

GIS: stato dell'arte e prospettive di utilizzo in campo applicativo e scientifico

Introduzione

Per *Geographic Information Systems* o GIS si intende, per convenzione, una tecnologia computerizzata, basata su specifici hardware e software che permettono il simultaneo stoccaggio, gestione ed analisi dei dati territoriali georeferenziati.

Un operatore esperto è in grado di trarre da un carta analogica centinaia di informazioni, ma il GIS è in grado di fare la stessa cosa meglio, più rapidamente e rendendo il risultato di un'analisi delle informazioni immediatamente disponibile e comprensibile in forma grafica e digitale (CIOLLI, ZATELLI, 1999). Ma ciò che realmente fa la differenza è che il GIS possiede delle immense capacità analitiche e ci fa intravedere un'infinita serie di possibili utilizzi futuri.

I GIS sono strumenti entrati nell'uso comune non solo nell'ambito della ricerca o degli uffici pubblici che si occupano di pianificazione del territorio ma anche nell'ambito del lavoro professionale. Dal momento della comparsa dei GIS sul mercato ad oggi, vi è stata una notevole evoluzione sia in termini di capacità di calcolo e di analisi territoriale, sia nella varietà dell'offerta di sistemi differenti per prezzo, prestazioni e bacini di utenza. Questi strumenti, che stanno diventando sempre più versatili e facili da usare, sono ormai indispensabili sia per migliorare la qualità del lavoro e velocizzare la produzione e riproducibilità di carte tematiche, sia per realizza-

re nuove elaborazioni a scopo gestionale e pianificatorio. Nonostante sia reperibile una grande quantità di informazioni sui GIS, al di fuori dell'ambiente degli operatori del settore vi è una diffusa disinformazione sulle reali caratteristiche di questi strumenti e sulle loro potenzialità. Questo lavoro si propone di chiarire alcuni concetti base circa questi strumenti ripercorrendone in breve la genesi e dando un quadro, per quanto possibile completo, sullo stato dell'arte e sulle prospettive di sviluppo e di utilizzo.

Dalla cartografia tradizionale ai GIS

A partire dalle prime civiltà sino ad arrivare ai giorni nostri, i dati spaziali sono stati raccolti da navigatori, geografi, ed esploratori e restituiti in forma disegnata da cartografi. Le mappe venivano utilizzate per individuare la localizzazione di luoghi lontani ed a scopo militare (BURROUGH, 1990). Un particolare impulso allo sviluppo delle tecniche di mappatura si ebbe durante l'epoca dei romani. Al declino dell'impero romano persero importanza anche le tecniche di mappatura ed iniziò un periodo di oblio, fino a quando, nel settecento, la civiltà Europea raggiunse di nuovo un livello di organizzazione tale che molti governi compresero il valore e l'importanza di una sistematica mappatura del territorio. Furo-

no creati degli Enti nazionali governativi incaricati di produrre mappe topografiche complete dell'intero territorio statale. Esiste perciò una lunga tradizione di rappresentazione cartografica che è continuata nel tempo e che è indubbiamente servita per sviluppare alcuni principi di fondo che sono ancora alla base della rappresentazione degli oggetti anche nella forma digitale (BURROUGH, op. cit.). Con l'espansione coloniale dei paesi europei i metodi di produzione cartografica furono importati anche in altre regioni del mondo e questo consentì sia la diffusione dei metodi che l'evoluzione delle tecniche di misurazione. Contemporaneamente con l'avanzare della conoscenza relativa al territorio cominciò anche a nascere l'esigenza di rappresentare cartograficamente nuovo materiale.

Nel ventesimo secolo la domanda di mappe sia topografiche che tematiche e, di queste ultime, soprattutto quelle riguardanti le risorse naturali è accelerata vertiginosamente. L'introduzione di tecniche quali la fotogrammetria e il remote sensing hanno consentito di realizzare mappe su aree vaste e con grande precisione. Queste tecnologie hanno consentito a molti scienziati di settore quali forestali, biologi e naturalisti, geologi, specialisti dell'uso del suolo di fare grandi passi avanti nella realizzazione di mappe di vario dettaglio (AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, 1960). La disponibilità di mappe tematiche oltre ad essere utilissima per lo sfruttamento e la gestione delle risorse, è stata alla base dello sviluppo dello studio della valutazione del territorio come lo conosciamo oggi (FAO, 1976).

Lo studio della distribuzione spaziale di fenomeni naturali o di caratteristiche ambientali è nato in forma qualitativa. Lo scopo dei rilievi della maggioranza delle scienze è inventariare, cioè osservare, classificare e registrare, venendo così a fornire grandi moli di dati qualitativi e pochi quantitativi; a questo si aggiunga che si è dovuto aspettare fino agli anni '30 perché lo sviluppo dei metodi statistici e delle serie temporali permettesse di dare il via allo studio degli strumenti matematici per affrontare i problemi di variazione quantitativa spaziale

(BURROUGH, op. cit.). Comunque si può affermare che solo negli anni 60, con la disponibilità di strumenti di calcolo potenti come i computer digitali, siano fioriti sia i metodi concettuali dell'analisi spaziale che possibilità di analisi tematica quantitativa ed analisi spaziale.

