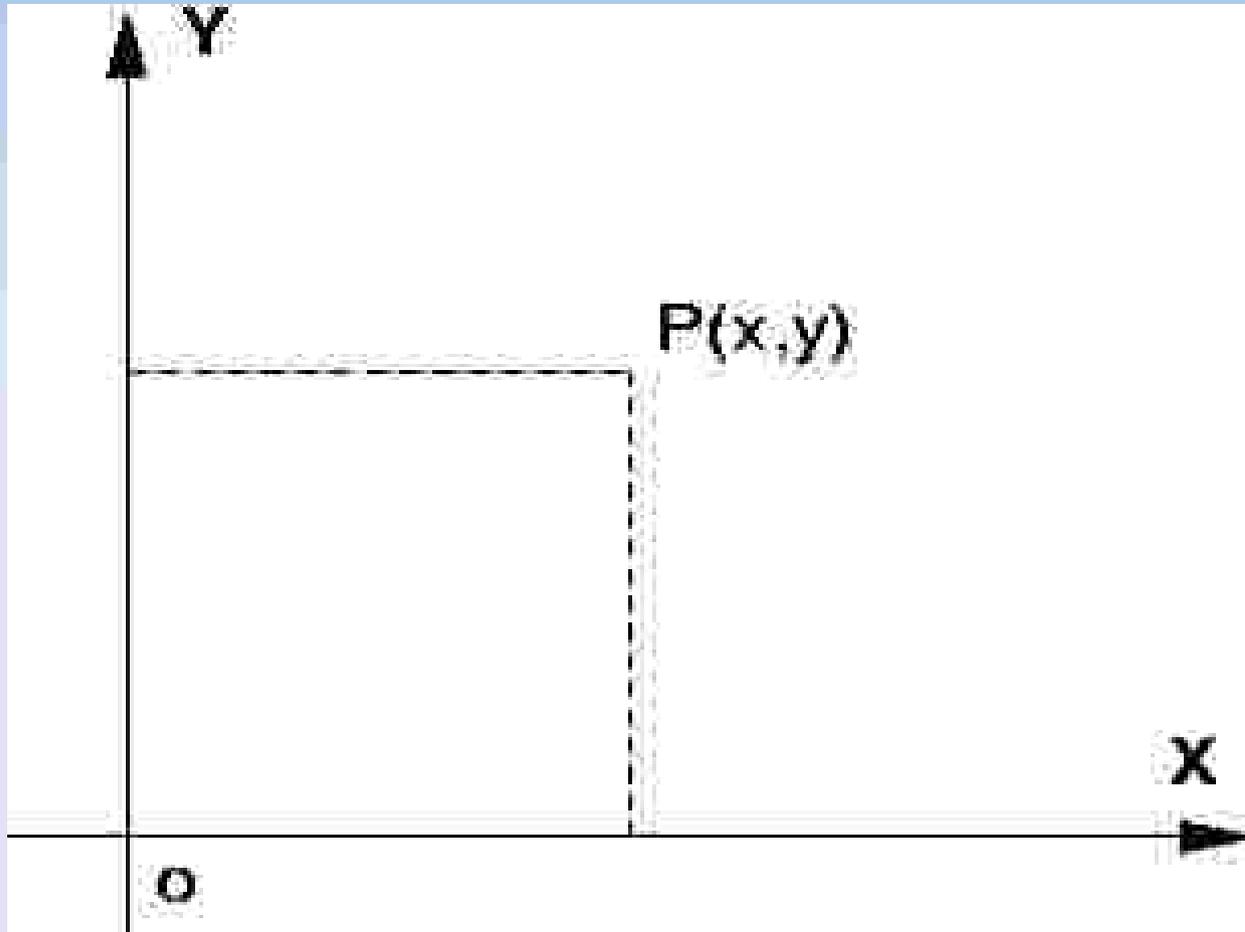
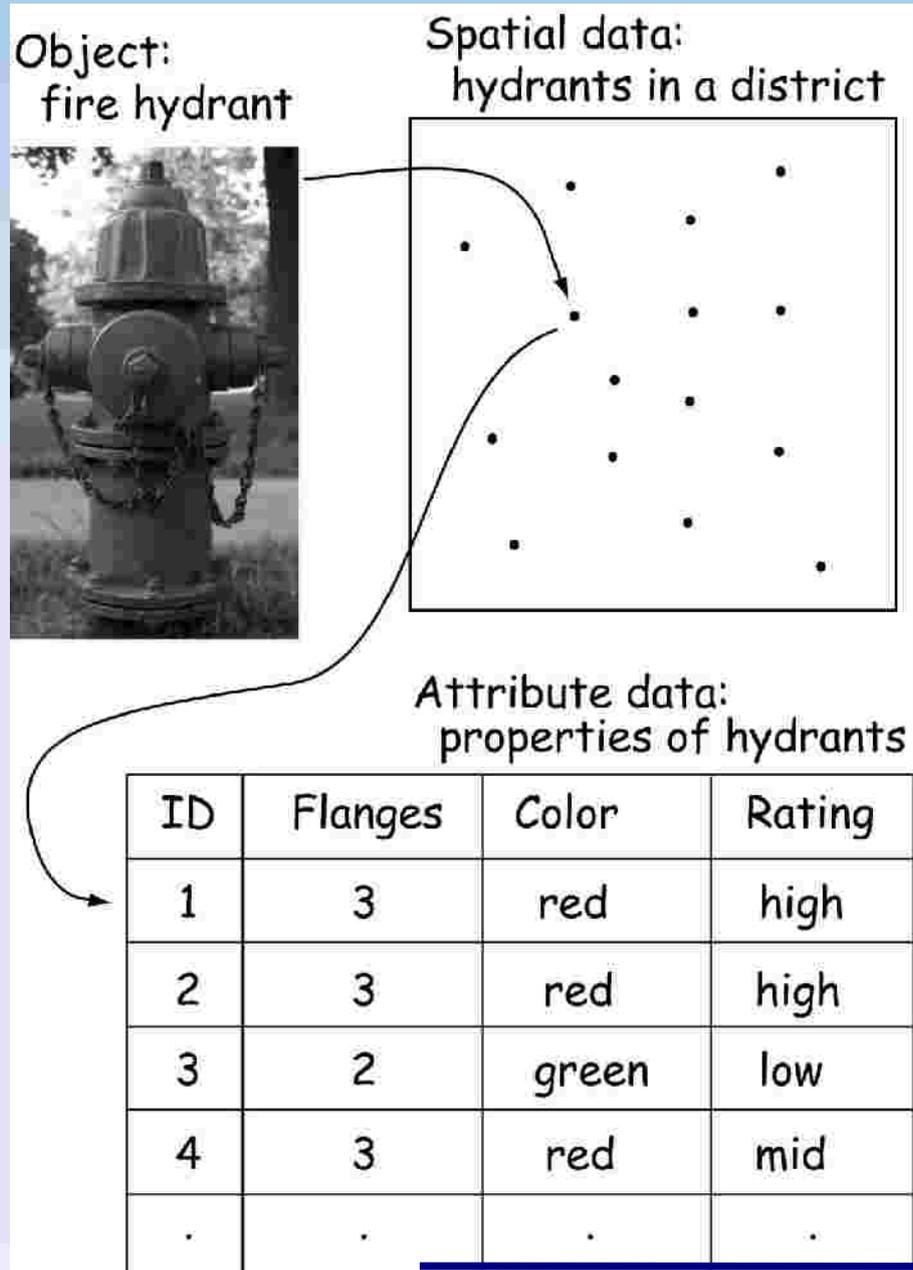


Tabella attributi

“Descrive le caratteristiche non geometriche dell'elemento rappresentato”

- Sono registrati solitamente all'interno di una tabella, con una riga per ciascun elemento e una colonna per ciascun attributo.

Tabella attributi



Modelli di dati GIS

L'esigenza di utilizzare differenti modelli di dati, nasce dalle differenti tipologie di informazioni rappresentate.

I due principali modelli sono:

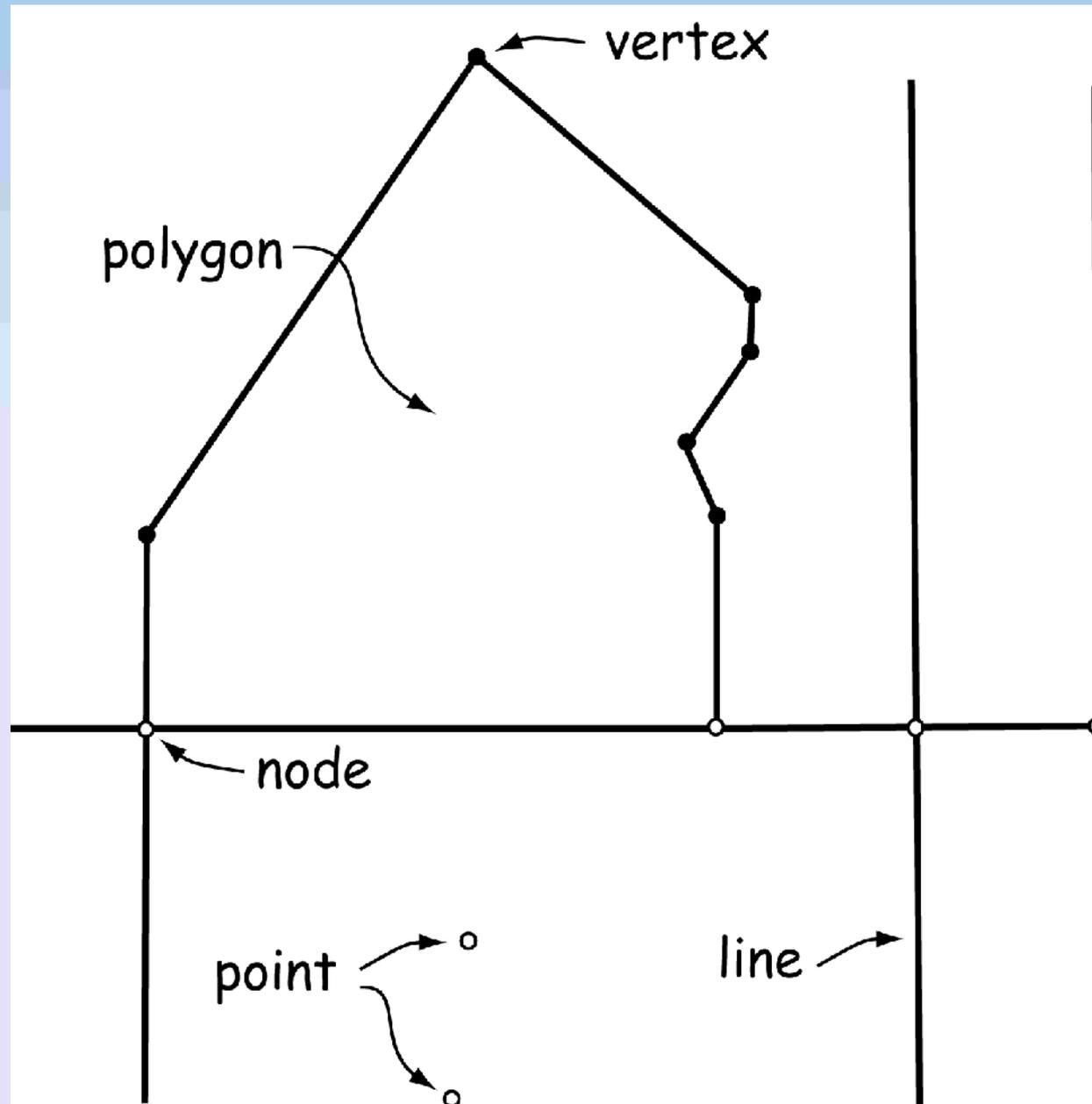
- **Modello vettoriale**
- **Modello raster**

