The image shows the cover of a spiral-bound notebook. The cover is a light beige or tan color with a fine, woven fabric texture. On the left side, there is a silver metal spiral binding. The title is printed in a large, black, serif font, centered on the cover. The author's name is printed in a smaller, black, serif font, centered below the title.

Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici

Margherita Azzari

I Geographic Information Systems (GIS)
si affermano negli anni ottanta dopo una
sperimentazione, durata un ventennio,
dell'intuizione di collegare un archivio
elettronico relazionale ad un sistema per
la produzione di cartografia digitalizzata

Si propongono come metodologia di lavoro trasversale, applicabile in campi diversi, dalle scienze della terra (geomorfologia, geologia, idrologia, climatologia, ecc.), alle scienze umane (demografia, insediamenti, salute, ecc.), economiche (localizzazioni industriali, trasporti, servizi, ecc.) e giuridiche (conservazione di aree protette, ecc.)

Alla fine degli anni cinquanta e negli anni sessanta, nei paesi anglosassoni la geografia quantitativa, mette a punto metodologie poi impiegate nei GIS, introducendo, in primo luogo, modelli descrittivi per passare dall'interpretazione retrospettiva alla previsione in prospettiva delle realtà geografiche mediante l'applicazione di procedure proprie della matematica e della statistica anche alla geografia umana ed economica.

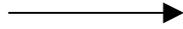
Contemporaneamente in ambito militare si sperimentano nuove tecnologie cartografiche basate sul *remote sensing*



In questo clima di fermento culturale si sperimentano le prime applicazioni GIS negli Stati Uniti ed in Canada, rivolte ad ottenere una migliore conoscenza dell'ambiente Terra e delle sue risorse per programmarne un uso ottimale, mentre l'uso congiunto di procedure proprie dell'analisi statistica e della cartografia digitalizzata conduce alla messa a punto dei primi modelli di analisi spaziale

Il rapido progresso compiuto nel settore informatico che ha consentito di disporre, a prezzi contenuti, di elaboratori elettronici dalle elevate capacità di calcolo e di software sofisticati, ma dall'interfaccia utente sempre più amichevole, insieme all'altrettanto rapido progresso in settori interagenti come quello del *remote sensing*, in grado di fornire serie temporali di dati ad un sempre più elevato grado di risoluzione spaziale elaborabili anche in tempo reale, ha condotto alla rapida diffusione dello strumento GIS

tecnologia



**Tecniche
cartografiche**

scienza



**Teorie delle
scienze sociali**

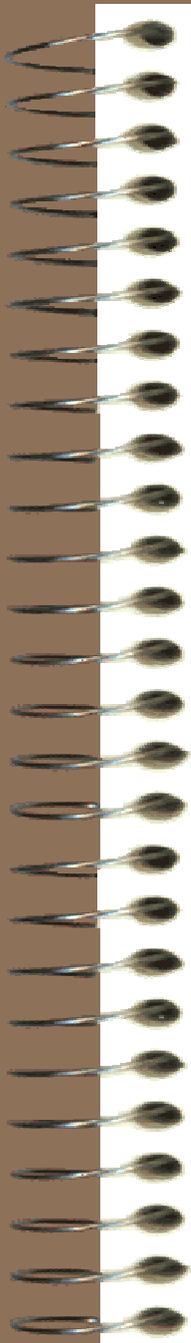
**Coscienza
sociale**



**Responsabilità
ambientale**

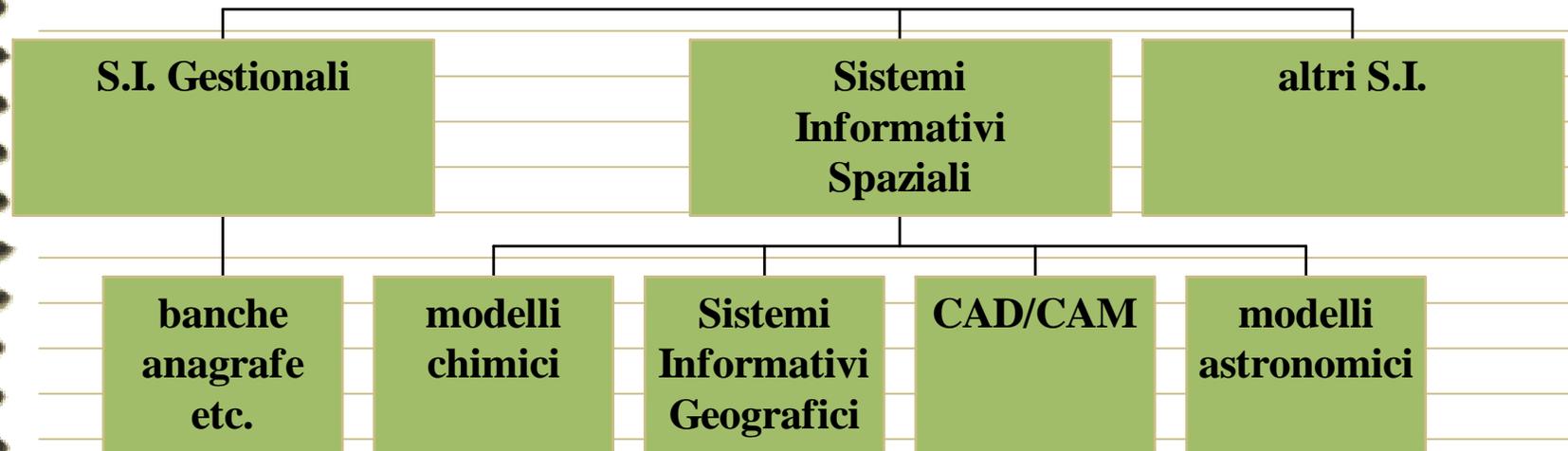


GIS



- **Un Geographic Information System** è un sistema, generalmente assistito dall'elaboratore elettronico, per
 - **l'acquisizione,**
 - **l'archiviazione,**
 - **l'analisi**
 - **la visualizzazione**di **dati georeferenziati**, ossia definiti da coordinate geografiche.

Tipologie di Sistemi Informativi



La tecnologia GIS deriva, in larga parte, dalle esperienze nel settore del *Computer Aided Design* (CAD), ossia del disegno assistito dall'elaboratore in campo architettonico e ingegneristico, del *Computer Aided Mapping* (CAM), cioè della cartografia automatizzata e del *Remote Sensing* (RS)