Tra gli anni '60 e '70 nacquero nuove tendenze nel modo in cui i dati in campo ambientale potevano essere usati. Poiché si capì che i diversi aspetti della superficie della terra non funzionavano indipendentemente gli uni dagli altri, si incominciò a volerli valutare in una maniera integrata, multidisciplinare. Si concepirono due approcci al problema. Da una parte quello definito da Hopkins il metodo "gestalte" che tentava di individuare delle unità di territorio che potessero essere riconosciute, descritte e mappate, in cui ogni unità era ritenuta essere riconoscibile ed unica, una combinazione indipendente di caratteristiche ambientali. Dall'altra il metodo che dava un peso maggiore alle informazioni contenute nelle carte monodisciplinari convenzionali sovrapponendo ed incrociando strati.

La tecnica che si basava sulla realizzazione di carte integrate multidisciplinari ha dato risultati controversi, poiché spesso si arrivava alla produzione di carte troppo generali e di difficile interpretazione ed inoltre era complesso reinterpretare la carta in funzione di singole tematiche.

Un approccio più semplice al problema sembrava invece quello di lavorare per strati monotematici.

In geografia l'idea di usare mappe stratificate per studiare la covarianza spaziale è stata resa realizzabile da quando vi è stata la disponibilità di lucidi, ma l'idea di usare una moltitudine di strati per l'analisi spaziale si è diffusa intorno al 1970, quando nel 1969 l'architetto del paesaggio Ian Mc Harg ha utilizzato la tecnica di combinare strati codificati per colore per l'analisi di suscettibilità d'uso del territorio. McHarg lavorava sovrapponendo lucidi contenenti ciascuno uno strato di informazioni gli uni sugli altri su di un tavolo luminoso. La tecnica della stratificazione

delle mappe era così semplice che venne rapidamente individuata come uno strumento ideale per analizzare molti problemi ambientali.

Più o meno contemporaneamente agli strati di Mc Harg, altre tecniche che realizzavano mappe semplici stampando linee di dati statistici su griglie di carta rappresentanti il territorio per creare strati, cominciarono ad apparire in parecchie istituzioni di ricerca negli Stati Uniti ed in Europa. Questa tecnica fu usata largamente per scopi di assestamento ambientale, ma fu anche applicata all'uso del territorio urbano ed alle decisioni concernenti la pianificazione delle vie di comunicazione.

Le istituzioni che usavano questa tecnica, furono anche coinvolte nello sviluppo dei primi sofisticati strumenti di uso ambientale del territorio che furono spesso pesantemente sviluppati su programmi di grafica per computer, per la visualizzazione sia dei dati di entrata che di quelli di uscita.

Uno dei più conosciuti tra i primi sistemi era il SYMAP, un raster GIS abbastanza primitivo sviluppato alla Harvard Graduate School of Design che rappresenta però una pietra miliare nell'evoluzione di questo tipo di sistemi. Tuttavia bisogna sottolineare che molti cartografi si rifiutavano di considerare i prodotti di questa prima generazione di GIS come delle vere e proprie mappe anche se li utilizzavano come strumenti di supporto alle decisioni. Grazie ai notevoli passi avanti fatti sia nel campo del disegno assistito da computer, sia nella gestione dei data base, si è arrivati alla realizzazione dei primi GIS vettoriali.

Sostanzialmente la struttura di base dei primi GIS era quella riportata in figura 1.

Tale struttura, è rimasta la base di tutti i sistemi informativi anche se da allora molte energie sono state impiegate da parte dei programmatori e degli ideatori dei software per migliorare sia i motori data base sia la struttura e la gestione degli oggetti grafici,