Modello vettoriale

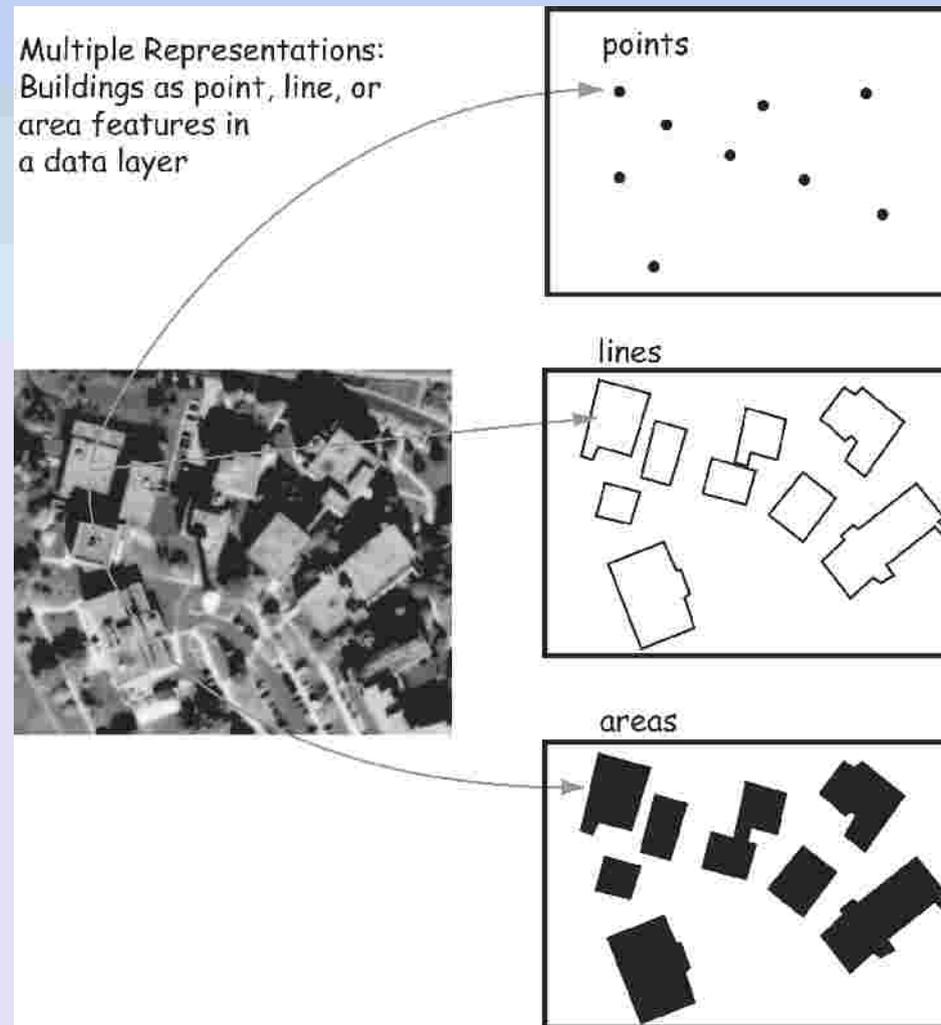
“Utilizza primitive quali punti, linee e poligoni per rappresentare l'elemento”

- Il **punto** è rappresentato da una coppia di coordinate e descrive un'entità la cui dimensione può essere trascurata
- Una **linea** è rappresentata da una serie ordinata di punti. Ogni linea è fatta da più segmenti. I punti di inizio e fine, sono chiamati **nodi**, mentre quelli intermedi sono detti **vertici**.
- Un **poligono** è formato da una serie di linee con il punto iniziale che coincide con quello finale

Modello vettoriale

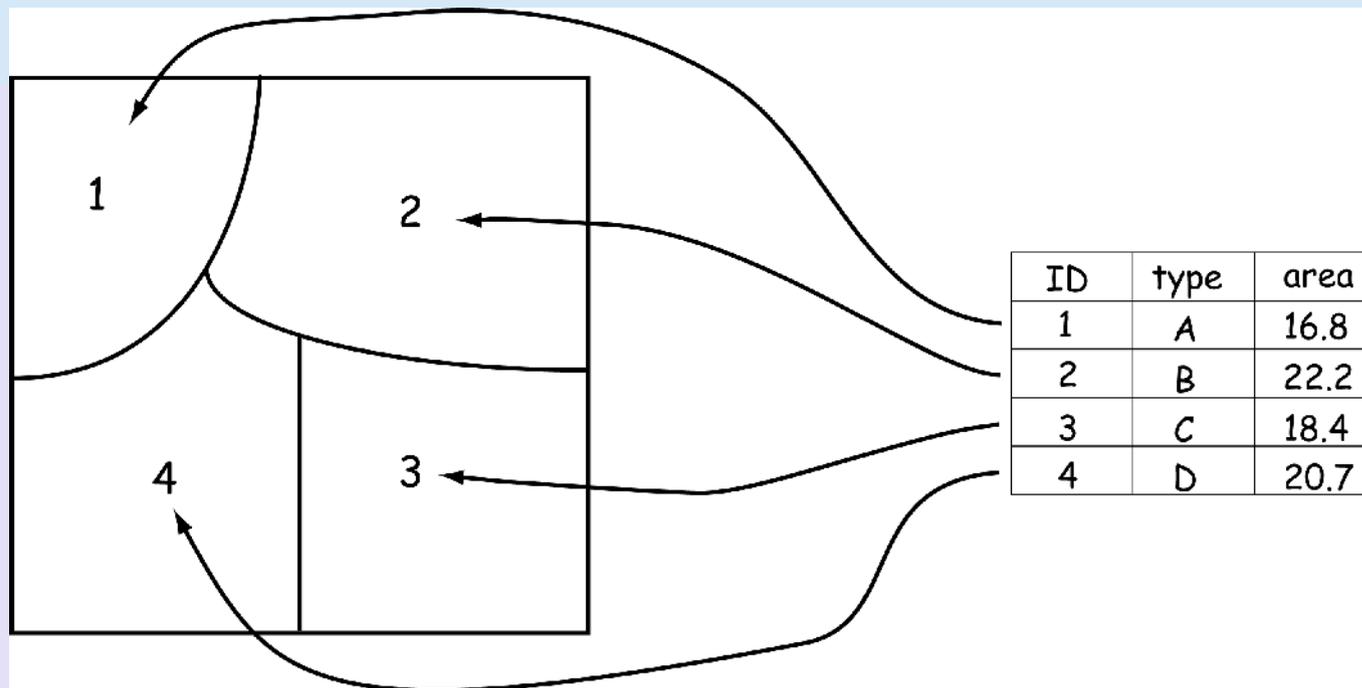


Modello vettoriale



Modello vettoriale

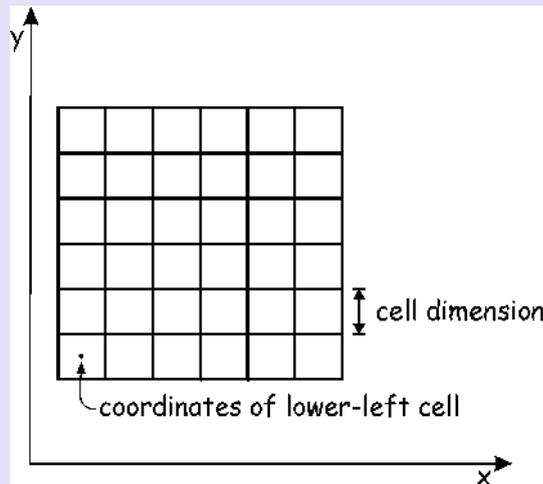
A ciascuna geometria, è associata un'unica riga all'interno della tabella degli attributi. Come collegamento si utilizza un attributo definito spesso ID



Modello raster

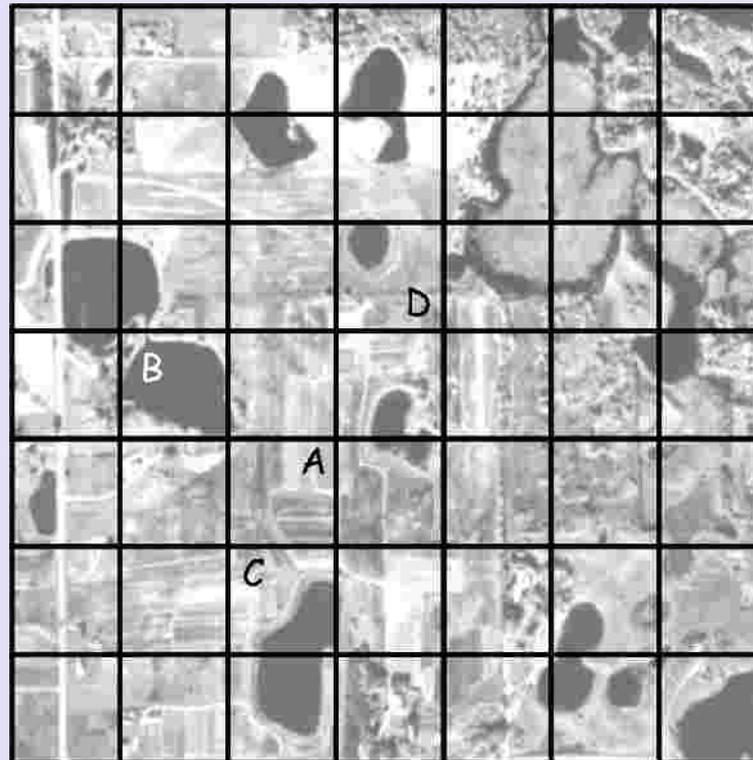
“Definisce l'entità come una serie di celle all'interno di una griglia”

- Le celle sono di solito di forma quadrata e la dimensione viene definita **risoluzione** del dato raster
- La posizione di ciascuna cella è individuata con le **coordinate del centro** della cella stessa



Modello raster

Più la dimensione delle celle è piccola e maggiore è la qualità dell'informazione rappresentata. Si intende **raster ad alta risoluzione** un dato con dimensioni delle celle piccole.



Modello raster

Ad ogni cella è associato un valore (temperatura, elevazione, esposizione, ecc.) e può essere anche associata una tabella degli attributi in cui la prima riga rappresenta la prima cella nell'angolo in alto a sinistra.