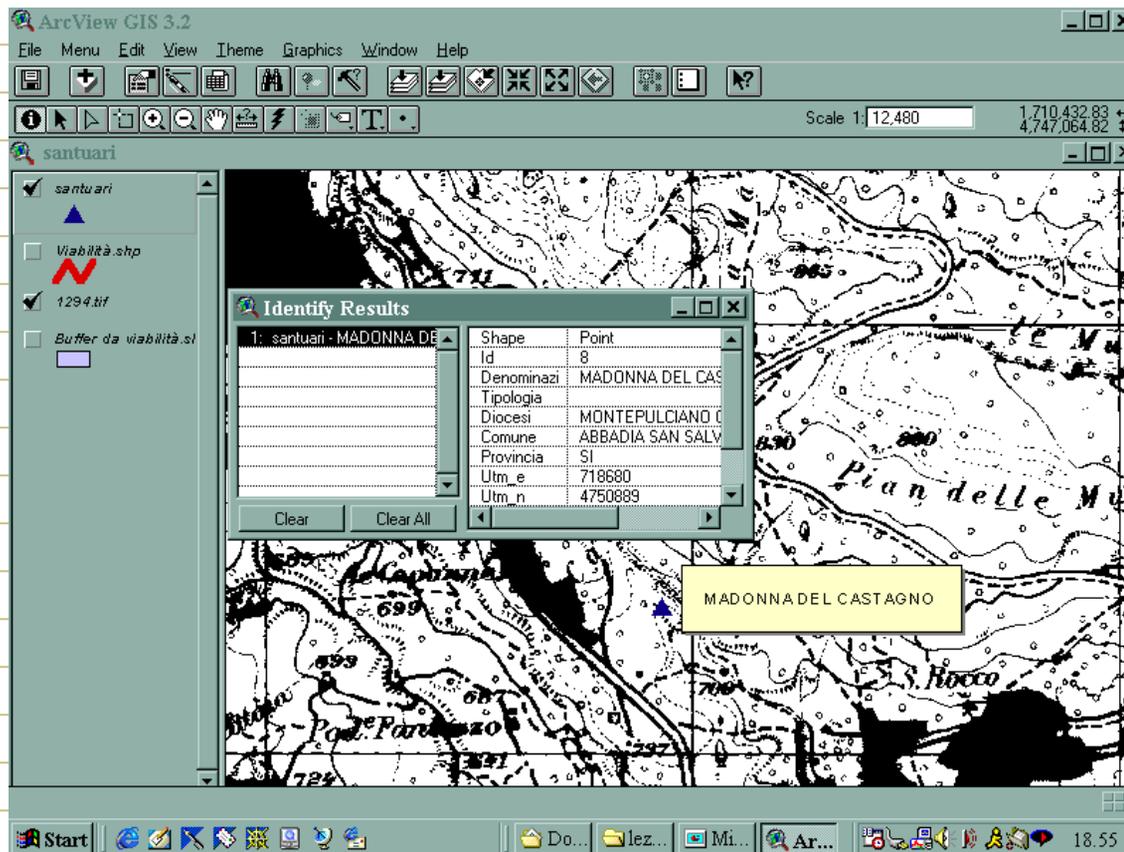


Figura 4 Il centro storico di Firenze
Boschi M., Fainelli M., Galardi E., Pansichi M.T.
"Un GIS come base per la rappresentazione spaziale dei beni ambientali e storico-culturali"

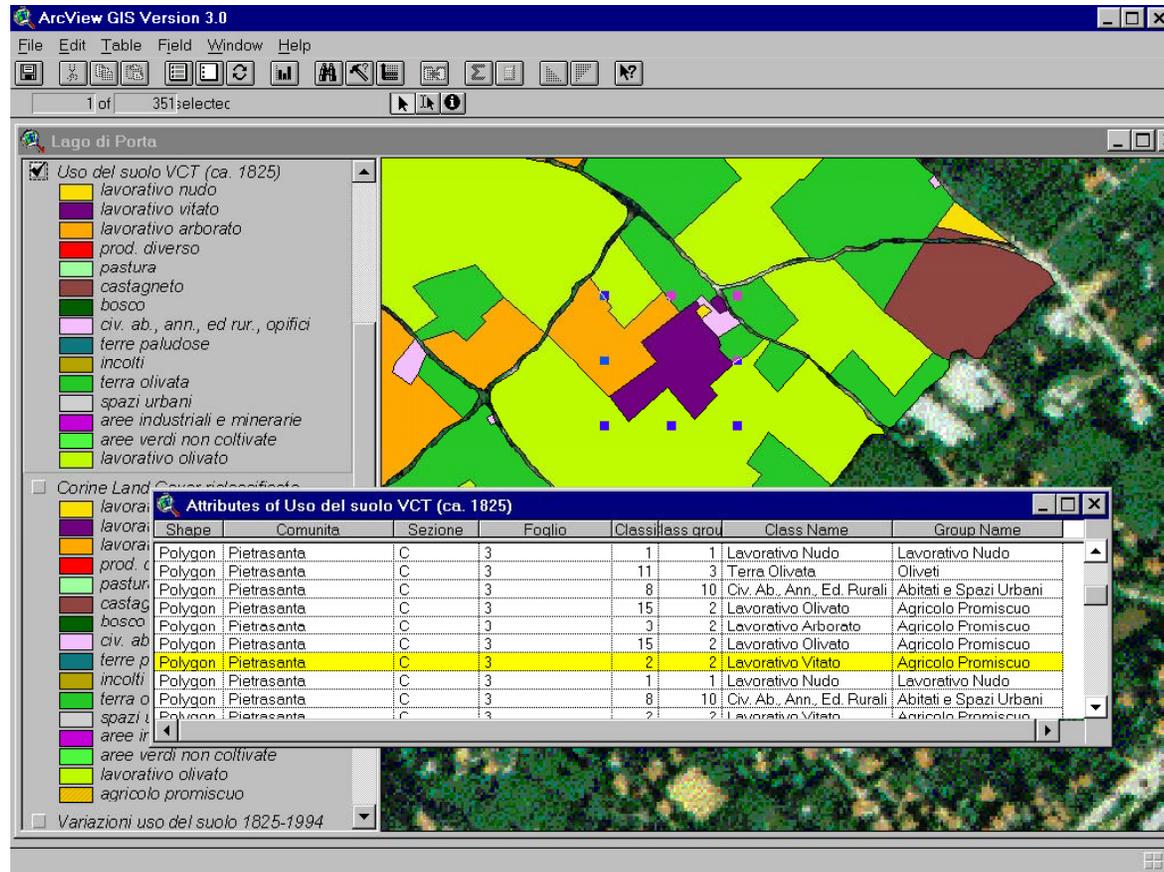
Il salto di qualità di un G.I.S. - la traduzione del termine più comunemente accettata in Italia è Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) - rispetto alla cartografia automatica, consiste nella sua capacità di gestire non solo gli elementi geometrici, ma anche quelli descrittivi e di relazione. I dati geografici, infatti, possiedono

- **dati di posizione, le *coordinate***
- **dati di qualificazione, gli *attributi***
- **dati di relazione, la *topologia***