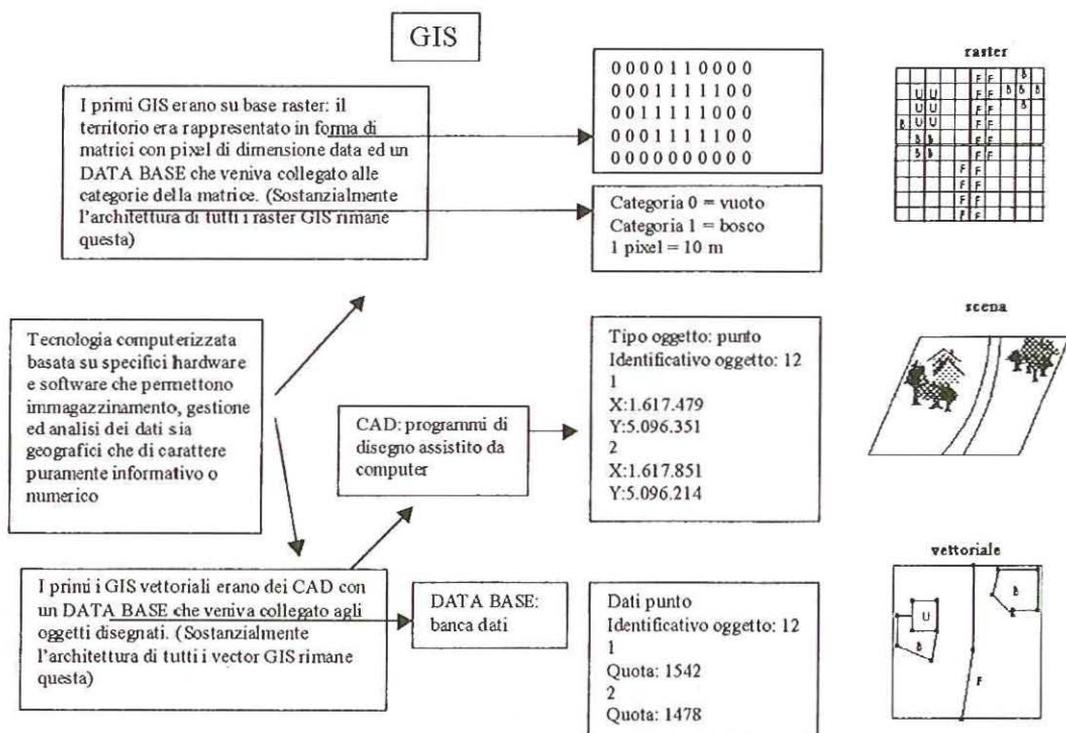


Fig. 1 - Struttura e caratteristiche dei primi GIS.

fossero essi raster o vettoriali.

Nei primi anni '80 vi è stata una netta contrapposizione fra chi sosteneva la superiorità dei GIS in base raster e chi sosteneva quella dei GIS in base vettoriale. Ciascuna delle due forme di rappresentazione presenta vantaggi e svantaggi (tab. 1) e col tempo si è capito che entrambe sono necessarie per poter sfruttare tutte le potenzialità di interpretazione e rappresentazione del territorio che i GIS offrono (PEVERIERI, 1995).

Si è instaurata quindi una tendenza verso

strumenti in grado di gestire adeguatamente sia l'una che l'altra forma di rappresentazione. Tuttavia normalmente un singolo software GIS è più votato al calcolo ed alla rappresentazione raster o vettoriale a seconda che sia nato come raster GIS oppure come vector GIS.

Sin dai primordi (BURROUGH, 1990) ci si è resi conto che l'utilizzo dei GIS offre notevoli vantaggi rispetto alla cartografia tradizionale. I principali sono riportati nella tabella 2.

Tab. 1 - Confronto fra caratteristiche delle rappresentazioni raster e vettoriale.

	vettoriale	raster
inserimento dati	lento	rapido
occupazione memoria	contenuta	elevata
rappresentazione grafica	ottima	ridondanza dati
topologia	esplicita	dipende da risoluzione
conversioni proiezione	semplici	difficilmente rappresentabile
struttura dati	complessa	complesse
accuratezza geometrica	buona	semplice
analisi di rete	agevoli	dipende da risoluzione
analisi di aree e sovrapposizioni	complesse	complesse
costo	tecnica costosa	semplici
		tecnica poco costosa
<i>conversione di dati fra formati possibile ma con perdita di accuratezza</i>		

Tab. 2 - Vantaggi dei GIS rispetto alla cartografia tradizionale.

Riproducibilità infinita delle carte con qualsiasi tematismo, compatibilmente con le informazioni inserite nel GIS, senza le imprecisioni che si introducevano lavorando sulle fotocopie delle carte tecniche, inevitabilmente deformate.

Indeformabilità dei supporti informatici nel tempo.

Risparmio di spazio (la cartografia di base del Trentino raster + vettoriale può stare su 2 CD).

Economicità (una volta a regime).

Velocità di riproduzione delle carte con vari tematismi.

Flessibilità: indipendenza dalle tavole ufficiali per l'estensione dell'area, per la scelta dei layers e per la scala.

Velocità di elaborazione e di estrazione di dati, singoli o aggregati.

Possibilità di:

- rappresentare flussi o tematismi in maniera dinamica contro la staticità delle carte tradizionali;
- limitare la stampa al necessario;
- rappresentare ed effettuare calcoli in 3D;
- integrare fotoaeree e remote sensing;
- realizzare carte mirate ai bisogni specifici degli utilizzatori;
- realizzare carte anche in assenza di personale specializzato;
- realizzare prove di rappresentazione degli stessi dati in forma grafica differente.

Gli sforzi principali dei programmatori si indirizzarono verso l'arricchimento delle funzioni dei GIS, il miglioramento dei motori data base e la rappresentazione geometrica e topologica degli oggetti. Si cercò inoltre di sviluppare delle interfacce sempre più facili da usare.