Raster, one-to-one

A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
A	A	A	B	B	B	B	B	B	B
A	A	A	C	C	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	D	D	D	D	D
C	C	C	C	C	D	D	D	D	D
C	C	C	C	C	D	D	D	D	D
C	C	C	C	C	D	D	D	E	E
C	C	C	C	C	D	D	E	E	E

attribute table
(cell 1 is upper-left corner)

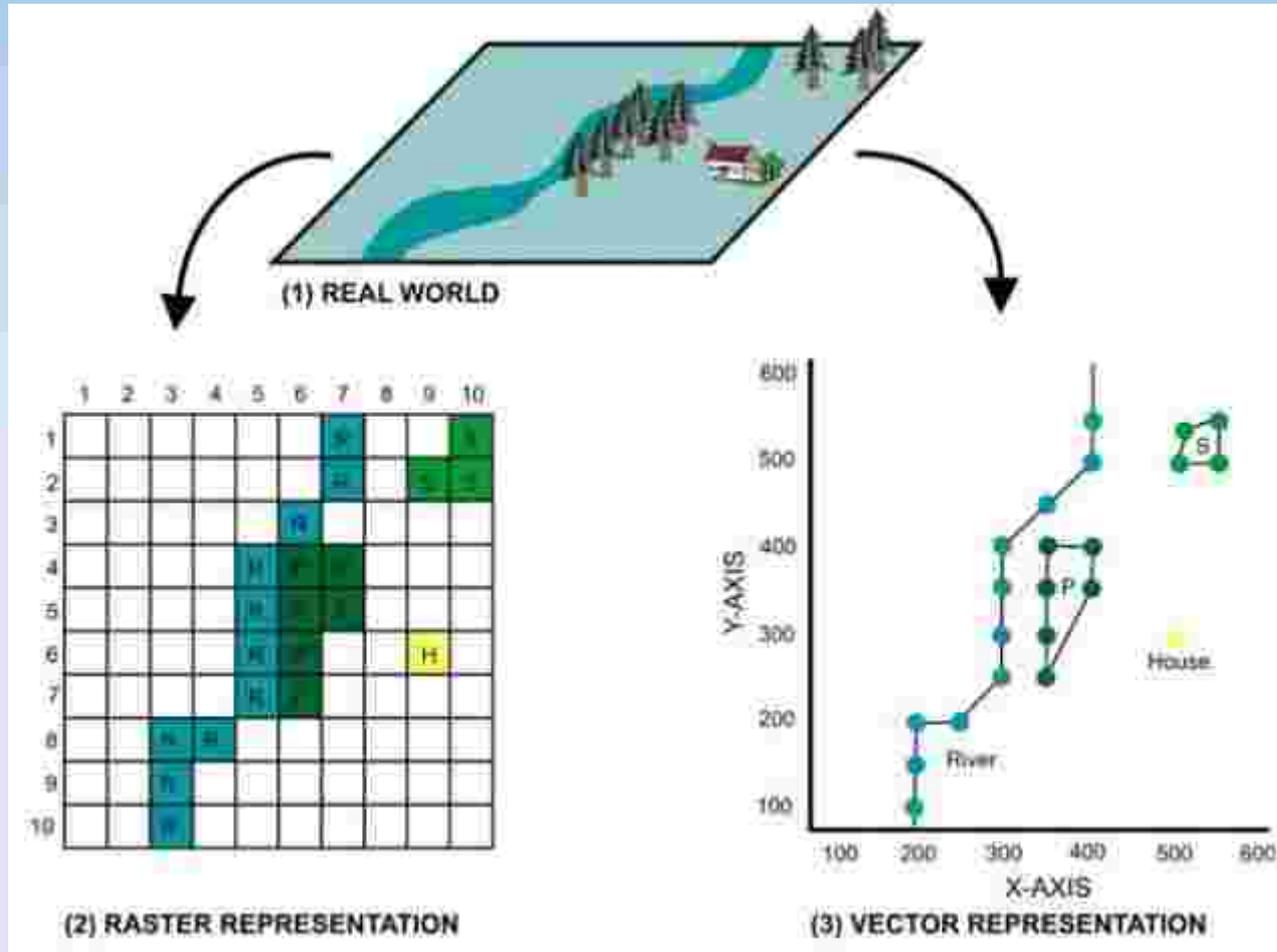
cell-ID	IDorig	class	area
1	A	10	0.8
2	A	10	0.8
3	A	10	0.8
4	A	10	0.8
5	B	11	0.8
6	B	11	0.8
7	B	11	0.8
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
100	E	10	0.8

Confronto modello raster e vettoriale

- **Raster:** sono più adatti a rappresentare informazioni con bassa uniformità (immagini satellitari, andamento temperatura, quota)
- **Vettoriali:** entità uniformi che rappresentabili con un elemento singolo (punto, linea o poligono). E' adatto a rappresentare elementi discreti.

“Esistono degli strumenti che permettono di convertire un dato raster in vettoriale e viceversa”

Confronto modello raster e vettoriale



Il **bosco**, che ha area non trascurabile sarà meglio rappresentato da un raster che non da un vettoriale.

Lo stesso non si può dire per il **fiume** (elemento lienare) o la **casa** (elemento puntuale a piccola scala) che sono ben rappresentati con un vettoriale.

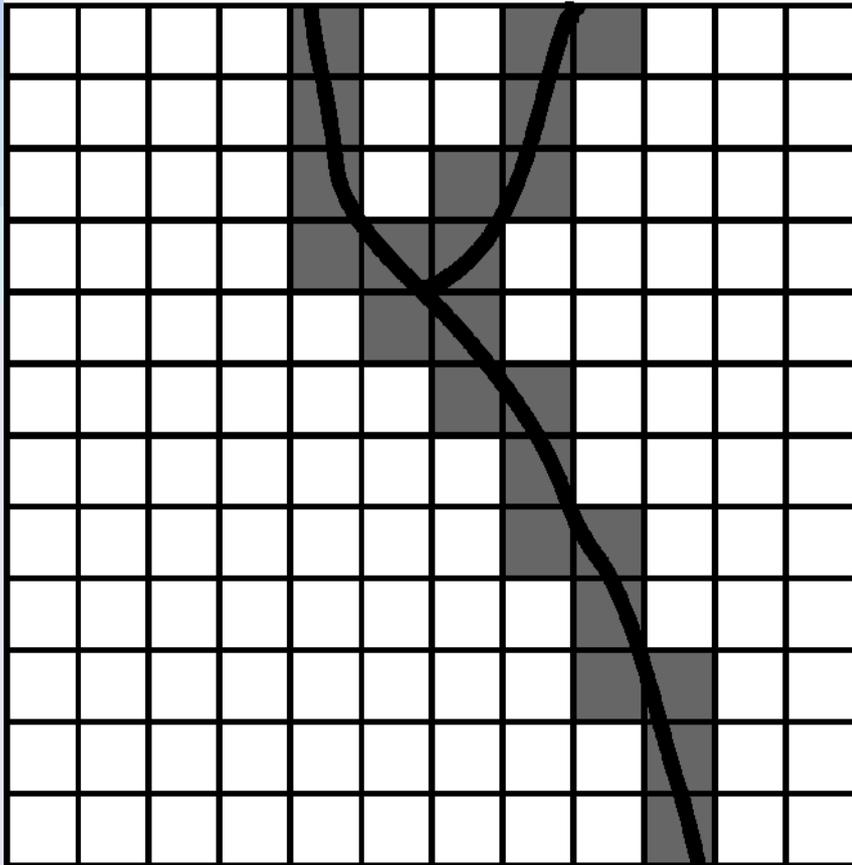


In base alle esigenze di rappresentazione, si sceglie il formato che meglio rappresenta il nostro dato.

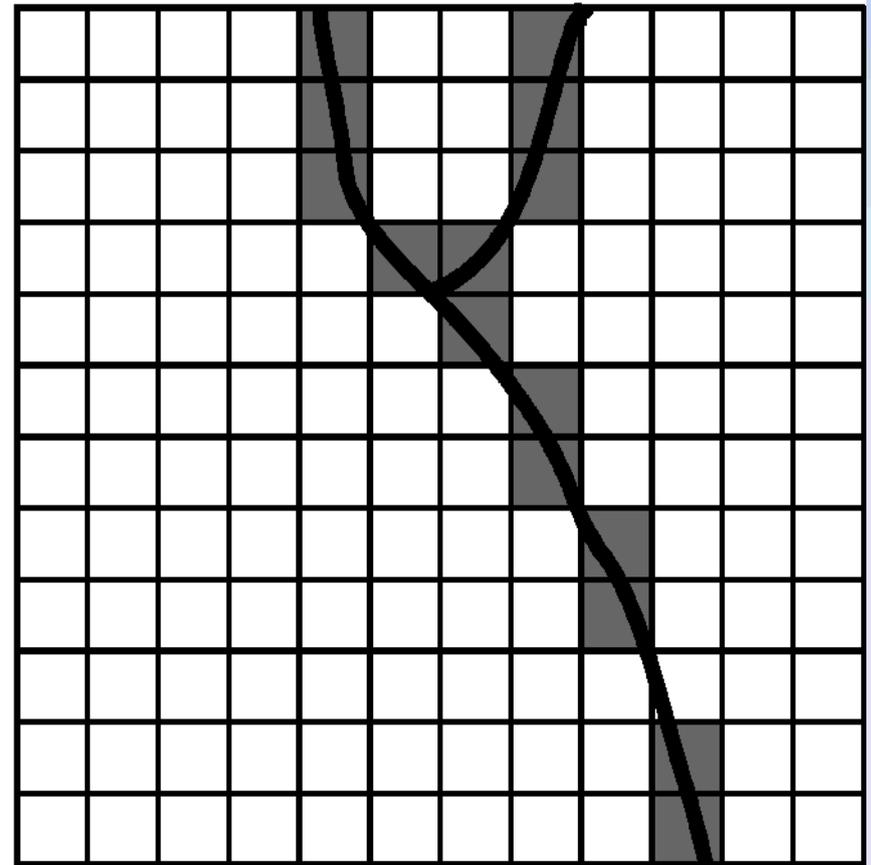
È utile conoscere le potenzialità di entrambi i formati

Confronto modello raster e vettoriale

Any cell rule



Near cell center rule



Principali formati raster e vettoriale

- **Vettoriali:** ESRI shapefile, MIF/MID Mapinfo , Interchange ESRI, GML,ecc..
- **Raster:** GeoTIFF, DEM USGS, Image ERDAS,ecc..
- Esiste anche la possibilità di conservare questi dati all'interno di database relazionali (PostGIS, SQLiteSpatial, Oracle)

Visualizzazione delle informazioni

In un vettoriale l'informazione è **stratificata**:
ci sono cioè più layers (più strati) di informazioni
relativi a caratteristiche di diversa natura del dato..

Annotazioni (etichette o labels)



Aree di interesse (punti o aree)



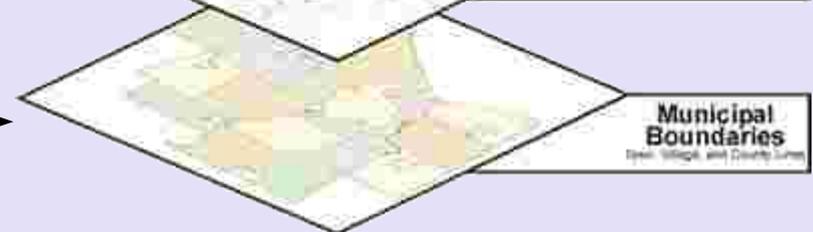
Rete dei trasporti (linee)



Idrografia (linee)