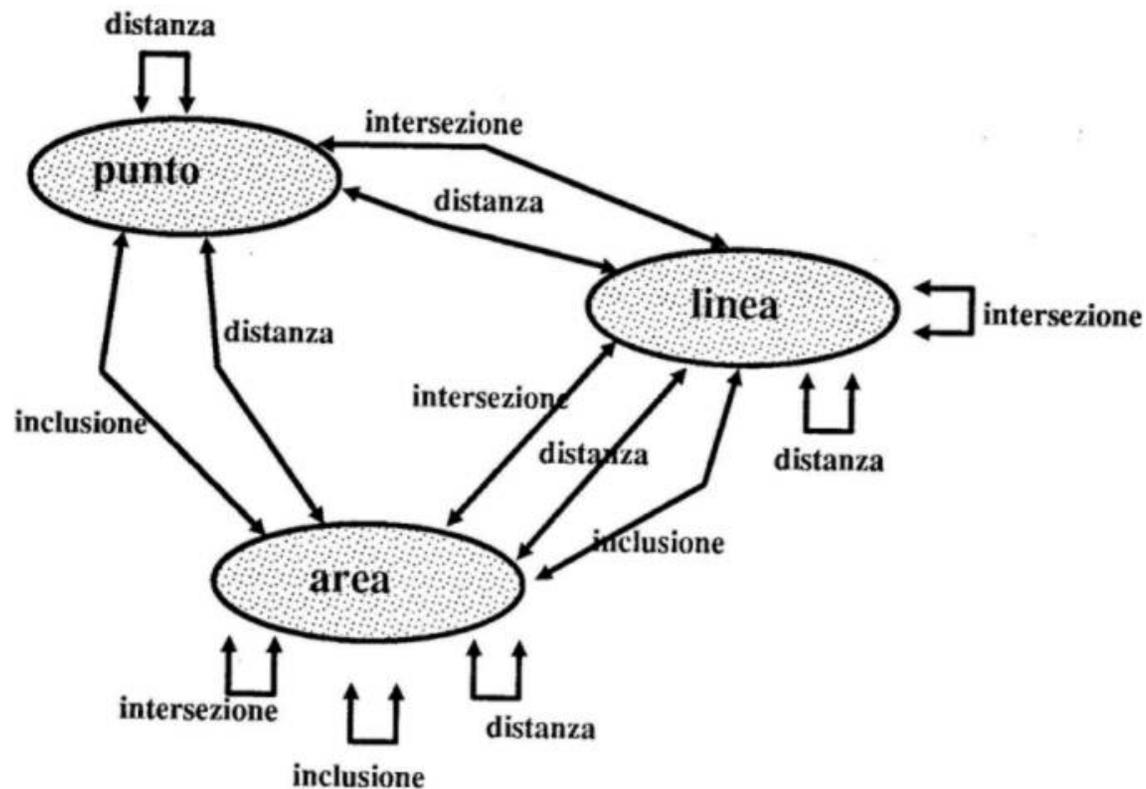
La possibilità di georeferenziare i dati attribuendo ad ogni elemento le sue coordinate spaziali rappresenta la principale caratteristica di un GIS



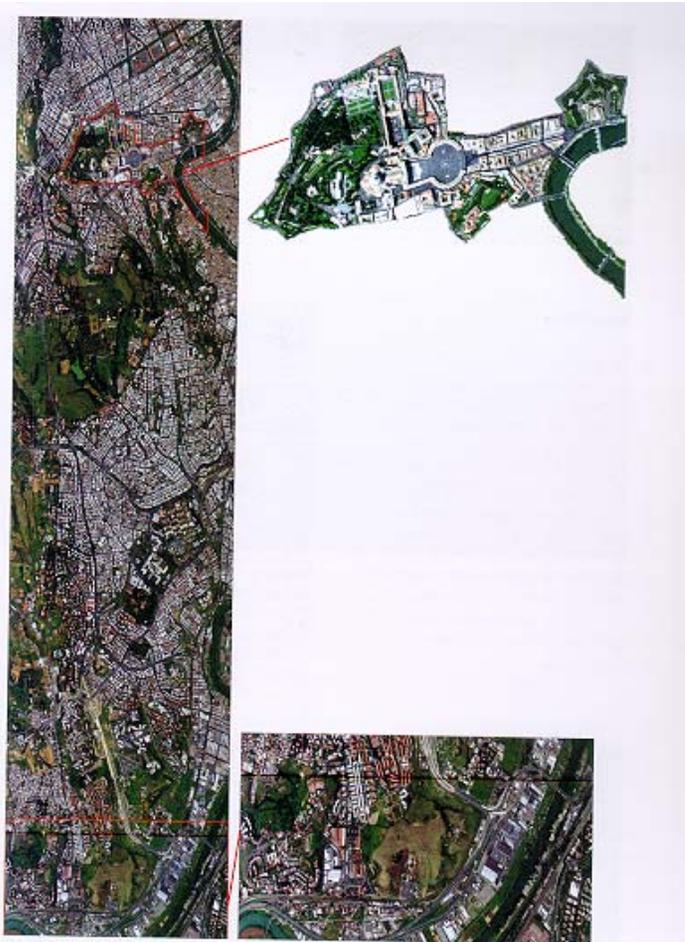
Ad ogni oggetto grafico spazialmente definito vengono, quindi, associati degli attributi, ossia delle informazioni descrittive necessarie a caratterizzarlo. Si tratta, in genere, di caratteristiche non grafiche, ad esempio per un elemento puntuale come un edificio può essere utile conoscere se è adibito a residenza o ad attività produttiva, ad un elemento lineare come un corso d'acqua può essere associato l'attributo "portata media", ad un elemento areale come una particella catastale il tipo di uso del suolo



La topologia è, invece, un insieme di norme che consente di definire le mutue relazioni (connessione, appartenenza, adiacenza) tra gli elementi spaziali



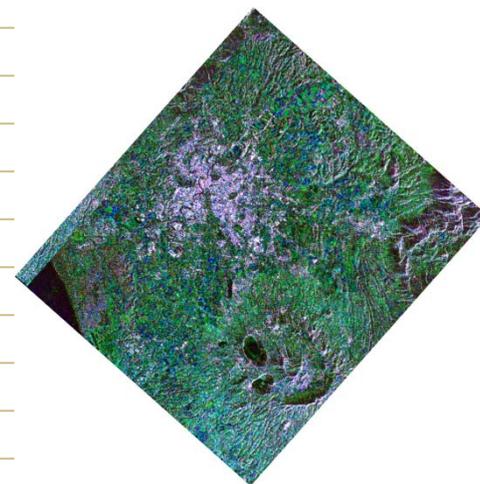
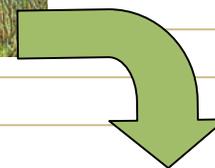
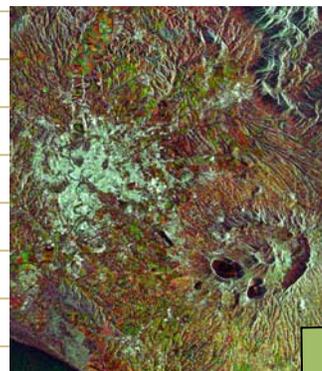
Per gestire le informazioni spaziali mediante un GIS è perciò necessario far precedere la raccolta dei dati dall'elaborazione di un modello concettuale sufficientemente ampio da comprendere tutti gli oggetti esistenti nell'area da descrivere funzionali allo scopo della ricerca, e sufficientemente elastico da adattarsi alle possibili combinazioni occorrenti nella realtà. Si tratterà, inizialmente, di un modello informale che andrà in seguito ordinato, per quanto possibile, mediante strumenti formali quali equazioni matematiche, modelli analitici, algoritmi