Da parte degli utilizzatori invece, così per i privati come per gli enti pubblici, nella prima fase di strutturazione dei GIS gli sforzi principali, che hanno inevitabilmente assorbito la maggior parte del tempo e delle energie, sono stati quelli di portare avanti l'organizzazione dei sistemi e la formazione del personale, realizzare la raccolta e l'aggiornamento dei dati e la digitalizzazione delle carte topografiche di base e delle carte tematiche principali. È ovvio infatti che i GIS sono strumenti che funzionano solo se si hanno dei dati sui quali lavorare.

Già alla fine degli anni '80 secondo Tveitdal e Hesjedal (1989) attraverso l'analisi dei costi applicata all'introduzione della tecnologia GIS nei paesi scandinavi si era evidenziato che, a fronte di investimenti iniziali molto ingenti in un tempo relativamente breve il beneficio si riscontrava tanto più velocemente quanto più rapidamente si effettuavano le seguenti operazioni:

- scelta di una corretta organizzazione del sistema (hardware, personale, dati, coor-

dinamento)

- conversione dei dati da analogici a digitali effettuata rapidamente
- creazione celere di almeno un data base completo per almeno un tema od una applicazione.

Bisogna sottolineare che la trasformazione dei dati dal formato analogico a quello digitale ha avuto un significato estremamente importante, in quanto non si è trattato di un semplice trasferimento di dati da un formato all'altro ma ha comportato una profonda riorganizzazione e riconsiderazione dei dati originari. Tra l'altro la struttura abbastanza rigida dei primi motori data base imponeva che i dati fossero estremamente ben strutturati per poterli trattare e gestire adeguatamente.

Da parte delle Istituzioni di ricerca, oltre a cercare di dotarsi di strumenti GIS efficienti si è cercato di esplorare le possibilità di integrazione con nuovi strumenti di supporto alle decisioni (CIOLLI, FERRETTI, 1993).

Da parte sia degli enti di ricerca che dei privati era comunque piuttosto difficile orientarsi nella scelta di un GIS. Innanzi tutto, non era molto chiaro quali dovessero essere le funzioni di un GIS. Proviamo perciò a darne un quadro nello schema riportato in figura 2.

Rispetto allo schema presentato che è

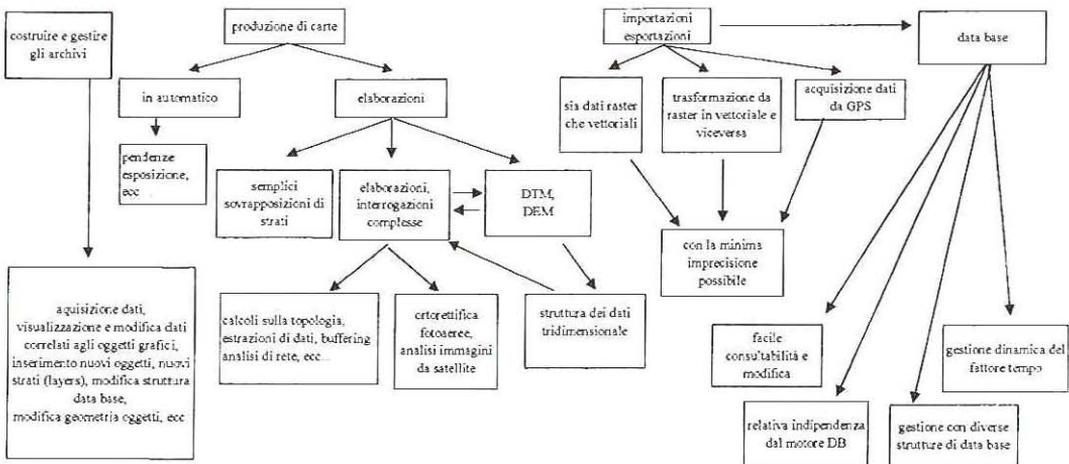


Fig. 2 - Funzionalità ideali di un GIS.

una sorta di ideale verso il quale tendere, i singoli prodotti possono avere caratteristiche molto diverse.

