

Presentazione a cura del Dott. Maurizio Napolitano

G.I.S.: Geographical Information Systems

Solitamente, per spiegare di cosa si occupa un sistema G.I.S. è sufficiente sciogliere l'acronimo e tradurre quel *Geographical Information Systems* con un "Sistemi informativi territoriali". Non sempre però questo basta a soddisfare le esigenze di chi l'informatica non la conosce abbastanza, pertanto si cerca di scendere su definizioni più semplici e, se vogliamo, anche troppo banali. Una di queste può essere "cartografia elettronica", che fa inorridire gli addetti ai lavori, ma che può essere un buon punto di partenza per questo articolo di introduzione ai GIS per i profani.

Con il termine "cartografia" ci si avvicina ad uno scenario collettivo abbastanza ragionevole; le associazioni mentali possibili che si fanno con questo termine sono: mappa, latitudine, longitudine e proiezioni. In effetti un qualsiasi software catalogabile sotto la voce "GIS" soddisfa sempre questi requisiti. Pertanto, visto che questa tecnologia si occupa di rappresentare in formato elettronico la Terra, le problematiche che si aprono sono quelle legate alle proiezioni e ai sistemi di riferimento. Problemi non banali spesso dimenticati dall'utente *consumer* di una applicazione GIS, dove il sistema di proiezione (es. Mercatore Traversa) e il sistema di riferimento (es. Gauss-Boaga) vengono dati per scontati. Come esempio basta pensare all'enorme quantità di software, sia *desktop* che Web, che permettono di progettare un viaggio dando informazioni sui chilometri percorsi, il consumo medio di carburante, la segnalazione di punti di interesse, ecc.

In questo caso ci troviamo sempre davanti ad applicazioni GIS dove il sistema di proiezione scelto è quello bidimensionale e il sistema di riferimento è espresso in unità decimali piuttosto che in gradi (come lo sono latitudine e longitudine). I sistemi di riferimenti decimali partono sempre da un punto di riferimento di cui si conoscono le relative coordinate geografiche su cui poi costruire un ipotetico reticolo per calcolare le distanze espresse in metri o miglia. Diversi sono i software che si occupano di passare da un formato di



Dal 1999 lavora presso l'ITC-irst (Istituto di Trentino di Cultura - Istituto Ricerca Scientifica e Tecnologica) occupandosi di tecnologie GIS applicate alla ricerca della divisione SRA (Sistemi di Ragionamento Automatico).

riferimento ad un altro. Molto interessante sottolineare che questa problematica non si applica solo alle rappresentazioni della Terra, ma anche in planetologia, dove è necessario costruire un sistema di riferimento rispetto al Sole o alla Terra. La prima utilità che si percepisce dalla rappresentazione di dati cartografici in formato elettronico è quella della elaborazione, in tempo reale, di mappe. Mappe che possono inquadrare velocemente zone precise di territorio a distanze diverse, o che possono essere interrogate attraverso ricerche testuali, o che possono fornire informazioni su attributi non geografici ma comunque presenti sul territorio (es. le mappe tematiche). Elaborazioni che possono essere semplici o complesse in base alle esigenze dell'utente, ma comunque necessitano di dati spesso difficili da reperire. La tipologia di dati si distingue in due categorie: dati vettoriali e dati *raster*. I primi sono dati di tipo discreto, i secondi di tipo continuo. Piuttosto che lanciarsi in spiegazioni tecniche prolisse, riprendiamo il concetto di "cartografia elettronica" e pensiamo ad una mappa. Tutto ciò che vi è rappresentato è ben distinguibile a vista: alcune linee rappresentano dei fiumi, altre rappresentano delle strade; alcuni poligoni rappresentano dei laghi, altri dei confini regionali; alcuni punti rappresentano delle città, altri degli aeroporti, ecc. Ognuna delle singole geometrie rappresentata può essere messa sotto una precisa categoria. Utilizzando il linguaggio degli esperti GIS diremmo "i fiumi rappresentati sulla mappa sono il vettoriale del reticolo fluviale". Pertanto, un dato vettoriale non è altro che un insieme di geometrie che rappresentano degli elementi identificabili sul territorio di cui si conoscono le coordinate secondo il sistema di riferimento utilizzato. Questa definizione però non è del tutto sufficiente in quanto manca ancora un aspetto importante: gli attributi di una singola geometria. Avere su una mappa un punto senza alcuna altra informazione associata non è sufficiente per capire cosa rappresenta. D'altronde, quando si parla di GIS, si parla di un sistema informativo, di un *database*, la cui capacità non è solo quella di contenere informazioni di tipo alfanumerico ma anche di tipo geometrico relazionate fra loro. Questa è una delle caratteristiche che permette la creazione di mappe tematiche e la possibilità di unione delle informazioni con