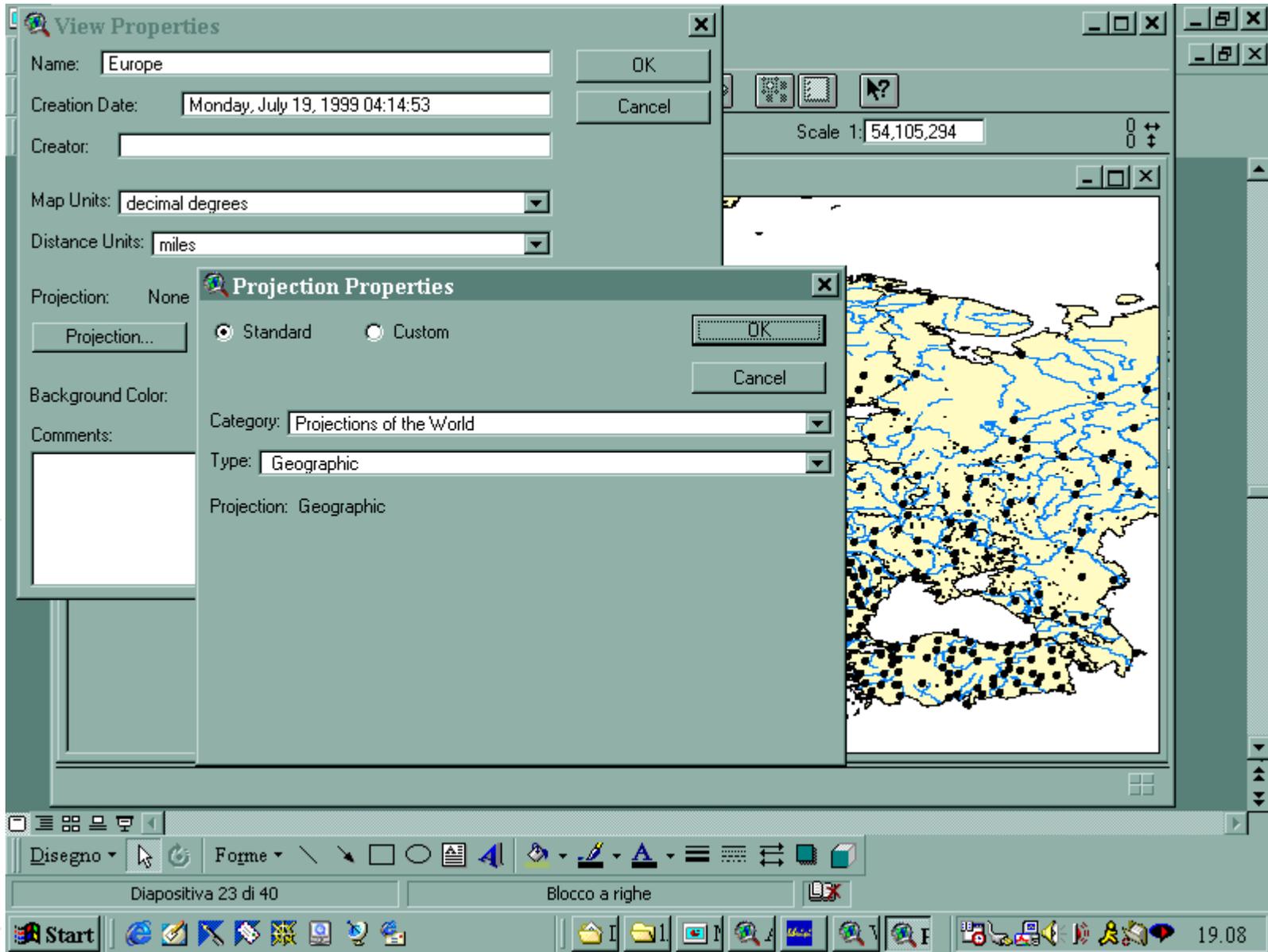


Una differenza sostanziale rispetto alla cartografia tradizionale, che esige una ben definita scala di rappresentazione, è invece rappresentata dal fatto che nella cartografia numerica e nei Geographic Information Systems le coordinate del terreno sono memorizzate senza conversione di scala e i dati digitali possono essere visualizzati o stampati a qualsiasi scala

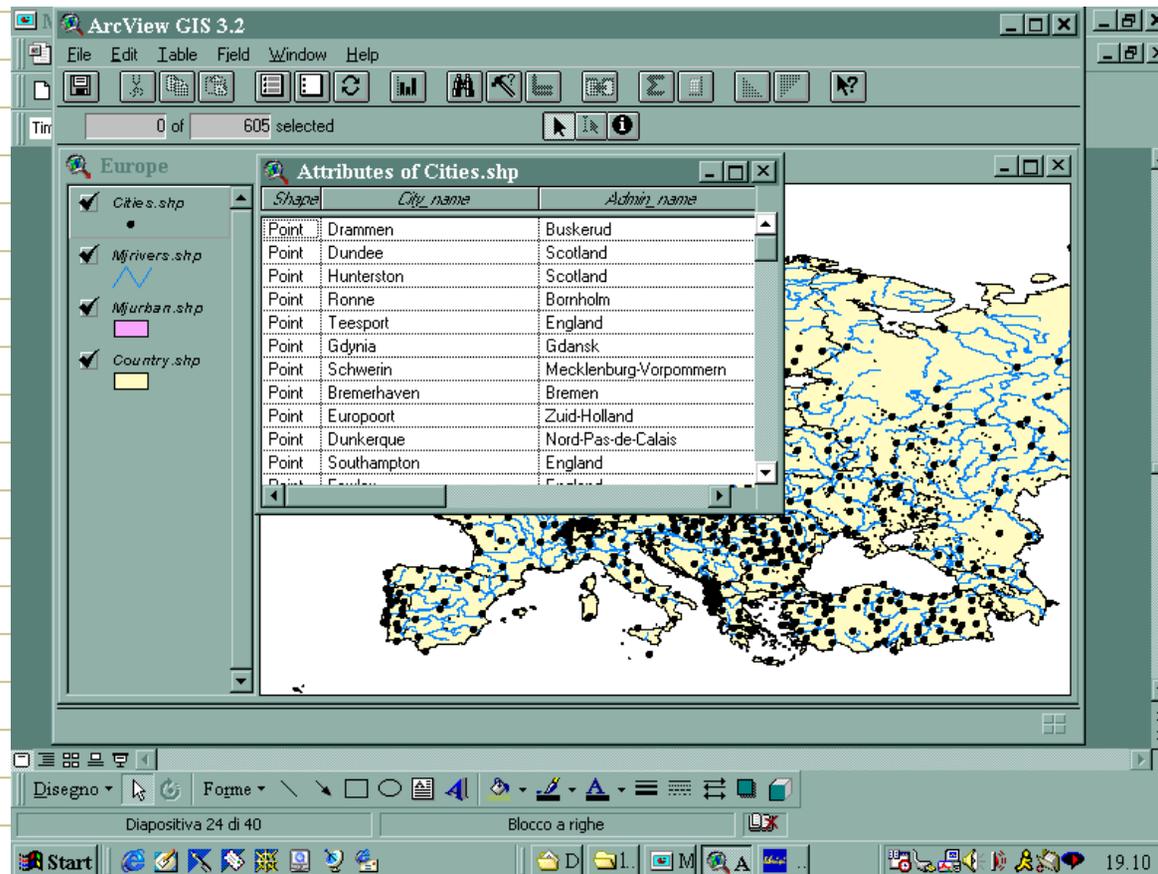
E' possibile combinare dati derivati da mappe cartacee a scale diverse, purché relativi, ovviamente, alla stessa area geografica. La scala di rappresentazione nella cartografia numerica diventa un parametro per definire il grado di accuratezza e la risoluzione delle informazioni grafiche. Possedere una base di dati alla scala 1:25000 significa perciò che è stata usata la densità di particolari, il contenuto informativo e l'accuratezza di una carta 1:25000 rilevata con metodi tradizionali.