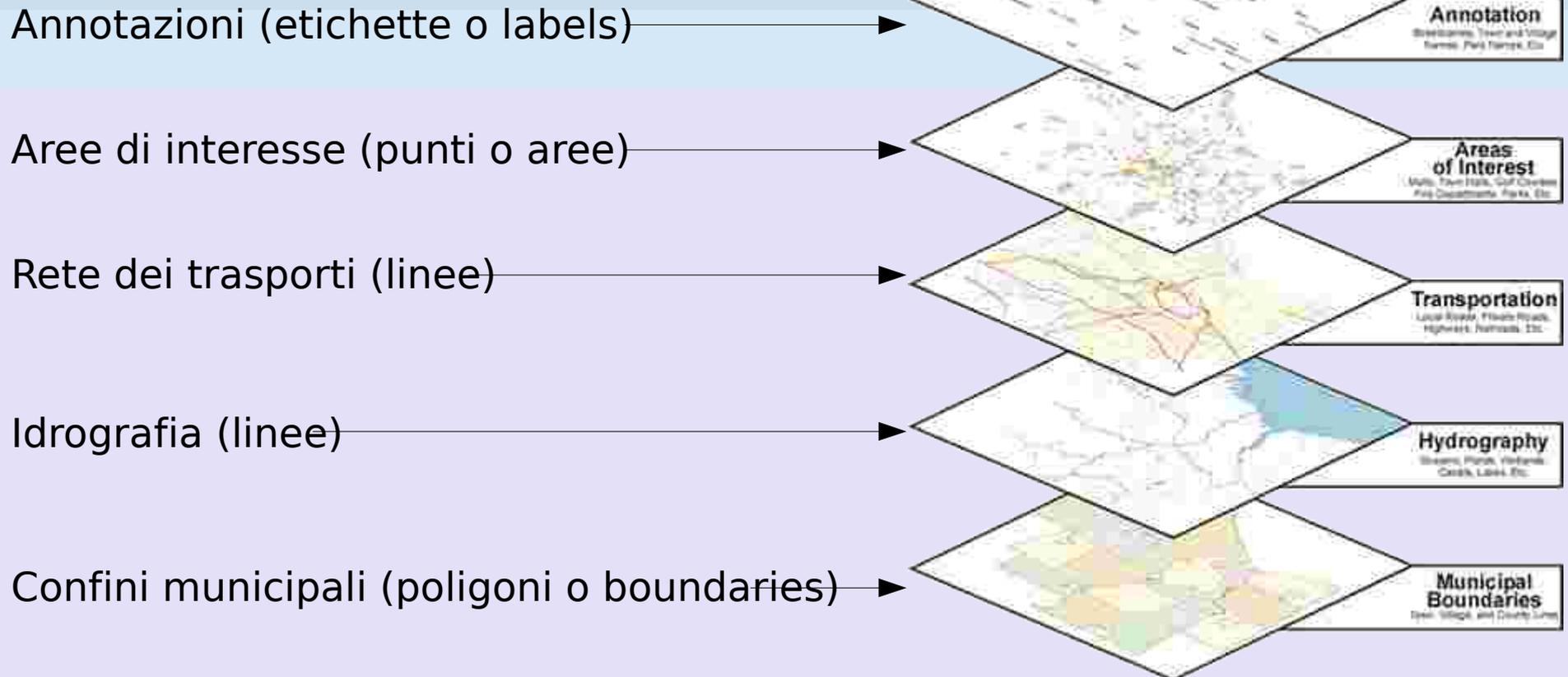
Confini municipali (poligoni o boundaries)



Visualizzazione delle informazioni

In un vettoriale l'informazione è **stratificata**:
ci sono cioè più layers (più strati) di informazioni
relativi a caratteristiche di diversa natura del dato..

Una precisazione: in un GIS
layer != file



Cos'è uno standard

E' una procedura standardizzata (de facto, ma meglio se certificata da apposite organizzazioni) per eseguire determinate operazioni.

Cos'è uno standard



Cos'è uno standard

- Faccio il numero che identifica il soggetto
- Mi presento
- Chiedo della persona con cui voglio parlare
- La persona prende il telefono
- Inizia la comunicazione

Web Map Service (WMS)

- Mi collego al server che distribuisce il dato (<http://...>)
- Il server risponde con l'elenco dei dati che ha a disposizione.
- Scelgo il dato che mi interessa ed altri parametri (tipo immagine, estensione, sistema di riferimento).
- Il server risponde con un'immagine che rappresenta la mia richiesta.

Web Map Service (WMS)

- Mi collego al server che distribuisce il dato (http://...)
- Il server risponde con l'elenco dei dati che ha a disposizione.
- Scelgo il dato che mi interessa ed altri parametri (tipo immagine, estensione, sistema di riferimento).
- Il server risponde con un'immagine che rappresenta la mia richiesta.



È possibile ottenere mappe (più in generale **DATI**, sia raster che vettoriali) direttamente dal WEB, tramite molti servizi messi a disposizione dai vari enti di ricerca, tra cui, ad esempio:

- Ministero dell'Ambiente;
- CNR.

Web Map Service (WMS)

- **SERVER:** Esistono strumenti software che svolgono il compito di implementare servizi WMS (GeoServer, MapServer, ecc..).
- **CLIENT:** Applicativi desktop (Qgis, gvSIG, GRASS GIS, ArcMap, Autocad Map) possono richiedere dati provenienti da server WMS.

Vantaggi del protocollo WMS

- Procedura di distribuzione del dato geografico standardizzata.
- Semplicità di utilizzo.
- Ottimizzazione delle prestazioni in quanto vengono trasferite unicamente immagini (PNG, JPEG, ecc..).
- Il dato originale non viene distribuito.
- La stessa sorgente può essere utilizzata sia in ambito Desktop che in ambito Web (OpenLayers, Google Earth ecc..).

Sistemi di riferimento

Sistemi di riferimento

Una carta geografica non è altro che una figura piana, che rappresenta la superficie della terra od una sua porzione

J.L. Lagrange

Non è possibile proiettare o sviluppare su di un piano una superficie rotonda quale quella di una sfera (o ellissoide) senza mutare forma, alterare dimensioni e quindi superfici delle figure geometriche poste sul solido da proiettare. È impossibile adattare ad un piano un'ellissoide senza applicare delle forze che causano delle deformazioni della superficie del solido stesso.

Le carte prospettiche

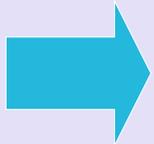
Le carte prospettiche si ottengono proiettando da un punto nello spazio una porzione della terra; è necessario quindi definire:

Centro prospettico:

- all'infinito
- fuori della terra
- giacente sulla superficie terrestre dal lato opposto a quello del piano di proiezione
- coincidente con il centro della terra

Posizione del piano di proiezione:

- tangente ad un polo
- tangente ad un punto qualsiasi (non equatoriale) della terra
- tangente all'equatore



Dalla scelta di centro prospettico e piano di proiezione si ottengono diverse rappresentazioni, ognuna con un certo grado di deformazione, più o meno accettabile a seconda degli utilizzi della carta stessa.

Le carte prospettiche

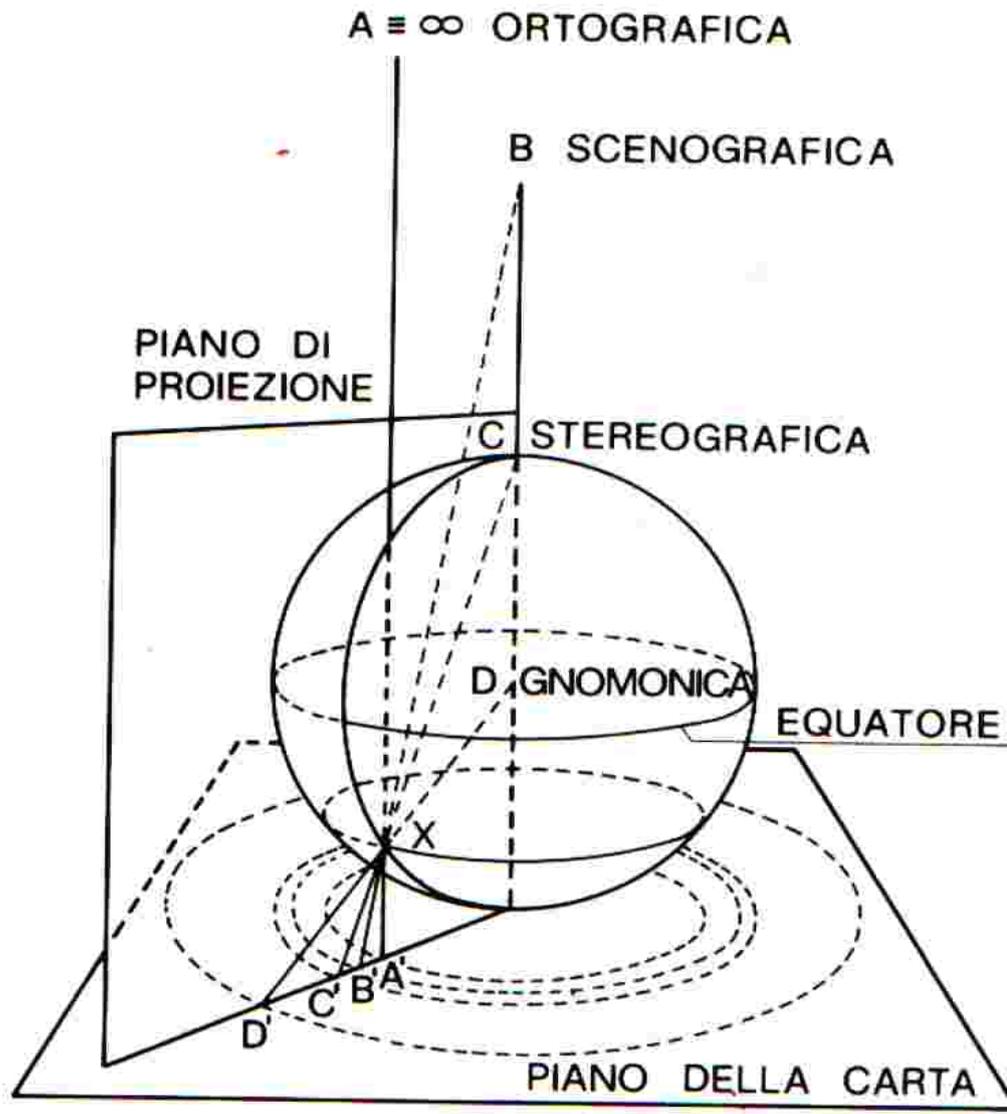
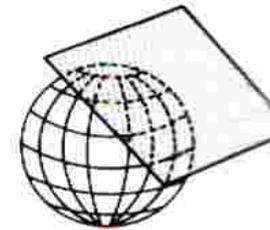


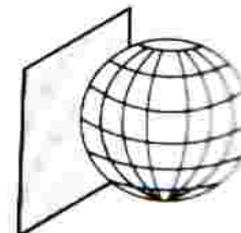
Fig. 14.2 Le proiezioni prospettiche pure.



p.p. tangente nel polo alla superficie terrestre



p.p. tangente in un punto generico alla superficie terrestre



p.p. tangente nell'equatore alla superficie terrestre

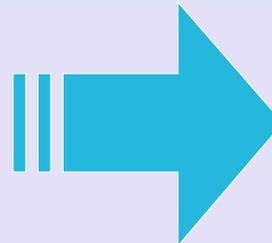
Datum

Definizione:

Elemento rappresentativo di una particolare rappresentazione cartografica, riferita all'intero globo o ad una porzione di essa, che individua l'ellissoide e la sua orientazione.



Rappresentare la terra con tutte le sua complessità



Avere una forma semplice (matematicamente) con cui rappresentarla

Datum

Ellissoide

Sono diverse le possibilità, alcuni ellissoidi comunemente usati in geodesia sono:

- EVEREST (1830)
- BESSEL (1841)
- CLARKE (1866)
- CLARKE (1880)
- HELMERT (1906)
- HAYFORD (1909)
- KRASSOVSKY (1942)
- FISCHER (1960)
- WGS84 (1987)



Orientazione

Esistono diversi tipi di orientazione dell'ellissoide rispetto al geoide, la più utilizzata è l'orientazione geocentrica o globale: è un'orientazione unica per tutta la superficie terrestre, e impone che il centro dell'ellissoide coincida col centro di massa del geoide.