altre tabelle. Un esempio concreto sono le informazioni catastali: attraverso le geometrie è possibile individuare precise zone di territorio e avere informazioni sulla proprietà e la tipologia di terreno (edificabile, agricolo, ecc.). Oltre alle informazioni di tipo alfanumerico è possibile poi fare calcoli sulle relazioni spaziali, ottenendo quindi informazioni come: la distanza fra due punti, la superficie coperta da un poligono, la sovrapposizione fra due geometrie, ecc.

Funzionalità che, da qualche anno, hanno cominciato anche ad interessare i *database server*, tanto da arrivare alla creazione di estensioni *spatial sql*, dove, non solo è possibile archiviare dati vettoriali, ma anche utilizzare *query sql* appositamente studiate per ottenere informazioni sulle relazioni spaziali.

Come precedentemente visto, non esistono solo i dati vettoriali ma anche quelli *raster*. Cercando anche in questo caso di semplificare, si potrebbero ridurre i dati *raster* alle foto aeree o satellitare, opportunamente ortorettificate (operazione necessaria per eliminare i difetti di distorsione dovuti alla “sfericità” della Terra). Immagini a cui sono associate le coordinate del sistema di riferimento rappresentato. Solitamente ogni tipo di dato viene definito più genericamente *layer* (livello); questo perché è possibile sovrapporre fra loro i vari temi (operazione di *overlay*). Introducendo la tipologia di dati si è detto che quelli *raster* sono di tipo continuo. Volendo cercare di applicare questa ultima affermazione alle foto aeree, diviene facile intuire quale possa essere la definizione più precisa di dato *raster*.

Se si tratta di dati continui, si sta parlando di dati che ricoprono totalmente una superficie, e questo è rappresentato proprio dall’insieme dei pixel di una foto aerea. Di ogni punto presente sull’immagine è possibile conoscerne la relativa coordinata geografica. Pertanto, oltre alle foto aeree, e qualsiasi altro tipo di immagine georeferenziale (ossia di cui è possibile conoscere le coordinate geografiche) come lo sono le carte tecniche, rientra nella definizione di *raster* qualsiasi matrice di dati che rappresenta un territorio. È questo l’esempio dei modelli digitali del terreno: file contenenti grandi quantità di numeri che non fanno altro che informare le coordinate X,Y e Z (l’altitudine) di un insieme di celle.

Questo ci permette di spostare lo scenario fino ad ora presentato a due dimensioni, verso uno scenario a tre dimensioni. Le analisi su spazi tridimensionali non solo offrono l'affascinante possibilità di creazione di paesaggi virtuali simili a quelli reali, ma anche complesse analisi di telerilevamento ad uso geologico, meteorologico, spaziale, ecc. In sintesi, le potenzialità offerte dai sistemi GIS sono moltissime e le competenze richieste possono piazzarsi a vari livelli. L'interesse verso questa tecnologia è cresciuto al punto tale che in Italia sono nati anche corsi di laurea in Sistemi Informativi Territoriali (a Venezia e Palermo). Si spera che il forte interesse del momento porti verso una divulgazione sempre più libera dei dati disponibili anche in Italia. Purtroppo, rispetto ad altri stati (USA in testa), i dati prodotti dagli uffici pubblici di competenza non sono facilmente disponibili e i loro costi sono spesso molto onerosi. Molto probabilmente una base di dati liberamente utilizzabile permetterebbe un incremento di queste tecnologie anche in Italia, dove esse potrebbero andare a velocizzare enormemente non solo il lavoro della Pubblica Amministrazione, ma anche di molte aziende.

Intervista a Alessandro Frigeri

In tutte le missioni interplanetarie viene innanzitutto definito lo scopo principale della missione: del caso di Mars Express l'obiettivo principale è quello di verificare la presenza di acqua su Marte. Ognuno dei sette esperimenti a bordo della sonda rileva dati che possano contribuire al raggiungimento dello scopo della missione.

Ogni esperimento ha il proprio team scientifico, formato da scienziati di diverse discipline che si occupano della progettazione, collaudo, operazione, ricezione ed interpretazione dei dati.