Molti pacchetti GIS consentono inoltre di convertire la proiezione ed il sistema di riferimento dei *layers*, gli strati digitali di cui è composta una mappa, consentendo la sovrapposizione di mappe prodotte con criteri diversi, eliminando un problema che da sempre ha ostacolato le attività pianificatorie

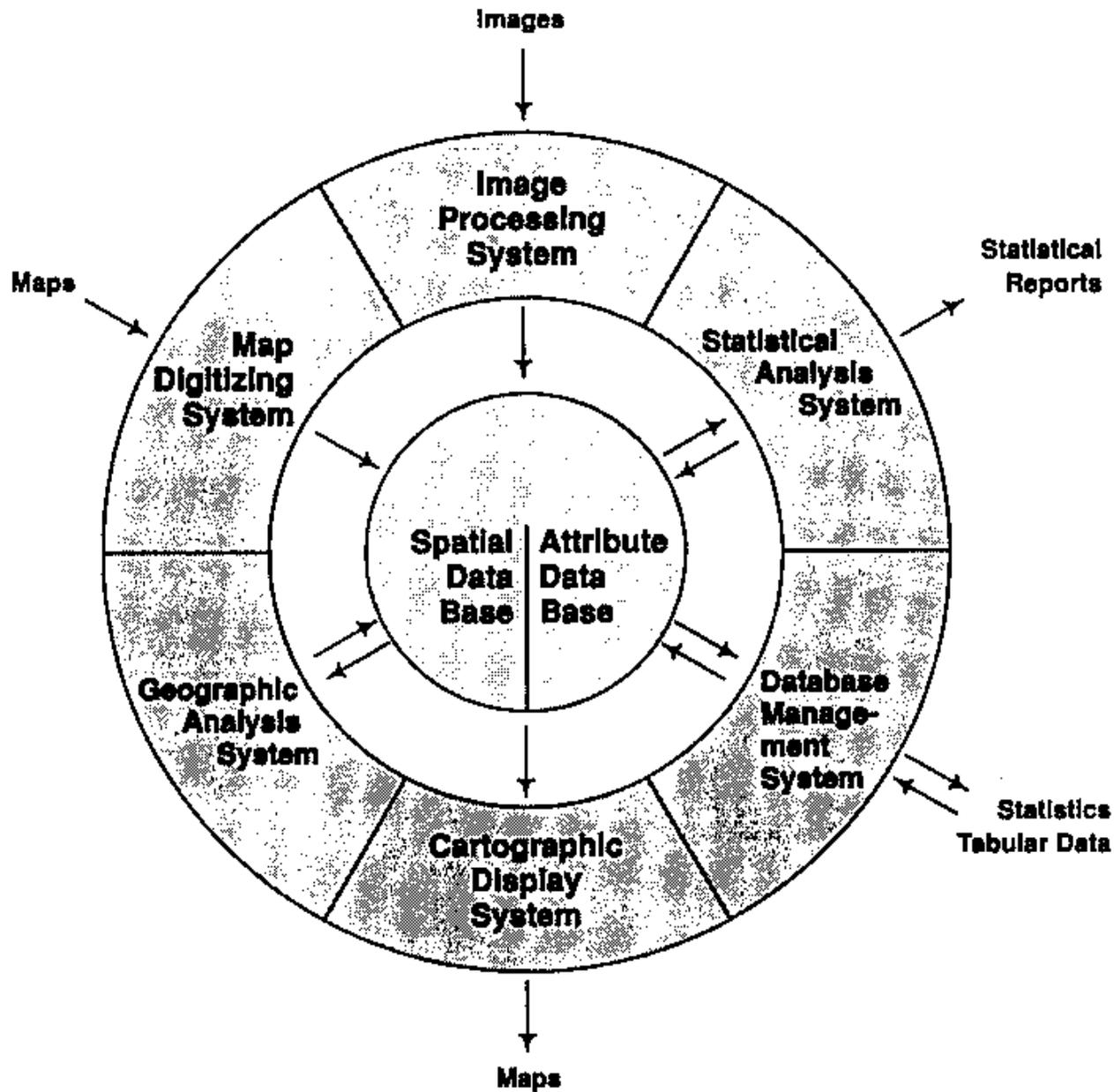




A queste *utilities* si aggiungono quelle dell'aggiornabilità dei dati, della loro veloce elaborazione e, soprattutto, la possibilità di separare le funzioni di archiviazione dei dati da quelle di rappresentazione sulla carta



Per ciò che riguarda il *software*, un GIS è generalmente costituito da un pacchetto contenente più moduli operativi che comprendono un sistema di acquisizione dei dati mediante digitalizzazione o *image processing*, un sistema di archiviazione dei dati (*database* spaziale, contenente le coordinate degli oggetti, e *database* degli attributi), un sistema di analisi spaziale ed un sistema di analisi statistica



La scelta dell' *hardware* è strettamente connessa a quella del *software* ed è condizionata dal formato dei dati. E' necessario disporre di strutture attrezzate per il reperimento dei dati in formato *raster* (scanner), o *vector* (digitizer), per il trattamento dei dati (calcolatori dotati di adeguata potenza) e per la loro restituzione (monitor, stampanti, plotter)

Formato dei dati

Dati raster

Raster: insieme di celle (pixel) singolarmente locate e codificate

La struttura raster consiste in una matrice bidimensionale di celle. Ogni pixel è identificato da un numero di riga e da un numero di colonna.

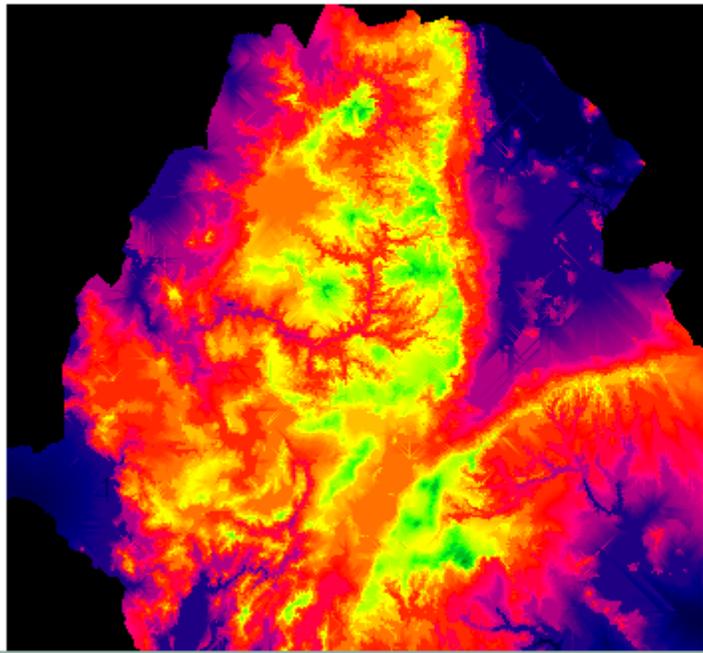
Ogni pixel è esplicitato tramite un valore o un codice.

In campo geografico ogni pixel rappresenta una porzione di terreno, quindi il valore o il codice rappresentativo del pixel è associato a quella porzione di terreno.

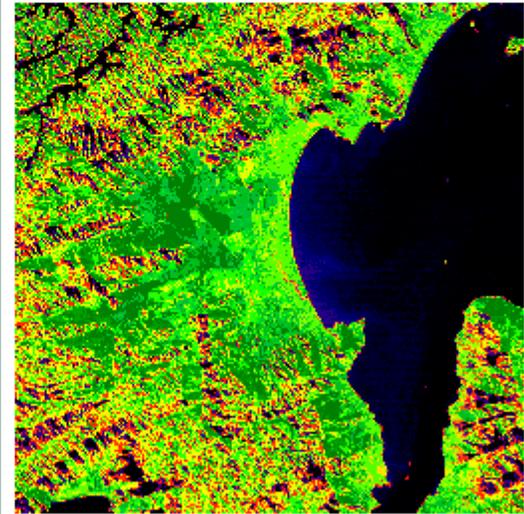


etdem

DEM of Ethiopia



brazilst



Composer

brazilst

- Add Layer...
- Remove Layer
- Properties...
- Save Composition
- Print Composition

- Auto
- Manual
- Freeze

20:36:04

Dati vettoriali

Insieme di primitive geometriche elementari (punto, linea, area) collegate ad attributi.