Datum

Ellissoide + Orientazione

DATUM

- **WGS84**
Datum con ellissoide (WGS84) con orientazione media globale
→ usato nel GPS
- **ED50**
Datum medio europeo con ellissoide internazionale orientato vicino Bonn
→ usato anche nelle carte numeriche IGM
- **ROMA40**
Datum Italiano con ellissoide internazionale orientato a Roma M. Mario
→ base del sistema cartografico italiano

Proiezione

Si usano delle superfici ausiliarie *sviluppabili* su cui si proietta la terra

Proiezioni cilindriche:

- *Diretta*
- *Inversa*
- *Trasverso o obliqua*

Proiezioni coniche:

- *Diretta*
- *Inversa*
- *Trasversa o obliqua*

➡ *Diretta*: asse coincidente con quello della terra

➡ *Inversa*: asse giacente nel piano equatoriale

➡ *Obliqua*: asse qualsiasi passante per il centro della terra

Proiezione

Proiezione Conica:

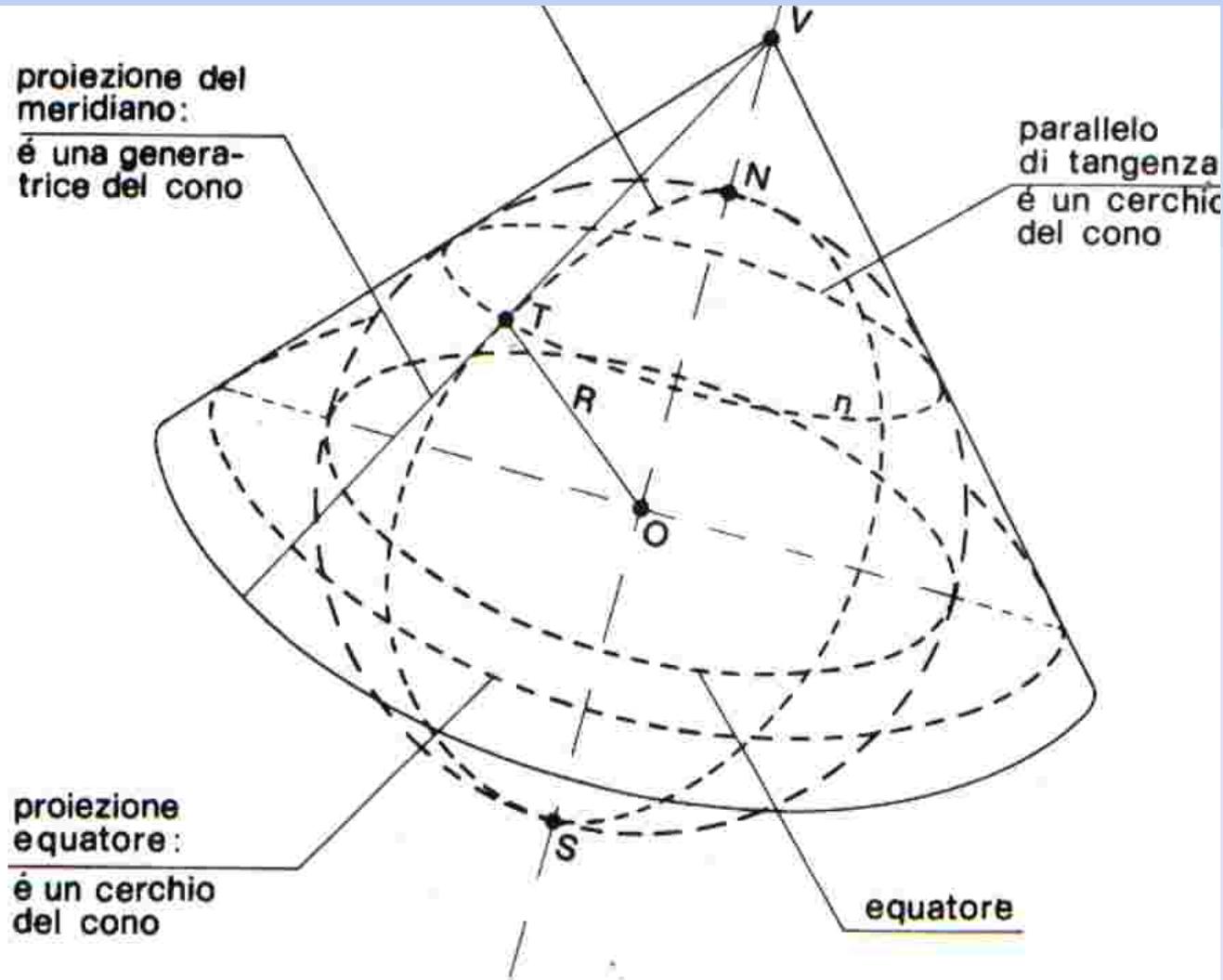


Fig. 14.3 b Proiezione conica diretta su cono tangente al parallelo n^{mo} .

Usate in:

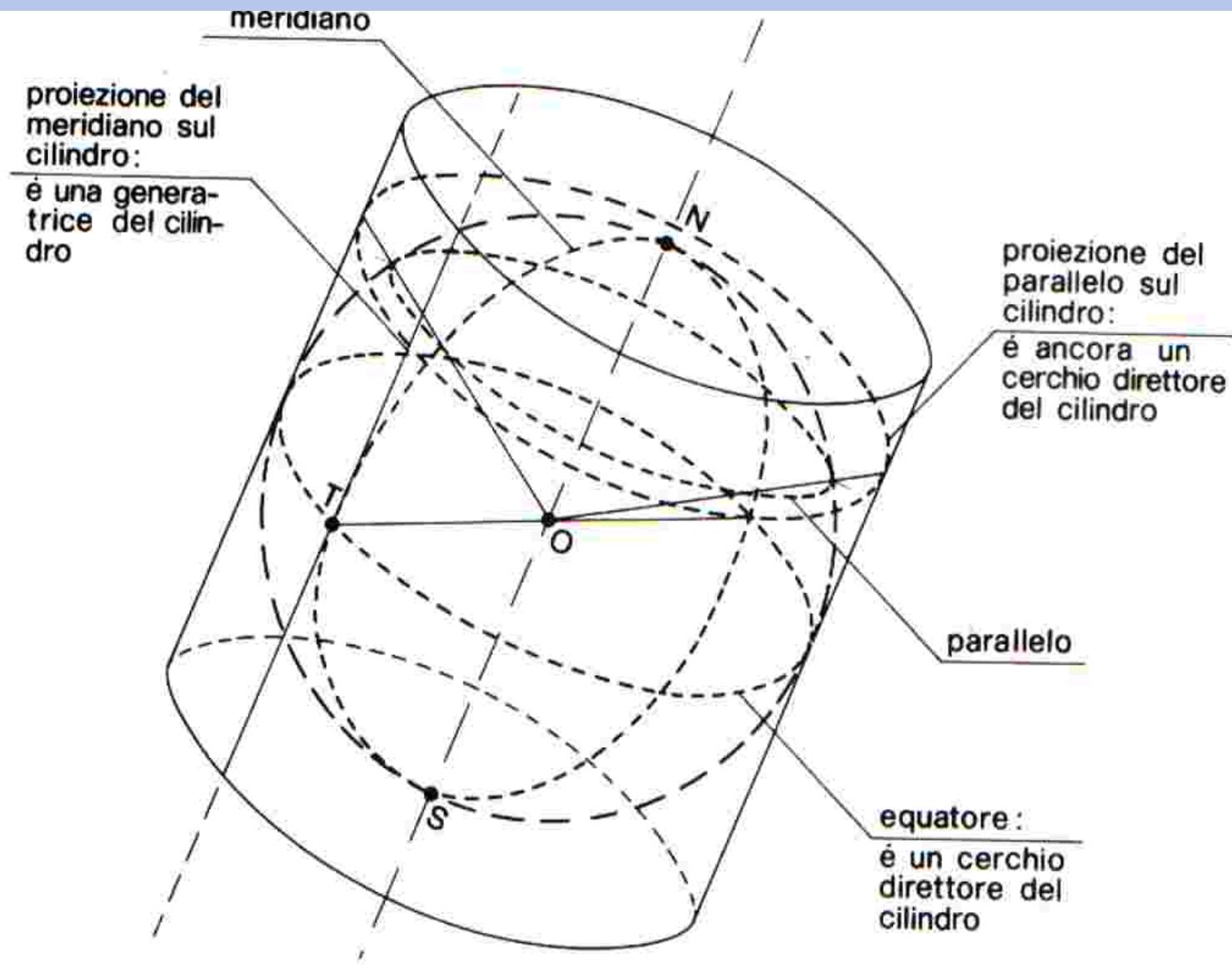
➔ USA

➔ RUSSIA

➔ AUSTRALIA

Proiezione

Proiezione Cilindrica:



Esempi sono:

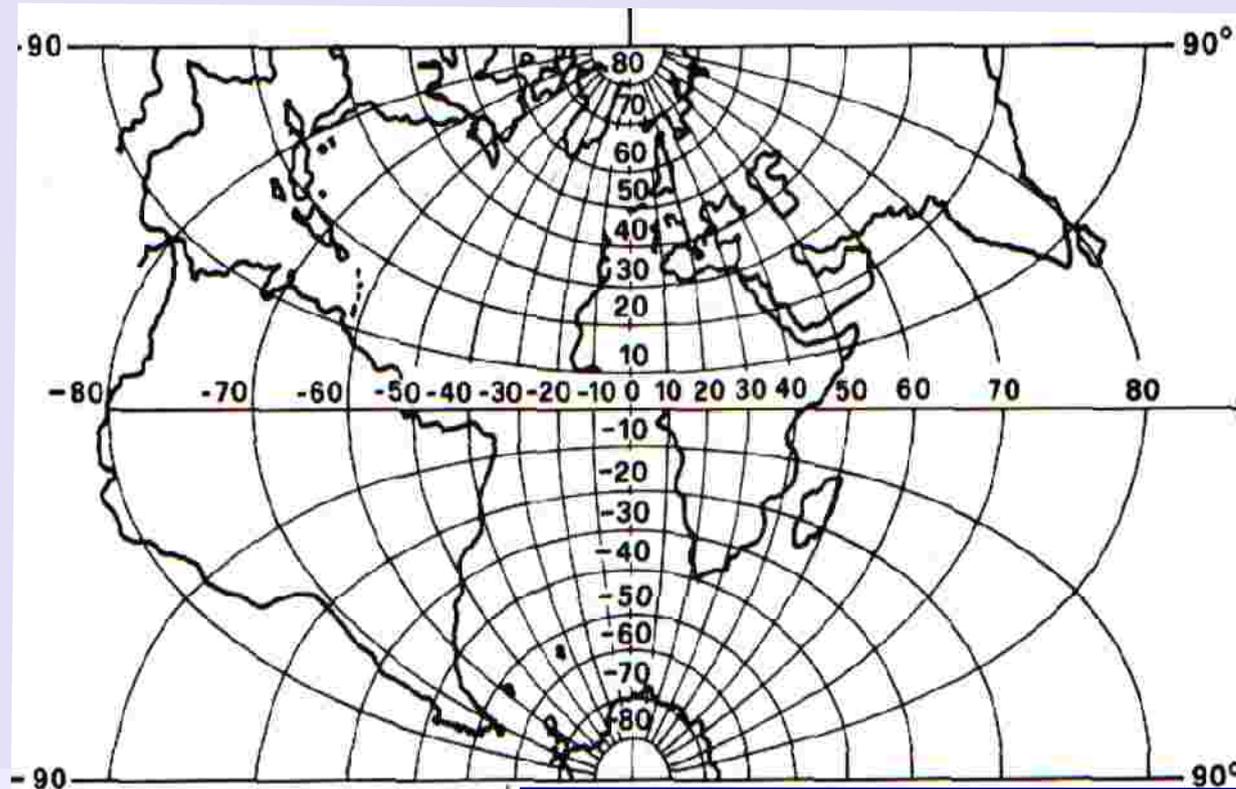
- U.T.M
- GAUSS
- ECC ...

La proiezione U.T.M.

Rappresentazione conforme (conserva gli angoli) di Gauss. Proposta da Lambert, è una carta conforme cilindrica inversa, chiamata

“ proiezione equatoriale cilindrica inversa ortomorfa.”

Successivamente fu ripresa dal cartografo dell'IGM Boaga che la adattò per il sistema cartografico nazionale



La proiezione U.T.M.