La mia esperienza risiede all'interno del team scientifico del *Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding* (MARSIS), il cui responsabile è il Prof. Picardi, del Dipartimento INFOCOM, Università "La Sapienza" di Roma. L'Università di Perugia, di cui faccio parte in qualità di studente di dottorato, è stata chiamata per lo studio di particolari problemi riguardanti la gestione di dati di Marte.

A cosa è servito il GIS nel progetto Mars Express?

Come nei suoi impieghi "terrestri", il GIS (che in questo caso sarebbe più corretto chiamare *Areographic Information System*) serve per l'archiviazione, l'analisi e l'estrazione di dati associati ad una propria posizione nello spazio. All'interno delle missioni interplanetarie questi sistemi sono utili in diverse fasi: nella fase di progettazione e collaudo dello strumento, nella fase di pianificazione delle orbite e decisione di zone di studio di particolare interesse, permettendo l'analisi di dati di missioni precedenti all'interno dello stesso sistema.

Quale metodo ha utilizzato per rimappare il sistema di coordinate?

La spiccata multidisciplinarietà dell'ambiente di lavoro,



Studente di dottorato in Scienze della Terra, Università degli Studi di Perugia. Laureato in Scienze Geologiche. Dopo la laurea ha seguito corsi specializzati in Geodinamica, Geologia Strutturale ed un corso di Calcolo Parallelo presso il CINECA. Partecipa all'attività del team scientifico dello strumento MARSIS a bordo della sonda Mars Express in qualità di *Designated Scientist* per l'analisi dati.

unita alla necessità di avere il controllo completo dei sistemi informatici utilizzati, mi ha portato ad utilizzare esclusivamente Software Libero (software la cui licenza è compatibile con la *General Public License* del progetto GNU) a partire dal sistema operativo delle *workstation* utilizzate (GNU/Linux) fino ai programmi di analisi. In particolare il progetto *Geographic Resources Analysis Support System* (GRASS) è stato utilizzato come sistema principale per la gestione e l'analisi dei dati provenienti da precedenti missioni. La libertà di utilizzo, distribuzione, studio e modifica fornita dalla licenza GPL permette di adattare il software alle esigenze specifiche dello studio di Marte, per cui le figure ellissoidali ed i sistemi di coordinate di Marte (ne esistono due "ufficiali") vengono incluse direttamente nel programma quando necessario.

Su quali dati ha lavorato e che problemi ha avuto nella conversione?

I dati utilizzati dal mio gruppo di ricerca sono stati essenzialmente dati altimetrici, immagini al visibile ed all'infrarosso, provenienti rispettivamente dalle missioni *Mars Global Surveyor* (NASA) e *Mars Odyssey* (NASA). I dati vengono importati direttamente in GRASS nel formato *Planetary Data System* (PDS). L'utilizzo di un formato noto e documentato come il PDS è di vitale importanza, visto il valore scientifico dei dati immagazzinati.

Mentre all'inizio del lavoro il problema poteva essere la conversione di dati, l'utilizzo di GRASS ha spostato l'attenzione su di un altro problema: evitare di convertire i dati, importandoli nel loro formato originale. Una volta importati i dati, GRASS ha mostrato le sue ottime funzionalità nella fase di riproiezione dei dati. Ciò ha permesso uno studio comparato di dati eterogenei provenienti da diverse missioni.



Quali strumenti ha utilizzato e per quale motivo?

La decisione di utilizzare sistemi informatici liberi ha dato una nuova spinta al processo di ricerca. La libertà di utilizzo del software ha permesso di verificare le potenzialità di ogni singolo progetto; la libertà di distribuzione ha permesso di poter utilizzare tali sistemi sia per la ricerca sia nella didattica permettendo a studenti di utilizzare lo stesso sistema, ad esempio, per la loro tesi; la libertà di studio ha permesso di verificare come gli algoritmi interni del software sono stati implementati; infine, la libertà di modifica ha permesso di implementare particolari accorgimenti per adattare al proprio scopo sistemi potenzialmente utili. Il fatto che diverse importanti istituzioni di ricerca ed industrie nel mondo utilizzino GRASS e contribuiscano al suo sviluppo, rende questo sistema ogni giorno migliore.

Quali sviluppi futuri prevede?