Ogni forma, anche complessa, è scomposta e rappresentata tramite primitive geometriche semplici.

Un segmento (ad es. un tratto di strada) è descritto da due coppie di coordinate più l'indicazione della connessione fra i due punti.

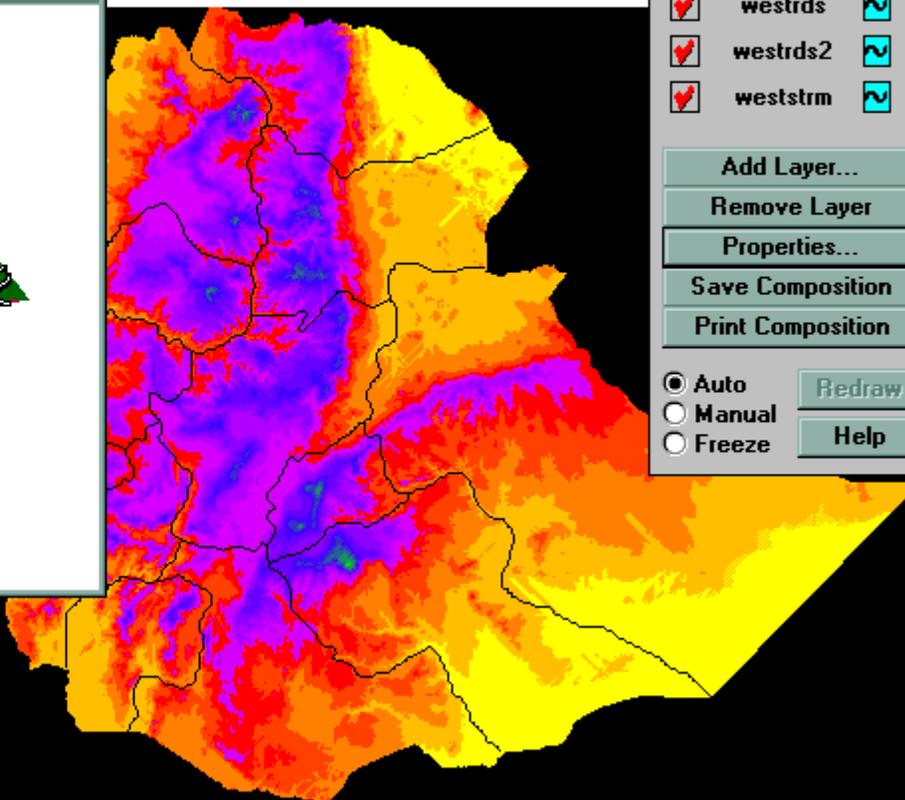
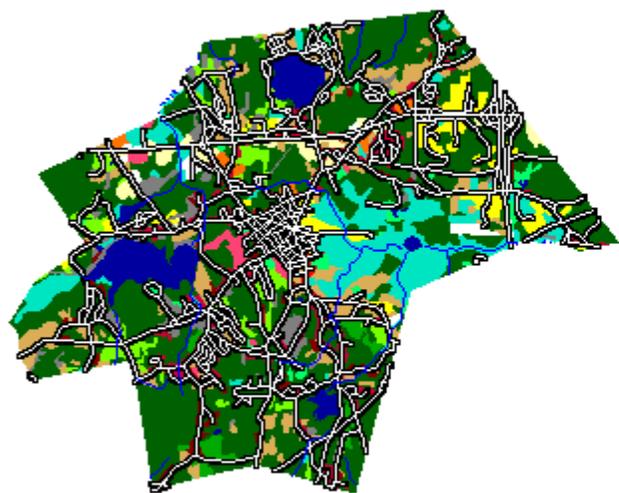


etdem

DEM of Ethiopia

westboro

Westboro Landuse 1985



Composer

- westboro
- westrds
- westrds2
- weststrm

Add Layer...
Remove Layer
Properties...
Save Composition
Print Composition

Auto
 Manual
 Freeze

Redraw
Help

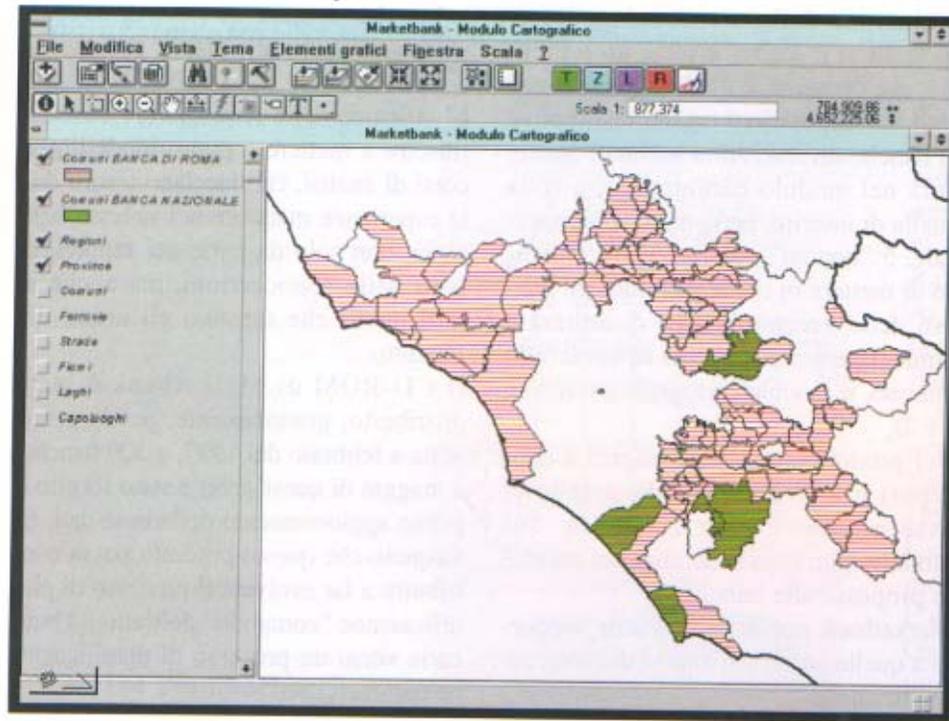
c: 394 r: 90 x: 575807.3 y: 470437.7 20:46:38

Più complesso è il discorso relativo alle risorse umane: infatti " investire in GIS richiede più che un investimento in *hardware* e *software*, al contrario in molti casi questa è la cosa che costa meno [...]. Uno dei meno riconosciuti, ma più importanti investimenti è nell'analista che userà il sistema. Il sistema e l'analista non possono essere separati, uno è semplicemente l'estensione dell'altro. In sostanza, il processo di incorporare le capacità di un GIS in un'istituzione richiede un investimento a lungo termine rivolto in larga misura verso l'istruzione e l'addestramento"