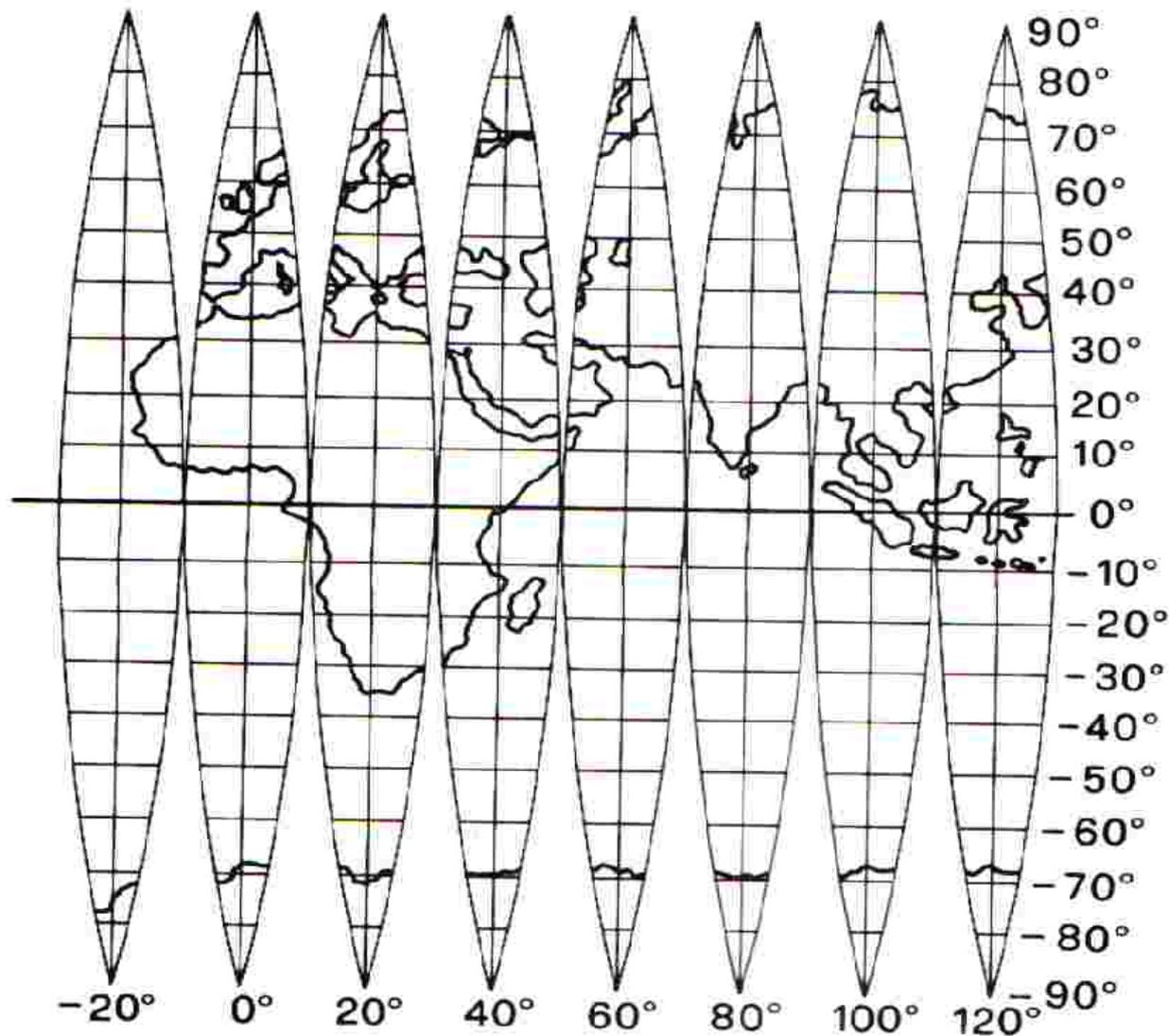
➔Viene usata per 6° di fusi di ampiezza

→ deformazioni ai bordi da 6 a 9 per diecimila 6 - 9 ‰
(deformazioni elevate; si moltiplica tutto per il coefficiente 0,9996 che equivale a sostituire idealmente il cilindro tangente al meridiano centrale con uno secante avendo al massimo deformazioni di 4,5 per diecimila 0,45 ‰)

→ deformazione accettabile: deformazione lineare inferiore all'aprossimazione grafica di una carta al 25.000

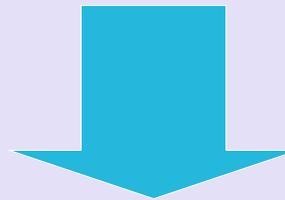
➔Per avere solo coordinate Est positive si aggiunge alle ascisse un valore intero di 500.000 m (falsa origine)

La proiezione U.T.M.



La proiezione U.T.M.

- L'Italia ricade sui fusi 32 (parte occidentale) e fuso 33 (parte orientale) e per una parte della Puglia nel fuso 34
I meridiani centrali dei fusi 32 e 33 sono il 9° ed il 15°
- Nella maggior parte dei casi, quando si utilizzano questi sistemi di riferimento il datum è WGS84.
Può capitare anche che sia ED50, ma di solito quel datum è usato per la produzione della cartografia numerica di ultima generazione IGM.



**IL TIPO DI PROIEZIONE CARTOGRAFICA E DATUM SONO
INDIPENDENTI TRA LORO**

La proiezione U.T.M.

Il sistema di riferimento è costituito dalle trasformate piane del meridiano ed il parallelo passante per il punto richiesto imponendo le condizioni al contorno che definiscono la proiezione

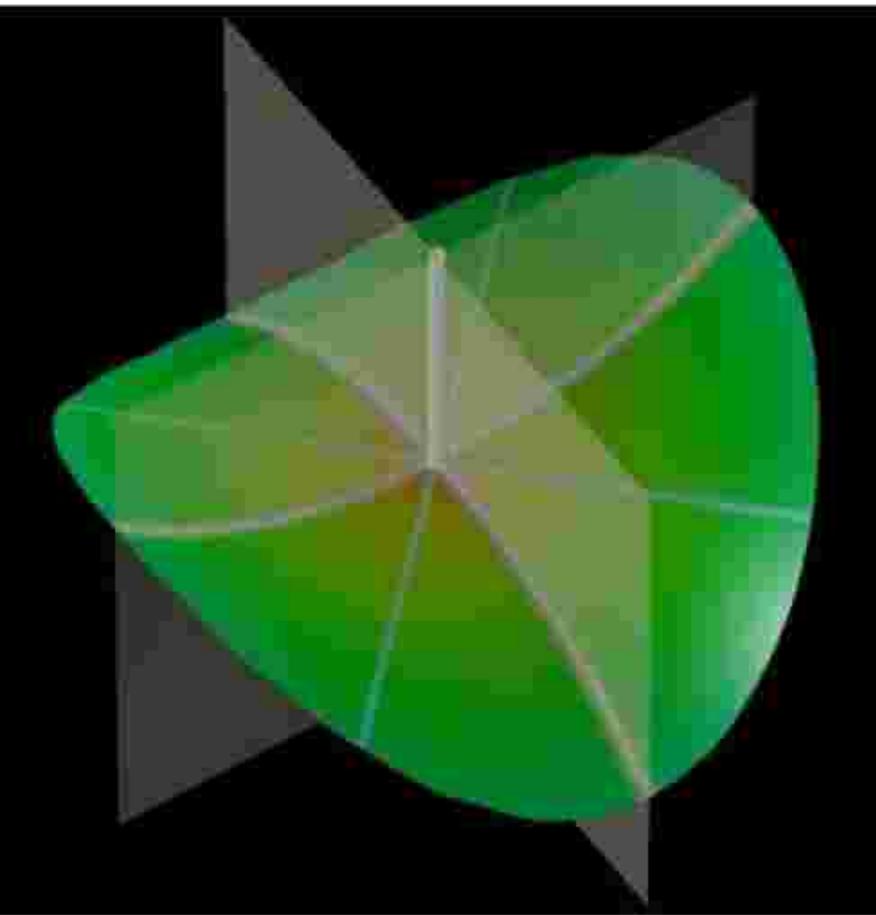
$$x = \rho_m \cdot (\phi - \phi_0)' \text{ arc } 1'$$

$$y = N \cdot \cos \phi (\omega - \omega_0)' \text{ acr } 1'$$

Con:

- ϕ_0 è il meridiano di riferimento (da cui si comincia a contare) per il fuso a cui compete il punto che si vuole trasformare;
- ω_0 è il parallelo di riferimento (equatore);
- N e ρ sono i raggi di curvatura rispettivamente massimo e minimo dell'ellissoide, definiti a partire dai valori di semiasse maggiore ed eccentricità.

La proiezione U.T.M.



Una superficie curva, intersecata con due piani ortogonali tra loro e contenenti la perpendicolare alla superficie in un punto **P**, forma due curve che, localmente, nel punto **P** intercettato dalla perpendicolare, risultano possedere specifici raggi di curvatura (in genere funzione della posizione del punto **P**). Tra tutti i raggi di curvatura possibili, uno sarà il minore ed uno sarà il maggiore. Il raggio di curvatura è definito come quello della circonferenza che meglio approssima la curva nelle immediate vicinanze del punto **P**.

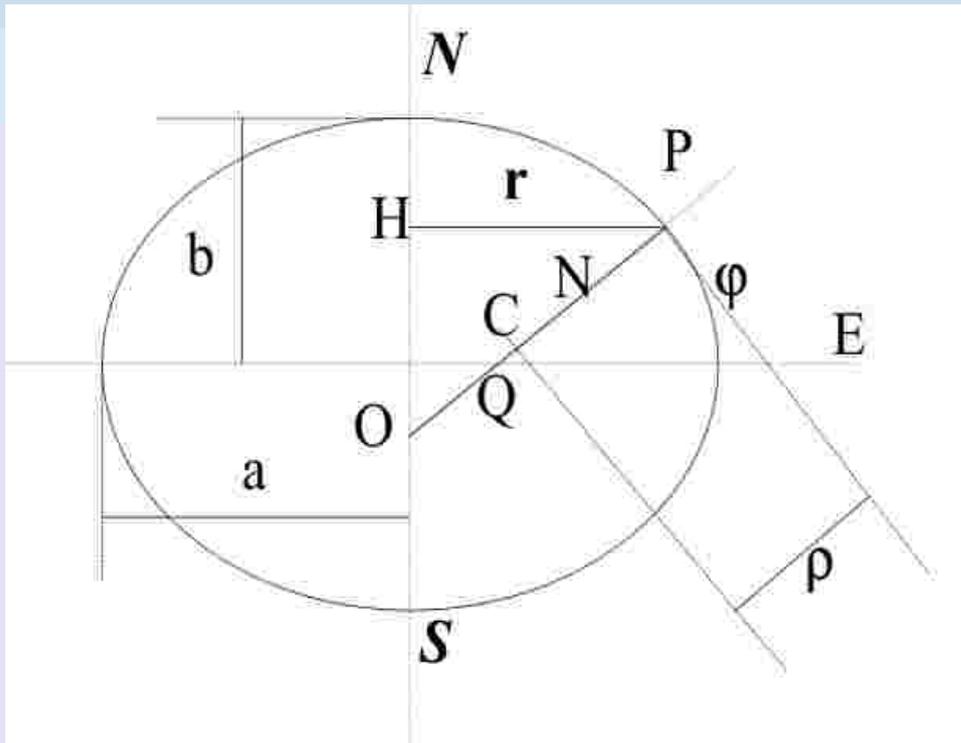
La proiezione U.T.M.

$$x = \rho_m \cdot (\phi - \phi_0) \text{ 'arc } 1 \text{ '}$$

$$y = N \cdot \cos \phi (\omega - \omega_0) \text{ 'acr } 1 \text{ '}$$

Equazione ellissoide:
$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$$

Eccentricità ellissoide:
$$e = \sqrt{\left(\frac{a^2 - b^2}{a^2}\right)}$$



Raggio di curvatura minore:

$$\rho_m = \frac{a * (1 - e^2)}{\sqrt{(1 - e^2 * \sin^2 \phi)^3}}$$

Raggio di curvatura maggiore:

$$N = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 * \sin^2 \phi)}}$$



La cartografia U.T.M. È quindi numerica, nel senso che la proiezione viene effettuata algebricamente passando da meridiani a paralleli

Sistemi di riferimento ricapitolando...