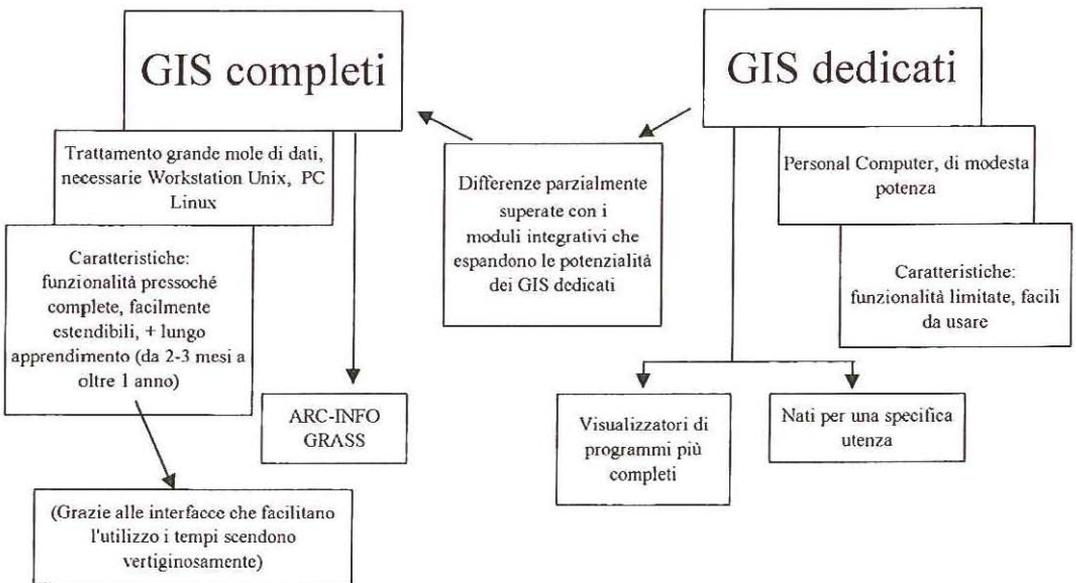
Tra la fine degli anni '80 e l'inizio dei '90 vi è stato un fiorire di prodotti software che venivano venduti come GIS. Negli USA già nel 1990 si identificarono più di 50 ditte che dichiaravano di distribuire prodotti GIS che funzionavano su personal computer (DANGERMOND, 1991). Tra questi prodotti si possono identificare due grandi famiglie di software, i GIS che potremmo definire "completi" e quelli che invece potremmo chiamare "dedicati" che spesso si identificano nei Desktop Mapper. I GIS "completi" necessitano di macchine potenti e sistemi operativi estremamente affidabili, Workstation Unix o PC Linux e rispetto allo schema ideale sopra presentato presentano funzionalità complete o pressoché complete; sono in grado di trattare anche una grossa mole di dati, in genere si tratta però di strumenti che necessitano di un tempo di apprendimento abbastanza lungo.

Quelli "dedicati" funzionano anche su

macchine di modesta potenza, sono nati per specifiche utenze o come visualizzatori di elaborazioni di programmi più complessi, trattano una mole di dati più piccola dei "completi", sono piuttosto semplici da utilizzare ma sono in grado di svolgere una quantità limitata di funzioni e necessitano di moduli aggiuntivi (quando questi sono disponibili) per svolgere operazioni non previste nelle loro versioni base.

I primi utilizzatori, inevitabilmente inesperti, cercavano prodotti "user friendly" dal costo abbordabile ed efficienti per fare operazioni abbastanza semplici. Data la discreta vastità dell'offerta ogni utente poteva identificare sul mercato un GIS che faceva al caso proprio, tuttavia alcuni software che venivano venduti come GIS presentavano in realtà grossi limiti e problemi che spesso hanno deluso e frustrato i primi acquirenti di questi prodotti, i quali si aspettavano di poter ottenere molto di più da questi strumenti di quello che in realtà riuscivano a produrre (CIOLLI, 1996).

Inoltre non era infrequente, nelle prime



12 Fig. 3 - Schema di classificazione dei GIS.

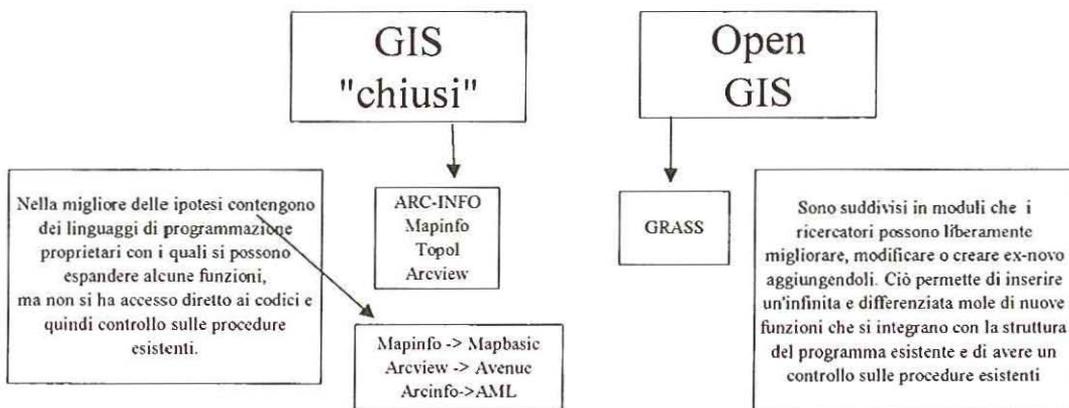


Fig. 4 - Open GIS e GIS "chiusi".

versioni di più di uno dei software GIS commerciali dal prezzo anche impegnativo, riscontrare gravi problemi nella stampa finale delle carte, con ovvia delusione da parte degli utilizzatori. Queste difficoltà hanno da un lato rallentato e scoraggiato la diffusione dei GIS, e dall'altro hanno contribuito alla nascita e soprattutto alla diffusione dei progetti open-GIS. Negli open-GIS, un certo software GIS viene portato avanti grazie alla libera collaborazione di ricercatori e programmatori che scrivono e testano il programma.