Innanzitutto di migliorare i sistemi finora sviluppati. Per quanto riguarda l'esperimento MARSIS, continuerò a contribuire, per quanto mi compete, al lavoro del team scientifico del Prof. Picardi. Ad aprile l'antenna del radar verrà estesa, ed inizieranno ad arrivare i primi dati del sottosuolo di Marte. Pochi giorni fa la NASA ha sottoposto la revisione della *Nasa Open Source Agreement* alla *Open Source Initiative* per essere approvata. Ciò faciliterà lo sviluppo collaborativo di sistemi informatici di supporto alle missioni spaziali. Con il termine del mio dottorato di ricerca spero di fornire al GIS GRASS le funzionalità base per il suo utilizzo in planetologia, e di fornire così una base per sviluppi futuri che potranno essere apportati da altri ricercatori o da parte di industrie ed agenzie.


AREA GIS
Intervista a Bernhard Reiter
FreeGIS - <http://freegis.org/about.en.html>
How and why was the FreeGIS project born?

We wanted to provide an overview of the available Free Software for GIS.

In 1999 my colleagues, Frank Koormann and Dr. Jan-Oliver Wagner, and me were researchers at the Institute of Environmental Systems Research Institute (<http://www.usf.uni-osnabrueck.de/usf/index.en.html>). We worked with GIS and geographical data for several years then and permanently fought with unsatisfactory proprietary tools. Even more problematic for Europe was the availability of geographical data. All over the Internet we did not find a single site dedicated to freedom concerning GIS and geographical data. Well, so we created one. In October 1999 we founded a Free Software company called Intevation (www.intevation.net). Among other things, Intevation was one of the first companies offering service for Free GIS Software. We kept on maintaining the FreeGIS side on company time since then. Free Software is about the freedom of the users and we have always wanted to be honest with our fellow researchers, users and customers.

How can the FreeGIS be applied to the fields of Business and Public Administration, and in which other fields can it be applied?

The number of applications for Free Software in geographical data processing is endless. Basically all GIS needs could be satisfied using Free Software. Some components already are widely deployed and other would still need to be developed. There is a lot of diversity. The FreeGIS website only provides an overview about the components.

Depending on your needs and expertise, you can download the software yourself, ask a friend or even



He has over 15 years of experience with Free Software. In 1998 he earned a Diplom in Applied Systems Science from the University of Osnabrück and went to the USA in 1999 as a research assistant. He is co-founder and one of the managing directors of Intevation GmbH, a pioneer Free Software company in Germany. Since 2001 he is coordinator for the Free Software Foundation Europe in Germany.



contract with professionals to teach you, or create a complete solution. In addition to uses for business and public administrations, there are private users, education and research. GIS can be applied almost anywhere, as 80% of all data is estimated to have a spatial component.

Which developments or possible applications do you see in the future?

The trend towards Free Software will hit the GIS market. Research and education might discover FreeGIS first, but business will follow. Especially when utilizing the new standards of the Open GIS Consortium for web mapping, databases or data transport formats. Free GIS implementations are leading this field.

Are there similar projects? What can FreeGIS give more than the others projects?

As far as the overview about Free Software for geographic processing goes, I believe www.freegis.org is unique. You will find other initiatives in our link collection. FreeGIS is focused and more complete. In addition, we have a lot of experience in evaluating projects regarding their licensing status. If you find other sites about the topic or unlisted projects, let us know...

Which are the advantages and disadvantages of using FreeGIS?

Using Free Software in GIS will give you the same principal advantages as in other fields. The freedoms you and society get when using the software are very important. Software has become a cultural asset. Secondly, studies report a significant low cost of operation for IT in the mid term when running Free Software.


AREA GIS
Intervista a Markus Neteler
How was the “GRASS“ system born? Which kind of application is it?

Geographic Resources Analysis Support System, commonly referred to as GRASS GIS, is a Geographic Information System (GIS) used for data management, image processing, maps and graphics production, spatial modelling, and visualization of many types of data. It is a Free (Libre) Software/Open Source released under GNU General Public License (GPL). Originally developed by the U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories (USA-CERL, 1982-1995), a branch of the US Army Corp of Engineers, as a tool for land management and environmental planning by the military, GRASS has evolved into a powerful GIS utility.

The GRASS Development Team has grown into a multinational team consisting of developers at numerous locations. The main site is located since 2001 in Italy at ITC-irst (Trento).

How can this project can be applied to the fields of business and Public Administration? And in which other fields can it be applied?

GRASS is used in a wide range of applications in many different areas of scientific research. GRASS is currently used in academic and commercial settings around the world, as well as many governmental agencies. As it is a software tool, the use of GRASS is usually not publically advertised. But from the web download statistics, the user meetings, and the mailing lists, we know at least partially who is using this software.