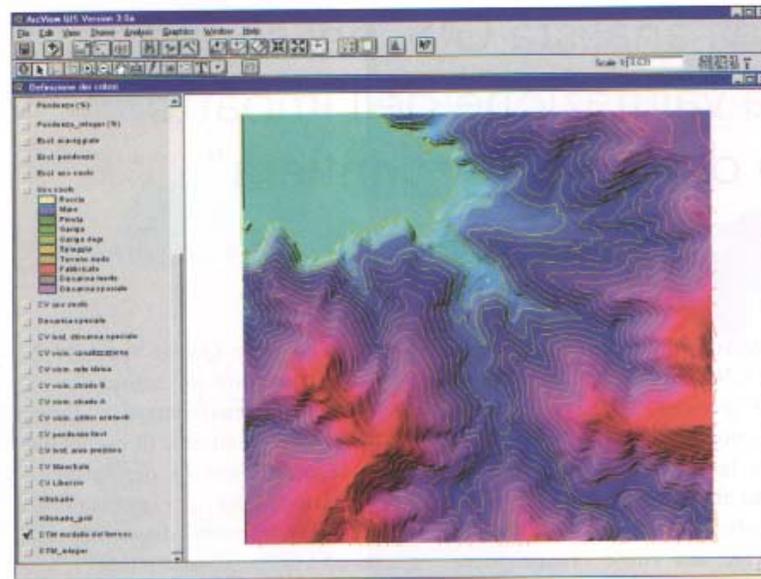
Sono i dati, tuttavia, a rappresentare il problema più rilevante per chi progetta o utilizza un GIS. Per il loro costo, innanzi tutto, che può rappresentare anche il 90% del costo dell'intero sistema; per la loro difficile reperibilità dovuta in primo luogo alla copertura ineguale della superficie terrestre per ragioni naturali, militari, socio-economiche; per la mancanza di standards su codifiche, strutture e formati di scambio in grado di condurre ad una normalizzazione dei dati

Consentendo lo studio della distribuzione e della diffusione dinamica di variabili nello spazio, i GIS si candidano come strumento di analisi in campi disciplinari diversi, dal monitoraggio ambientale, alla pianificazione del territorio, alle scienze sociali, ma è necessario conoscere i limiti del sistema sia di tipo tecnico che teorico e tener conto del fatto che la tecnologia GIS è idonea all'analisi di problemi ben strutturati

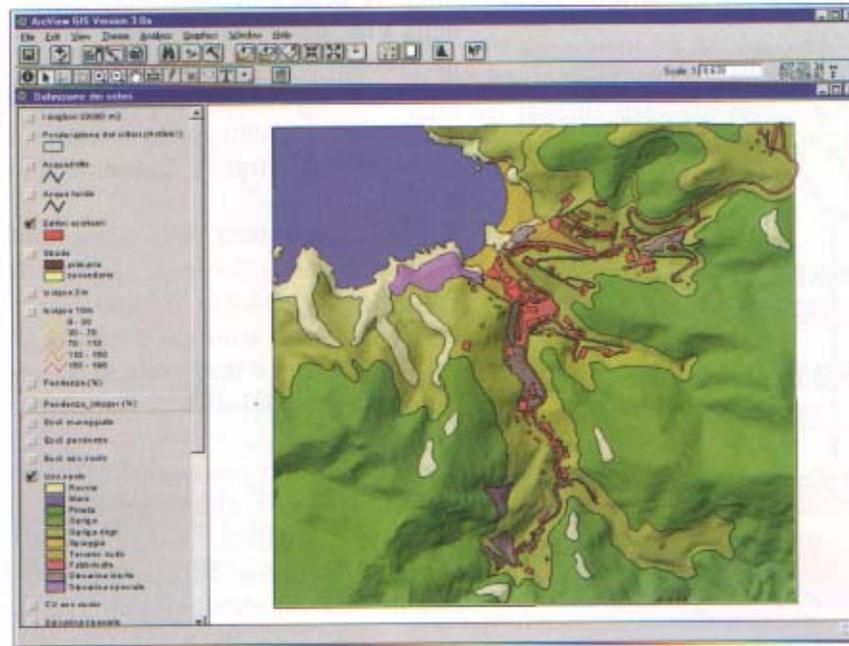
**Se si escludono le applicazioni nel campo del
*marketing***



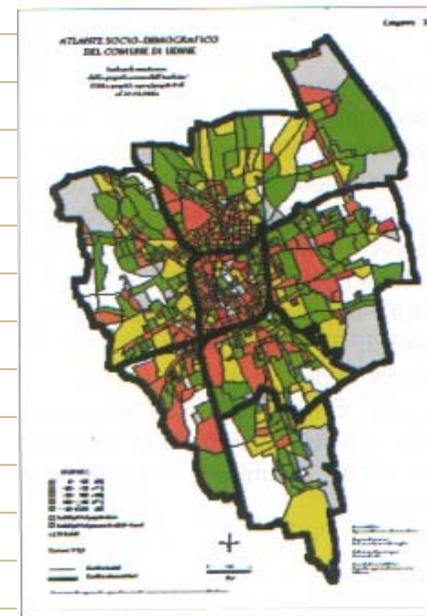
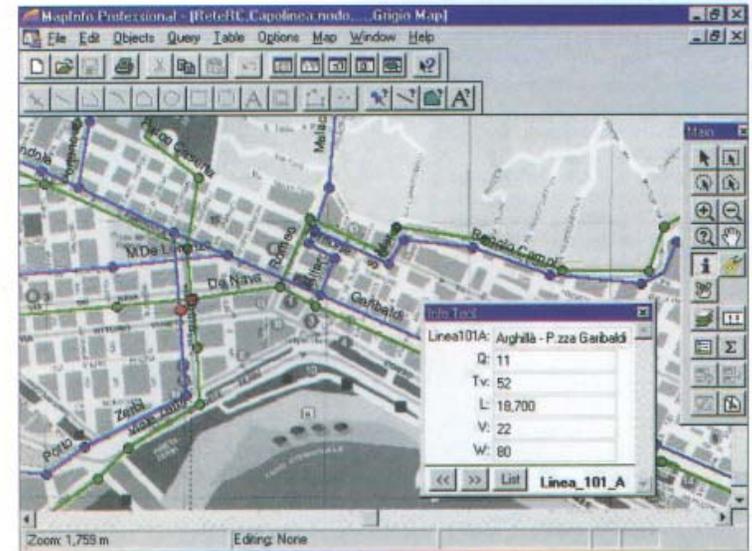
sono le scienze della terra ad aver tratto maggior profitto dalle tecnologie GIS e dai progressi tecnici nel campo del *remote sensing* come dimostrano i numerosissimi studi relativi alla dinamica dei fenomeni erosivi, alla modellizzazione delle acque sotterranee, di superficie e marine, alla evoluzione delle aree costiere