L'avvento di Internet, migliorando e velocizzando la capacità di comunicazione a distanza fra persone e strutture di ricerca ha accelerato il fiorire ed il diffondersi di questo tipo di progetti.

Uno dei più noti tra gli open-GIS è senza dubbio il progetto GRASS GIS, che ha dato vita ad uno dei più completi e versatili GIS attualmente disponibili scaricabile gratuitamente (è un software "public domain") tramite la rete internet. Questo software è in continua evoluzione ed il fatto che i programmatori che lo sviluppano siano le stesse persone che lo utilizzano (anche se si può essere utilizzatori senza essere programmatori) rende questo strumento assai più versatile della maggior parte degli altri sistemi informativi sviluppati da programmatori che non possono avere sempre presenti le esigenze degli utenti del software.

Bisogna inoltre sottolineare che la notevole concorrenza che si è instaurata fra i prodotti commerciali e GIS "public domain" ha dato un ulteriore impulso alla velocità di sviluppo qualitativo dei software.

Fino alla seconda metà degli anni '90 il costo delle attrezzature hardware (workstation, PC, plotter) era piuttosto elevato, scoraggiandone l'acquisto da parte di privati e degli enti di ricerca a corto di fondi. Negli ultimi anni il prezzo di tali attrezzature è calato vertiginosamente, mentre la potenza di calcolo dei computer e l'affidabilità e la qualità di stampa delle stampanti e dei plotter sono incrementate.

I GIS oggi.

Alla fine degli anni '80 i fattori limitanti lo sviluppo di elaborazioni e di lavori con GIS erano: il software normalmente insufficiente o poco affidabile o troppo costoso e complesso da usare, l'hardware poco efficace o troppo costoso, l'assenza di dati digitalizzati su cui lavorare, il livello di preparazione del personale. Alla fine degli anni '90 disponiamo di workstation, PC, plotter e stampanti potenti a prezzi accessibili a tutti, di software evoluti ed in tutte le fasce di prezzo da gratuito a costoso; una cospicua quantità di dati di vario tipo è sta-

ta digitalizzata, mentre nel mondo del lavoro vi è un certo numero di persone che si sono costruite la propria esperienza e professionalità nel tempo.

Tuttavia si possono individuare ancora due grossi ostacoli:

- il livello della formazione, che per i giovani è ancora insufficiente e contribuisce all'inerzia con la quale alcune organizzazioni acquisiscono le nuove tecniche;
- la disponibilità dei dati, che anche quando esistono non sono sempre raggiungibili.

Attualmente il mondo GIS è in grande fermento non solo nel settore pubblico ma anche nel privato, ne è una dimostrazione il successo che incontrano i corsi, sia brevi di tipo seminariale che triennale di diploma, che le Università hanno attivato e stanno attivando nei vari atenei d'Italia ed i vari stage di approfondimento sul tema offerti sia dalle Università stesse che da enti ed associazioni privati.

Bisogna sottolineare che, sia per i privati che per gli operatori degli enti pubblici, migliorare la propria formazione permetterebbe:

- di utilizzare meglio i GIS in prima persona;
- di sapere cosa si può chiedere ad un GIS;
- di essere più accorti nella scelta di un GIS al momento dell'acquisto scegliendo il prodotto più adatto alle proprie esigenze.

A proposito della disponibilità dei dati, secondo Biallo (1999), in Italia si hanno poche notizie sulle banche dati esistenti, il che porta ad inutili duplicazioni di lavori, mentre le banche dati conosciute mancano spesso di una adeguata descrizione (metadati) sia del contenuto informativo che della qualità delle banche dati stesse. I metadati non sono altro che dei dati che descrivono altri dati, un esempio interessante in tal senso si trova nel sito Internet di Mondogis: <http://www.mondogis.it/metadati/framecompleto.html>.

I prezzi ai quali vengono offerte le informazioni poi, sono in genere fuori mercato. Questo è particolarmente vero per i dati dell'IGM, mentre per le singole regioni e provincie la situazione è assai più eterogenea, si va dal prezzo "politico" a quello a Mb (BIALLO, op. cit.). In questo senso il prezzo dei CD nei quali è raccolta la carto-

grafia provinciale Trentina si può ritenere abbastanza contenuto.