Markus Neteler is researcher at ITC-irst, Trento, Italy since 2001. In 1999 he received his MSc degree in Physical Geography and Landscape Ecology, working as Research Scientist and teaching associate for two years at the University of Hanover in Germany. His main research interest is remote sensing for environmental risk assessment and Free Software GIS development.



for stabilizing and optimizing the code in terms of raster data processing and projection support. On the other hand, a completely new 2D/3D vector engine with integrated SQL database engine has been developed. This part is still under development but close to become stable in the near future. Since also vector networking is now supported, a new wide range of applications becomes possible. Either traffic or business applications can be performed in GRASS now.

Which developments or possible applications do you see in the future?

Currently the GRASS Development Team is heading for stabilizing and optimizing the code in terms of raster data processing and projection support. On the other hand, a completely new 2D/3D vector engine, with integrated SQL database engine, has been developed. This part is still under development, but close to be stable in the near future. Since also vector networking is now supported, a new wide range of applications becomes possible. Either traffic or business applications can be performed in GRASS now.

Is it possible to use a different software for the same application?

Generally there is a range of GIS products available with overlapping functionalities. However, GRASS is the only Free Software product with such a range of functionalities. Some methods and algorithms implemented in GRASS are unique and not found elsewhere.

Which are the advantages and disadvantages of using it?

Advantages are:

- Free Software License, which also keeps the source

**AREA GIS**

- code freely available;
- Open Source code, peer reviewed in the same style as or example Linux;
- Full featured system, 20 years of development;
- Portability to support MS-Windows, GNU/Linux, MacOSX, SGI, iPAQ handhelds, etc., while other GIS products focus on MS-Windows only;
- Follows open standards, supports data exchange with proprietary software.

Disadvantages are:

- A convenient user interface is still lacking, but it is under development (it should be available in 2004).

Intervista a Paul Ramsey

Why have you developed an extension to PostgreSQL database? And how was it upgraded to obtain PostGIS?

We developed the PostGIS extension because we needed a spatial database for our business, and all the proprietary alternatives were either extremely expensive, closed, slow, or all three at once!

We had used PostgreSQL quite extensively for previous work, so we knew it was a very capable database system. Our research into PostgreSQL showed that it was also a very extensible system - the original design included lots of programming hooks to add on new functionality. Our first release of PostGIS was very simple: just the spatial objects and some spatial indexes. However, that first release showed that it was possible to do what we wanted, and also that PostgreSQL could handle the custom types extremely quickly. The performance was very good, and still is better than more (or all) of the proprietary alternatives. Since then, we have added all the standard functions specified by the OpenGIS consortium for databases, and many more, as needed by members of the PostGIS community and our clients.

How PostGIS can be applied to the fields of Business and Public Administration, and in which other fields can it be used?

PostGIS is useful for anyone who is managing moderately large quantities of spatial information in a read/write environment. Standard desktop GIS tools are fine for people who are working on data one person at a time, or using small data sets, but once the amount of data gets over a certain threshold, you spend more time managing your data than you do working with it. Some of the most common use cases are people exposing their spatial data via a web interface, with multiple possible users editing the data at the same time. For this kind of scenario, a spatial database is almost essential - any

other solution risks data corruption and data loss in the case of simultaneous changes to the data. Publishing live databases spatially also allows organizations to manage their data with an internal database and provides a view of that data to the external public via a web interface. Using Mapserver to publish PostGIS data as an OpenGIS Web Map Service you can push your information out to the public without exposing your raw data, or incurring extra administrative overhead.

Which developments or possible applications do you see in the future?

The obvious next steps for PostGIS are in the area of enhanced performance, more client side applications, and advanced data processing in the database. On performance, we are working right now on a proposal to reduce the on-disk size of PostGIS data, which will speed up data access noticeably. There are more client side applications every day! There have been a few commercial applications, like the FME, and also piles of different open source clients, like QGIS, JUMP, GRASS, Mapserver, Thuban, and more. There are many ways to access data in a PostGIS database now. Finally, advanced data processing is something we are adding all the time, in small increments. We have the start of a geodetic processing framework, with calculations based directly on the spheroid. We also have all the basic GIS data manipulation functions, like intersection, union, difference, buffer, etc. Raster storage in the database is an often-requested feature that we may take on in the future.

Is there any other similar database and/or with the same functions as PostGIS?

There is no open source database with the same functionality. MySQL 4.1 has a simple spatial functionality similar to what we had at release 0.2. Amongst the proprietary databases, OracleSpatial 9i



and IBM Informix are the databases that have the most sophisticated spatial functionality. The licencing for these databases is pretty expensive though, so not all organizations can afford them as options.