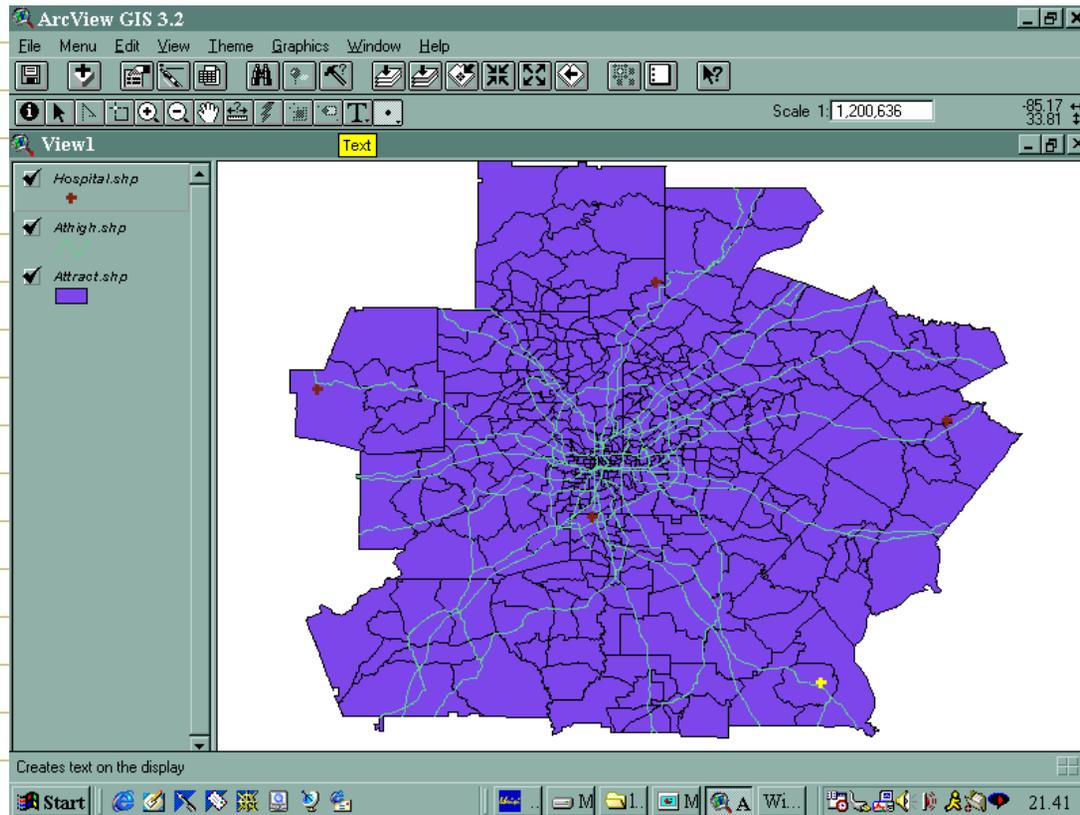
Un campo applicativo assai fertile di risultati è quello del monitoraggio ecologico e della pianificazione ambientale



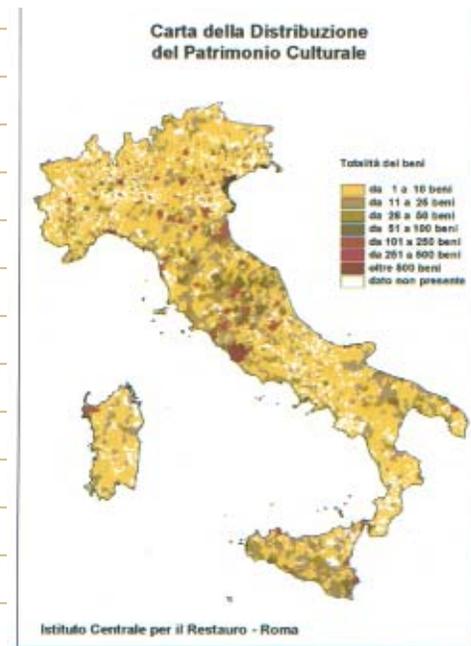
Contributi alle politiche di pianificazione urbana e delle infrastrutture sono venuti dagli studi sull'uso del suolo urbano, sulla sua evoluzione e trasformazione, dall'elaborazione di carte di attitudine all'urbanizzazione, dalla simulazione di impatto di nuove infrastrutture, dall'applicazione al controllo ed alla gestione del traffico sia terrestre che aereo



Nel campo della geografia medica sono da ricordare le simulazioni epidemiologiche, il monitoraggio fenologico, la creazione di atlanti per valutare i livelli di morbilità e mortalità relazionati alle condizioni ambientali, ma anche per evidenziare disomogeneità nella distribuzione e nell'accessibilità dei servizi sanitari



Molte sono le potenzialità dei GIS per il censimento e la tutela dei beni culturali e ambientali ed in campo archeologico per il censimento e la cartografazione dei siti, ma soprattutto per la ricostruzione degli antichi assetti territoriali, la prospezione archeologica e l'elaborazione di modelli predittivi



La principale valenza didattica dello strumento G.I.S. consiste nel fatto che esso consente di effettuare operazioni di analisi spaziale utilizzando moduli preprogrammati o algoritmi programmabili mediante un apposito linguaggio di programmazione.

I programmi più diffusi in Italia sono Idrisi, Arcview, ArcInfo, Mapinfo, Geomedia, AutoCAD Map, Erdas, Atlas Gis, ER Mapper,

Tra i siti Internet più utili per gli utenti G.I.S. sono da ricordare:

<http://www.geo.ed.ac.uk/home/giswww.html>

<http://www.ibmcutg.co.uk/~MapMaker~>

<http://www.esri.com>

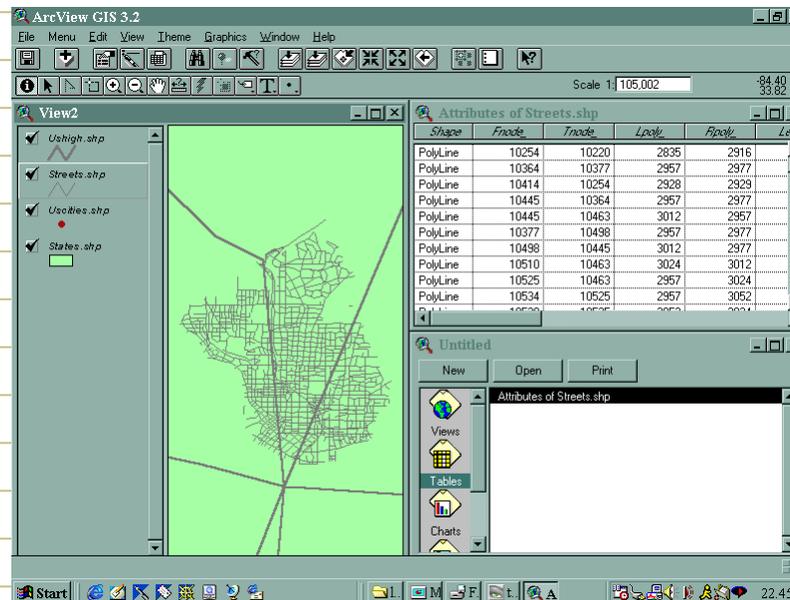
<http://www.clarklabs.org>

<http://www.ctmap.com/mapinfo>

<http://www2.echo.lu>

<http://www.intergraph.com>

" la tecnologia GIS ha potenzialmente un enorme impatto in ogni campo in cui sia necessario gestire e analizzare dati nello spazio. Per questo chi conosce poco questa tecnologia è portato a considerarla quasi una scatola magica. La velocità, la coerenza logica e la precisione con cui opera è realmente impressionante ed è difficile resistere al suo carattere fortemente grafico ...



... Per un analista esperto la filosofia del GIS è totalmente diversa. Con l'esperienza il GIS diventa semplicemente un'estensione del proprio ragionamento analitico. Il sistema non ha risposte intrinseche, solo quelle dell'analista. È uno strumento, così come lo è la statistica. È uno strumento per il pensiero "(R. Eastman, coordinatore *Idrisi Project*)