Negli enti pubblici preposti alla gestione del territorio, superata la prima fase di creazione ed organizzazione del servizio GIS a carico di uno o più uffici centrali e l'acquisizione e realizzazione delle banche dati che ha necessariamente richiesto alcuni anni, si può pensare a migliorare la fruibilità di questi strumenti da parte dei vari servizi di settore attraverso la creazione di reti interne che ne ottimizzano l'utilizzo (CIOLLI, 1996) ed a distribuire i dati agli enti ed ai privati tramite forme ufficiali. Nel caso di alcune regioni come l'Emilia-Romagna si è scelto di rendere disponibili alcuni tematismi della cartografia via Internet (<http://www.regione.emilia-romagna.it/cartoreper/defaulta.htm>).

Dopo aver mostrato un quadro dello stato dell'arte, è opportuno individuare schematicamente una serie di obiettivi che enti pubblici, programmatori e sviluppatori di software GIS, università ed enti di ricerca dovrebbero porsi per poter migliorare l'efficacia, la fruibilità di questi strumenti.

Tra gli obiettivi che gli enti pubblici con strumenti GIS operativi dovrebbero porsi vi sono:

1. Rendere meglio visibili le informazioni circa la disponibilità dei dati con metadati (AIPA, 1996).
2. Migliorare la disponibilità e la visibilità dei dati presenti nei GIS ai vari uffici di settore in modo che questi abbiano accesso ai dati direttamente senza passare per un ufficio centrale GIS mantenendo però il principio dell'univocità delle banche dati (CIOLLI, 1996). In tal senso si potrebbe pensare anche all'utilizzazione di Data Viewer (FIDUCCIA, 1999).
3. Verifica e miglioramento della qualità dei dati digitalizzati sia per ciò che riguarda i singoli tematismi che per ciò che concerne le basi topografiche (CUMER, 1998) con integrazione ed acquisizione di nuove tecnologie (per es. DTM effettuati con scansione laser da aereo).
4. Passaggio ad una gestione dei dati che permetta anche l'accesso tramite rete Internet.

5. Uniformare le politiche di distribuzione dei dati dal punto di vista dei prezzi e della disponibilità di formati (CRESCENZI, 1998).

Tra gli obiettivi che i programmatori e gli sviluppatori di software GIS dovrebbero porsi in termini futuribili:

1. Rappresentazione di una vera terza dimensione (topologia tridimensionale) che non è ancora ad un livello soddisfacente.
2. Integrazione dinamica dell'elemento tempo, che appare ancora la parte più debole dei GIS.
3. Migliorare ulteriormente compatibilità, interscambiabilità dati fra GIS diversi.
4. Sviluppare l'interoperabilità dei formati.
5. Miglioramenti dell'interfaccia e della consultabilità dei Data Base tipo SQL.
6. Ampliare e approfondire la rosa di applicazioni ambientali.
7. Maggior chiarezza sugli algoritmi di calcolo utilizzati.

Tra gli obiettivi che università ed enti di ricerca dovrebbero porsi in termini futuribili:

1. Miglioramento qualitativo e quantitativo della formazione sui GIS che ha senza ombra di dubbio ricadute positive sia sul

settore pubblico che privato.

2. Maggior chiarezza nei risultati prodotti dai lavori di ricerca, rendendoli comprensibili agli utenti (si sottolinea da un lato l'importanza del supporto del tecnico forestale e ambientale ai tecnici dei GIS, e dall'altro l'importanza che il tecnico forestale abbia le basi per comprendere le elaborazioni GIS).
3. Esplorazione delle possibilità di elaborazione di dati esistenti tramite varie tecniche di analisi per trarre nuove informazioni, un esempio può essere il confronto diacronico di foto aeree di varie annate per l'individuazione delle aree di pascolo abbandonato reinvasate da foresta tramite analisi automatica (CIOLLI, ZATTELLI, 1999).
4. Migliorare la comunicazione fra enti per cercare di limitare la duplicazione dei lavori.
5. Rendere disponibili in Internet i prodotti del proprio lavoro in maniera trasparente in modo da potersi confrontare.

dott. Marco Ciolli

borsista post-dottorato presso il
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
Università di Trento, via Mesiano 77, 38050 Trento
e-mail Marco.Ciolli@ing.unitn.it