La tipologia di proiezione è indipendente dal tipo di datum geografico

..quindi dire: la carta (anche numerica) è nel sistema di riferimento



UTM

è ERRATO

Sistemi di riferimento ricapitolando...

La tipologia di proiezione è indipendente dal tipo di datum geografico
..quindi dire: la carta (anche numerica) è nel sistema di riferimento



UTM

è ERRATO

Ci serve di conoscere anche il datum (ellissoide+orientazione dello stesso) per poter affermare di conoscere il sistema di riferimento in cui ci troviamo:



UTM WGS84

È CORRETTO

Sistemi di riferimento nazionali

Esclusi i sistemi di riferimento catastali presenti nel nostro Paese, sono essenzialmente tre i sistemi di riferimento geodetici di principale interesse in ambito nazionale, e si basano sui datum:

- Roma40
- European Datum 1950
- World Geodetic System 1984

a ciascuno dei quali è stato associato un determinato sistema di rappresentazione cartografica; sono tutti tipi di proiezioni trasverse di mercatore (UTM).

Sistemi di riferimento nazionali

Sistema di riferimento ED50 (European Datum 1950)

Nato nell'immediato secondo dopoguerra per soddisfare le esigenze di coordinare le cartografie dei vari Paesi europei, il sistema di riferimento ED50, utilizza l'ellissoide di Hayford quale superficie di riferimento, ma orientato in un punto nei pressi di Postdam, nel berlinese (orientamento medio europeo).

Le longitudini sono contate dal meridiano di Greenwich, le latitudini dall'equatore. Le coordinate geografiche di Roma Monte Mario in questo sistema sono:

latitudine $41^{\circ}55'31.487''$

longitudine $12^{\circ}27'10.930''$ (da Greenwich)

La realizzazione del sistema ED50 è stata effettuata utilizzando un sottoinsieme dei vertici di 1° ordine delle reti geodetiche esistenti nei vari Paesi, sui quali è stato effettuato un calcolo di compensazione.

La rappresentazione piana del sistema geodetico ED50 avviene attraverso il sistema cartografico UTM (Universale Trasversa di Mercatore), basato sulla rappresentazione conforme di Gauss.

Anche in questo caso sono state create delle zone di sovrapposizione tra i fusi, ed è stata adottata una falsa origine per le coordinate Est, uguale per tutti i fusi, pari a 500000 metri.

Questo sistema, dotato di un ridotto grado di accuratezza, è stato utilizzato in Italia solo per scopi cartografici.

Sistemi di riferimento nazionali

Sistema di riferimento WGS84 (World Geodetic System 1984)

Il sistema di riferimento WGS84 è un sistema globale geocentrico, definito attraverso osservazioni spaziali e costituito da una terna cartesiana destrorsa con origine coincidente con il centro di massa della Terra, l'asse Z diretto verso il polo Nord convenzionale al 1984, l'asse X passante per il meridiano di Greenwich al 1984 e l'asse Y diretto in modo da completare una terna destrorsa. A questo sistema è associato l'ellissoide WGS84, anch'esso definito attraverso osservazioni spaziali, con centro e assi coincidenti con quelli della terna cartesiana. L'ellissoide WGS84 è definito dai seguenti parametri:

semiasse maggiore: $a = 6378137$

schacciamento: $s = 1/298.257223563$

La realizzazione su scala mondiale del WGS84, sistema di riferimento per i posizionamenti effettuati con strumenti GPS, è curata dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, che con una rete di stazioni a terra gestisce la costellazione di satelliti.

A livello nazionale il sistema WGS84 è stato realizzato con l'istituzione della rete geodetica tridimensionale di alta precisione, denominata IGM95, rilevata con strumenti di posizionamento GPS differenziale.

Le coordinate del punto Roma Monte Mario nel sistema WGS84 sono:

latitudine $41^{\circ}55'27.851''$

longitudine $12^{\circ}27'07.658''$ (da Greenwich)

La rappresentazione piana del sistema WGS84 avviene attraverso il sistema cartografico UTM.

Sistemi di riferimento nazionali

Sistema di riferimento Roma40

La nascita di questo sistema di riferimento, definito anche Sistema Nazionale, può essere fatta risalire al 1940 allorché la Commissione Geodetica Italiana, a seguito della Risoluzione del 1924 dell'Associazione Internazionale di Geodesia, decise di adottare l'ellissoide di Hayford 1909 (divenuto ellissoide internazionale nel 1924) come superficie di riferimento, i cui parametri identificativi sono:

semiasse maggiore: $a = 6378388$

schacciamento: $s = 1/297$

L'Istituto Geografico Militare fu successivamente incaricato di trasformare in questo sistema le coordinate dei vertici trigonometrici riferiti a quello precedente, basato sull'ellissoide di Bessel 1841.

Nel sistema di riferimento Roma40 l'orientamento dell'ellissoide è impostato sulla verticale del punto Roma Monte Mario (con azimut su Monte Soratte), caratterizzato dai seguenti valori astronomici (definizione 1940):

latitudine $41^{\circ}55'25.51''$

longitudine 0° ($12^{\circ}27'08.40''$ da Greenwich)

Ai fini della rappresentazione cartografica del sistema geodetico Roma40 è stata adottata la rappresentazione conforme di Gauss-Boaga, con fattore di scala di 0.9996.

Sistemi di riferimento nazionali

Sistema di riferimento Roma40

Qualche caratteristica:

- due fusi per la rappresentazione dell'intero territorio nazionale, ciascuno di ampiezza pari a circa $6^{\circ}30'$, rispettivamente indicati con la denominazione fuso "Ovest" e fuso "Est".
 - Il fuso Ovest si estende dal meridiano posto a $-6^{\circ}27'08.40''$ da Roma Monte Mario (6° da Greenwich) al meridiano 0° , passante per Roma Monte Mario ($12^{\circ}27'08.40''$ da Greenwich) e ha il meridiano centrale a $-3^{\circ}27'08.40''$ da Roma Monte Mario (9° da Greenwich).
 - Il fuso Est si estende dal meridiano posto a $-0^{\circ}30'$ da Roma Monte Mario ($11^{\circ}57'08.40''$ da Greenwich) fino a poco oltre il meridiano posto a $6^{\circ}02'51.60''$ da Roma Monte Mario ($18^{\circ}30'$ da Greenwich), in modo da includere al suo interno l'estremità orientale della penisola salentina, e ha il meridiano centrale a $2^{\circ}32'51.60''$ da Roma Monte Mario (15° da Greenwich). I due fusi risultano quindi sovrapposti per $30'$ in longitudine.
- Per evitare di esprimere con coordinate negative punti situati a occidente dei due meridiani centrali sono state adottate due false origini pari a 1500000 metri per il fuso Ovest e 2520000 metri per il fuso Est.
- Il sistema Roma40 è ancora oggi utilizzato per fini geodetici e topografici e a esso è riferita la rete italiana fondamentale di triangolazione, la Carta d'Italia al 100000 e al 25000. La maggior parte della cartografia tecnica oggi prodotta dalle regioni in formato digitale è inquadrata in tale sistema di riferimento.

Sistemi di riferimento nazionali

GAUSS - BOAGA sistema cartografico nazionale

Sistema identico come tipologia di proiezione all' U.T.M.;
Rappresentazione del territorio in due fusi

Ovest tra il 6° ed il 12° con meridiano centrale 9° (coincidente con meridiano centrale fuso 32)

Est tra il 12° ed il 18° con meridiano centrale 15° (coincidente con meridiano centrale fuso 32)

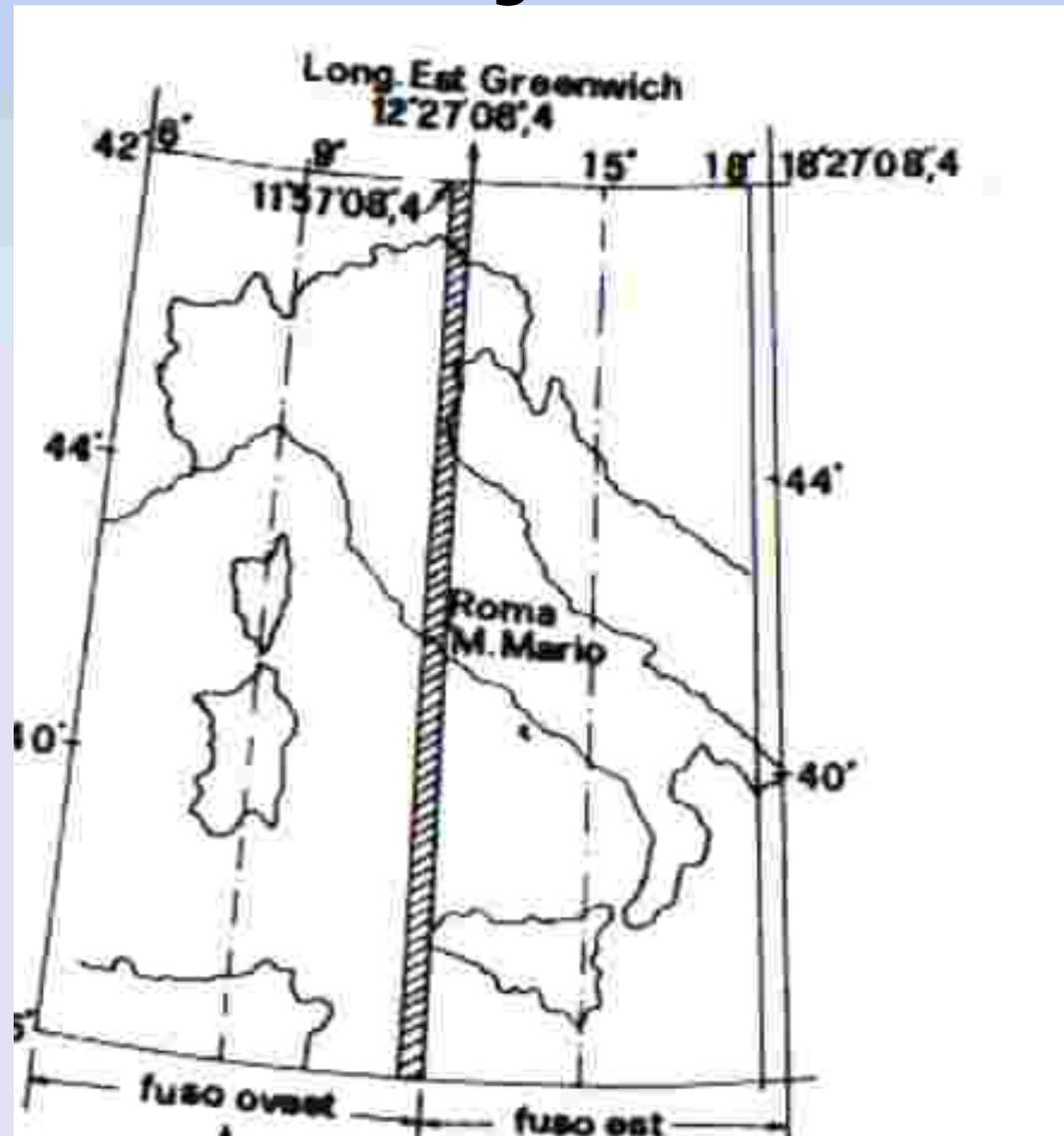
falsa origine

1.500.000 nel fuso ovest (o fuso uno)

2.520.000 nel fuso est (o secondo fuso)

Sistemi di riferimento nazionali

GAUSS - BOAGA sistema cartografico nazionale



Sistemi di riferimento nazionali

Precisazione: latitudine e longitudine

GRASS è in grado di gestire anche cartografie nel sistema latitudine e longitudine. Vuol dire che le cartografie sono conservate utilizzando un sistema di riferimento non è stato proiettato, dove i punti vengono individuati tramite le coppie di coordinate Lat - Long espresse in gradi (normalmente decimali).