Which are the advantages and disadvantages of using PostGIS?

The main advantage is data integrity, and a unified mode of data access. You always know where your data is, if you are managing it in a database. The disadvantage is that your data is in a database, so you need appropriate tools to access them. Sometimes people find giving up their proprietary GIS tools just too painful, and cannot make the mental leap in thinking about managing their spatial data in a new way.

Intervista a Goffredo La Loggia

Come nasce il progetto e perché?



Professore Ordinario di Gestione dei Sistemi Idraulici presso l'Università di Palermo, è anche docente dei corsi di Sistemi Informativi Territoriali ed Acquedotti e Fognature. Si occupa di drenaggio urbano, telerilevamento e sistemi informativi territoriali, studio dei problemi relativi al rischio idrogeologico mediante le tecniche proprie dei Sistemi Informativi Territoriali.

Medilab (www.idra.unipa.it/MEDILAB/index2.htm) è un laboratorio di ricerca universitario che si occupa di produrre attività avanzate nei settori del telerilevamento e dei sistemi informativi territoriali. I progetti sviluppati nel corso degli ultimi tre anni hanno avuto specifico riferimento alla messa a punto di tecnologie avanzate nel settore del monitoraggio ambientale tramite sensori di tipo aereo e satellitare, con riferimento all'ambiente marino-costiero (target specifico, la vegetazione sommersa), al campo dell'archeologia, e nel settore della modellistica idraulico-idrologica integrata in ambiente GIS e WEB-GIS.

Per quanto riguarda il monitoraggio dell'ambiente marino costiero e l'archeologia, le motivazioni a cui fare riferimento per lo sviluppo di questi progetti nascono prevalentemente da un'intensa collaborazione con settori disciplinari differenti da quello ingegneristico, cui sono quindi state prospettate modalità operative ed approfondimenti scientifici di tipo avanzato: ciò ha portato alla messa a punto di metodologie e tecniche di nuovo tipo nel campo dell'elaborazione delle immagini, attraverso le quali se ne evidenziano anche gli aspetti operativi. Non vanno poi dimenticate le esperienze in corso, relative all'assimilazione di dati da telerilevamento nella modellistica idrologica, specialmente di tipo distribuito, da trattare anche tramite l'ausilio di sistemi GIS.

Per quanto concerne i sistemi informativi territoriali, lo sviluppo delle attività a questi connesse, nell'ambito di una struttura universitaria che si occupa di idraulica, idrologia, gestione delle risorse idriche, comporta lo sviluppo dei temi che si riferiscono a tale specificità, ed alla fine la modellistica relativa viene integrata in ambiente GIS. Ovviamente anche il tema dello sviluppo dei sistemi WEB-GIS, in special modo in area Open-Source, costituisce un elemento di frontiera sotto continua attenzione.

**Come si inserisce questo suo progetto in ambito aziendale e della Pubblica Amministrazione?**

I progetti che il laboratorio Medilab ha sin qui attuato, ovvero in corso di realizzazione, costituiscono un momento operativo che è già stato in parte messo a disposizione di alcuni rami della Pubblica Amministrazione, in special modo quelli che si occupano di monitoraggio delle risorse idriche e di formazione dei relativi sistemi informativi idrologici.

Quali sviluppi o possibili applicazioni si vedono nel breve e nel lungo termine?

Sicuramente sono necessari approfondimenti sul tema dell'integrazione fra andamento dell'umidità nei suoli (identificatore di siccità/piene) e previsione/prevenzione dei rischi connessi ad una limitata o eccessiva presenza di acqua sul territorio. Tutto questo per formare un sistema di supporto alle decisioni, basato anche su dati di qualità condivisa, atto a gestire meglio le risorse limitate.

Cosa significa non tenere conto dei possibili sviluppi futuri ?

Chi non volesse tenere conto delle nuove tecnologie per l'acquisizione e la gestione di informazioni sulle dinamiche del territorio e dell'ambiente in genere sarà costretto a prendere decisioni basate su elementi di conoscenza fallaci.

Quali sono i vantaggi e gli svantaggi del progetto in questione?

Innegabile che la messa a punto di metodi e sistemi che facciano avanzare le nostre capacità di monitorare, comprendere e archiviare in maniera sistematica le conoscenze ambientali sia un vantaggio, mentre



AREA GIS

svantaggioso potrebbe essere il confinamento di queste tecniche all'interno di pochi luoghi.