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- AAVV, 1994 - *Sistemi Informativi Geografici*. Suppl. a Mondo Autocad, 5.
- AAVV, 1998 - *Rivista Italiana di Telerilevamento*, 12.
- AIPA, 1996 - *Sistema di comunicazione dei dati territoriali*. Suppl. al n. 4/96 di Informazioni, 29 pp.
- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, 1960 - *Manual of aerial photo interpretation*. Washington D.C.
- BIALLO G., 1999 - *GeoMetaDati: qualità, disponibilità e diffusione dei dati geografici*. Mondogis, 16.
- BURROUGH P. A., 1990 - *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Clarendon Press, Oxford.
- CIOLLI M., 1996 - *Ipotesi di struttura ideale di un GIS per un Ufficio Assesamento*. Dendronatura 2: 83-87.
- CIOLLI M., FERRETTI F., 1993 - *Primi approcci nell'applicazione di un GIS e nella sua integrazione con database e sistemi esperti per la costituzione di un sistema di supporto alle decisioni per il tecnico forestale*. Atti del convegno: Ricerca ed esperienze nella pianificazione multifunzionale del bosco (UNIF), Brasimone 23-24 novembre 1993.
- CIOLLI M., MASCARELL PAVIA B., SGUIERSO D., ZATELLI P., 1999 - *Valutazione per via fotogrammetrica e GIS della copertura forestale*. Accettato per la 3a Conferenza nazionale delle Associazioni Scientifiche per le informazioni Territoriali ed Ambientali, Napoli 9 novembre, 1999.
- CIOLLI M., SBOARINA C., ZATELLI P., 1999 - *Valutazione del rischio da incendio utilizzando le capacità di analisi dei GIS*. Accettato per la 3a Conferenza nazionale delle Associazioni Scientifiche per le informazioni Territoriali ed Ambientali, Napoli 9 novembre, 1999.
- CIOLLI M., TABARELLI S., ZATELLI P., 1997 - *La valutazione delle aree forestali potenzialmente soggette a fenomeni valanghivi tramite un SIT*. Atti della 1ª conferenza nazionale delle Associazioni Scientifiche per le informazioni Territoriali ed Ambientali, Ente Fiere di Parma 30 settembre - 3 ottobre, 284-287.
- CIOLLI M., TABARELLI S., ZATELLI P., 1998 - *3D spatial data integration for avalanche risk management*. International symposium on "GIS - Between Visions and Applications" September 7-10 Stuttgart, Germany.
- CIOLLI M., ZATELLI P., 1999 - *Automatic forest area recognition using GIS image analysis capability*. Atti del Convegno Mariano Cunietti Memorial Meeting, Parma, 16-19 febbraio 1999.
- CRESCENZI F., 1998 - *I Sistemi Informativi Geografici nella Statistica Ufficiale Italiana ed Europea. Le realizzazioni e le nuove prospettive*. Mondogis, 12.
- CUMER A., 1998 - *Informazioni territoriali in Italia: luci ed ombre*. Mondogis, 12.
- DANGERMOND J., 1991 - *Where is the technology leading us? GIS Applications in Natural Resources*, 11-16.
- FAO, 1976 - *A framework for land evaluation*. Soils. Bulletin n. 32, FAO Rome and International Institution for Land Reclamation and Improvement. Publication n. 22.
- FIDUCCIA A. 1999 - *Nuovi strumenti per la diffusione dell'informazione geografica: i GIS Data Viewer*. Mondogis, 16.
- JACOBELLI P., FIDUCCIA A., GERACE M., 1999 - *Interoperabilità dei sistemi e dell'informazione geografica: il punto di vista del pianificatore territoriale*. Mondogis, 15.
- MUSSIO L., FORLANI G., CROSILLA F., 1996 - *Data acquisition and analysis for multimedia GIS*. Springer-Verlag Wien New York.
- NETELER M., 1999 - *Comunicazioni personali*. Attuale coordinatore ufficiale del progetto di sviluppo di GRASS GIS.
- PEVERIERI G. 1995 - *GIS, Strumenti per la gestione del territorio*. Ed. Il Rostro, Milano.
- SULLIVAN SHELLEY A., MILLER CHRISTOPHER R., 1991 - *GIS Training and Education - The Need for a New Approach*. GIS Applications in Natural Resources, 65-70.
- TVEITDAL S., HESJEDAL O., 1989 - *GIS in the Nordic Countries*. GIS Applications in Natural Resources, 75-81.

Riassunto

I GIS sono strumenti ormai entrati nell'uso comune non solo nell'ambito della ricerca o degli uffici pubblici che si occupano di gestione e pianificazione del territorio ma anche nell'ambito del lavoro professionale. Dalla comparsa dei GIS ad oggi, vi è stata una notevole evoluzione sia in termini di capacità di calcolo e di analisi territoriale, sia nella varietà dell'offerta di sistemi differenti per prezzo, prestazioni e bacini di utenza. Nonostante sia reperibile una grande quantità di informazioni sui GIS, al di fuori dell'ambiente degli operatori del settore vi è una diffusa disinformazione sulle reali caratteristiche di questi strumenti e sulle loro potenzialità. Questo lavoro si propone di chiarire alcuni concetti base circa questi strumenti ripercorrendone in breve la genesi in maniera critica e dando un quadro per quanto possibile completo sullo stato dell'arte e sulle prospettive di sviluppo e di utilizzo, sia per le istituzioni di ricerca, sia per gli enti pubblici, sia per i privati.

Summary

The purpose of this work is to introduce the reader to the GIS world. GIS are used all over the world by public institutions for land planning and management, by research institutions to improve their results and by professionals. A genesis of GIS from the beginning to the present days is presented. The evolution of GIS is described emphasizing the critical nodes of their progression. An overview of the present situation of GIS world is described: systems features, data availability, medium instruction level of the personnel. The future development of GIS are outlined underlining some key points which must be improved.