Utilizzando questo sistema di riferimento ovviamente conta esclusivamente il datum e non il tipo di proiezione.

È possibile passare ovviamente da un sistema di riferimento non proiettato (lat - long) ad uno proiettato utilizzando le classiche metodologie di riproiezione di GRASS (la libreria esterna proj).

I codici EPSG

I codici EPSG

EPSG è l'acronimo che sta per European Petroleum Survey Group. Questo ente ha classificato, catalogandoli con un numero, moltissimi sistemi di riferimento diffusi nel mondo.

L'OGP Surveying and Positioning Committee, attraverso la sua commissione di geodesia, mantiene e pubblica dataset di parametri per sistemi di riferimento di coordinate e la loro relativa descrizione.

I dataset sono distribuiti in database relazionale di MS Access e un SQL script file che può essere scaricato qui <http://www.epsg.org/Geodetic.html>.

In particolare, ci chiediamo: esiste un codice per Gauss-Boaga EST? si, esiste e si può trovare facendo semplici ricerche sul web.

I codici EPSG

EPSG:**4326**

I parametri geodetici servono a:

- * identificare quelle coordinate che permettono un posizionamento univoco tramite la definizione di un sistema di riferimento.
- * definire quei parametri di trasformazione che permettono di trasformare delle coordinate da un sistema di riferimento ad un altro.

I codici EPSG European Petroleum Survey Group tables sono identificatori numerici di molte proiezioni comuni e identificano anche i metadati a loro connessi (come le unità di misura o il meridiano centrale della proiezione stessa)

L'EPSG 4326 è il codice che si riferisce alla proiezione geografica **WGS84** avente coppie di coordinate in gradi (**latitudine e longitudine**) e meridiano centrale quello di Greenwich.

I codici EPSG

```
cat /usr/share/proj/epsg | grep Italy -A 1
```

Otteniamo:

```
# Monte Mario / Italy zone 1
<3003> +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=9 +k=0.999600
+x_0=1500000 +y_0=0 +ellps=intl
+units=m +no_defs <>
# Monte Mario / Italy zone 2
<3004> +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=15 +k=0.999600
+x_0=2520000 +y_0=0 +ellps=intl
+units=m +no_defs <>
--
# Monte Mario (Rome) / Italy zone 1
<26591> +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=-3.4523333333333333
+k=0.999600 +x_0=1500000 +y_0=0
+ellps=intl +pm=rome +units=m +no_defs <>
# Monte Mario (Rome) / Italy zone 2
<26592> +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=2.5476666666666667
+k=0.999600 +x_0=2520000 +y_0=0
+ellps=intl +pm=rome +units=m +no_defs <>
```

Sistemi di riferimento nazionali

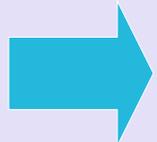
Rappresentazione di Cassini-Soldner

Si tratta di una rappresentazione afillattica, tale cioè da non annullare alcun tipo di deformazione ma da ridurle tutte nel loro complesso.

La rappresentazione di Cassini-Soldner si ottiene assumendo che le coordinate piane siano pari alle coordinate geodetiche rettangolari (dette anche geodetiche ortogonali) riferite a un'origine P_0 di coordinate geografiche (ϕ_0, ω_0) note.

La rappresentazione di Cassini-Soldner dà luogo a deformazioni modeste solo entro un limitato intorno dell'origine, avente un raggio dell'ordine dei 100 km.

Usata dal **Catasto**;



Si suddivide il territorio in **zone** comprendenti una o più province;

Per ogni zona si assume un'**origine diversa**.

Sistemi di riferimento nazionali

La cartografia Italiana

Vengono presentate le principali caratteristiche e convenzioni delle rappresentazioni cartografiche adottate in Italia nella cartografia ufficiale di base (prodotta dall'Istituto Geografico Militare, dal Catasto e dalle Regioni).

Non si affrontano questioni relative a carte per applicazioni e scopi particolari, carte geologiche, o altre carte tematiche, che comunque utilizzano come supporto la cartografia di base di cui sopra.

Sistemi di riferimento nazionali

La cartografia Italiana

CARTOGRAFIA I.G.M.

Datum geodetico

Il sistema di riferimento geodetico adottato per l'inquadrimento (rete trigonometrica) della cartografia IGM dal dopoguerra in poi è il "ROMA 40", detto anche Sistema geodetico nazionale, che utilizza l'ellissoide internazionale (Hayford) orientato a M.Mario con dati astronomici del 1940. Il meridiano fondamentale è quello di M.Mario. Per convertire le longitudini da M.Mario a Green-wich è sufficiente sommare la costante:

12° 27' 08,400"

che rappresenta la longitudine di M.Mario da Greenwich nel datum Roma 40. Le carte IGM sono georeferenziate (parametrate) anche con riferimento al datum europeo ED 50 (ellissoide internazionale orientato nell'Europa centrale con dati del 1950), che viene utilizzato prevalentemente in ambito militare NATO

Sistemi di riferimento nazionali

La cartografia Italiana

CARTOGRAFIA I.G.M.

Nelle carte IGM è anche sovrastampato il reticolato chilometrico della rappresentazione U.T.M. (Universal Transverse Mercator), utilizzata prevalentemente in ambito militare NATO, che corrisponde a una proiezione di Gauss a cilindro secante (sempre con $m_0 = 0,9996$) calcolata però nel datum ED 50. L'Italia è coperta dai fusi 32 e 33 di questo sistema, che corrispondono approssimativamente ai fusi ovest ed est del sistema Gauss-Boaga.

Produzione cartografica

Abbiamo le carte di vecchia produzione realizzate per le scale di 1:25.000 e 1:100.000 con la classica denominazione in fogli quadranti e tavolette e si riferiscono al sistema geodetico roma40.

Le carte di nuova produzione sono realizzate nelle scale di 1:50.000 e 1:25.000 e si basano sul sistema geodetico ED50. Per queste carte abbiamo il foglio (50.000) che si divide in 4 sezioni (25.000)

Sistemi di riferimento nazionali

La cartografia Italiana

CARTOGRAFIA REGIONALE

Utilizzano il sistema di rappresentazione di Gauss - Boaga del fuso di appartenenza e di solito è riportato il reticolato di tale sistema con gli inviti a margine del reticolato UTM. A volte ci sono anche gli inviti del reticolato Cassini - Soldner

Produzione cartografica

Le Regioni producono per lo più cartografia tecnica (C.T.R. o Carta Tecnica Regionale), a scale medio-grandi (1:10.000, 1:5.000, 1:2.000).

Le carte regionali adottano generalmente il **taglio geografico ED 50**, che quindi corrisponde e si integra con quello della cartografia IGM 1:50.000 di recente produzione.

Solo alcune tra le regioni hanno completato la copertura cartografica del proprio territorio. È stata comunque prodotta una notevole mole di cartografia, tenuto anche conto che gli uffici cartografici regionali hanno iniziato ad operare solo verso la fine degli anni '70.

Quasi tutta la cartografia regionale attualmente prodotta è di tipo **numerico**. In diversi casi sono stati realizzati anche **ortofotopiani e ortofotocarte**, più economici e di più rapida realizzazione rispetto a una carta convenzionale

Sistemi di riferimento nazionali

La cartografia Italiana

CARTOGRAFIA CATASTALE

Datum geodetico

Nella cartografia catastale italiana non viene utilizzato un unico sistema di riferimento geodetico. I due datum principali sono basati sull'ellissoide di **Bessel**, orientato a Genova (datum per l'Italia centro-settentrionale), o a Castanea delle Furie (Italia meridionale).

Rete di inquadramento

La rete di inquadramento della cartografia catastale venne realizzata tra la fine del secolo scorso e l'inizio del '900, raffittendo la rete trigonometrica **IGM** di I, II e III ordine.

Rappresentazione cartografica

La cartografia catastale originaria adottava il sistema di rappresentazione Cassini-Soldner. In Italia vennero istituiti 31 "grandi sistemi" **Cassini-Soldner**, ciascuno con la propria origine, comprendenti una o più province.

Con le "Istruzioni per il rilevamento trigonometrico" emanate nel 1950, anche il Catasto adottò il datum **Roma 40** e la rappresentazione **Gauss-Boaga**. Tuttavia, solo per alcune province la carta catastale è stata rifatta, per cui nella maggior parte del territorio nazionale si opera sulla cartografia originaria Cassini-Soldner.

Sistemi di riferimento nazionali

La cartografia Italiana

CARTOGRAFIA CATASTALE

Produzione cartografica

La cartografia catastale è per lo più **solo planimetrica** (solo in alcuni recenti rifacimenti è rappresentata anche l'altimetria). Le scale più utilizzate sono la 1:2.000 per le zone extraurbane e la 1:1.000 per i centri abitati; per zone di montagna o collina viene impiegata anche la scala 1:4.000.

Il taglio degli elementi (fogli) è di tipo cartografico (segue la parametratura cartografica Cassini-Soldner), ma in ogni foglio è rappresentata solo l'area compresa entro un perimetro chiuso formato da dividenti di particelle.

Pur con i suoi limiti, la cartografia catastale rappresenta un patrimonio vastissimo e prezioso, di enorme valore anche dal punto di vista economico, tenendo conto degli enormi costi che comporterebbe un suo rifacimento, anche ricorrendo alle tecniche più moderne.

Sistemi di riferimento nazionali

La cartografia Italiana

RIEPILOGO DEI PARAMETRI TOWGS84 PER I PRINCIPALI CRS UTILIZZATI IN ITALIA

ED50 UTM Z33

+proj=utm +zone=33 +a=6378388 +rf=297 +no_defs +towgs84=-87.000,-98.000,-121.000 +to_meter=1.0

ED50 UTM Z32

+proj=utm +zone=32 +a=6378388 +rf=297 +no_defs +towgs84=-87.000,-98.000,-121.000 +to_meter=1.0

ROMA 40 GB EST

+proj=tmerc +lat_0=0.0000000000 +lon_0=15.0000000000 +k_0=0.9996000000
+x_0=2520000.0000000000 +y_0=0.0000000000 +a=6378388 +rf=297 +no_defs
+towgs84=-104.1,-49.1,-9.9,0.971,-2.917,0.714,-11.68 +to_meter=1.0

Quest'opera è stata rilasciata sotto la licenza Creative Commons Attribuzione Stessa Licenza 2.5

Copyright© GFOSSERVICES S.A. 2009
annalisa.minelli@gmail.com



Attribuzione - Condividi allo stesso modo 2.5 Italia

Tu sei libero:

- di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare quest'opera
- di modificare quest'opera
- di usare quest'opera per fini commerciali

Alle seguenti condizioni:



Attribuzione. Devi attribuire la paternità dell'opera nei modi indicati dall'autore o da chi ti ha dato l'opera in licenza.



Condividi allo stesso modo. Se alteri o trasformi quest'opera, o se la usi per crearne un'altra, puoi distribuire l'opera risultante solo con una licenza identica a questa.

- Ogni volta che usi o distribuisi quest'opera, devi farlo secondo i termini di questa licenza, che va comunicata con chiarezza.
- In ogni caso, puoi concordare col titolare dei diritti d'autore utilizzi di quest'opera non consentiti da questa licenza.

Le utilizzazioni consentite dalla legge sul diritto d'autore e gli altri diritti non sono in alcun modo limitati da quanto sopra.

Questo è un riassunto in linguaggio accessibile a tutti del Codice Legale (la licenza integrale).

Limitazione di responsabilità