



# IL GEOLOGO COME ISPIRATORE E COORDINATORE DI UN PROGETTO MULTIDISCIPLINARE.

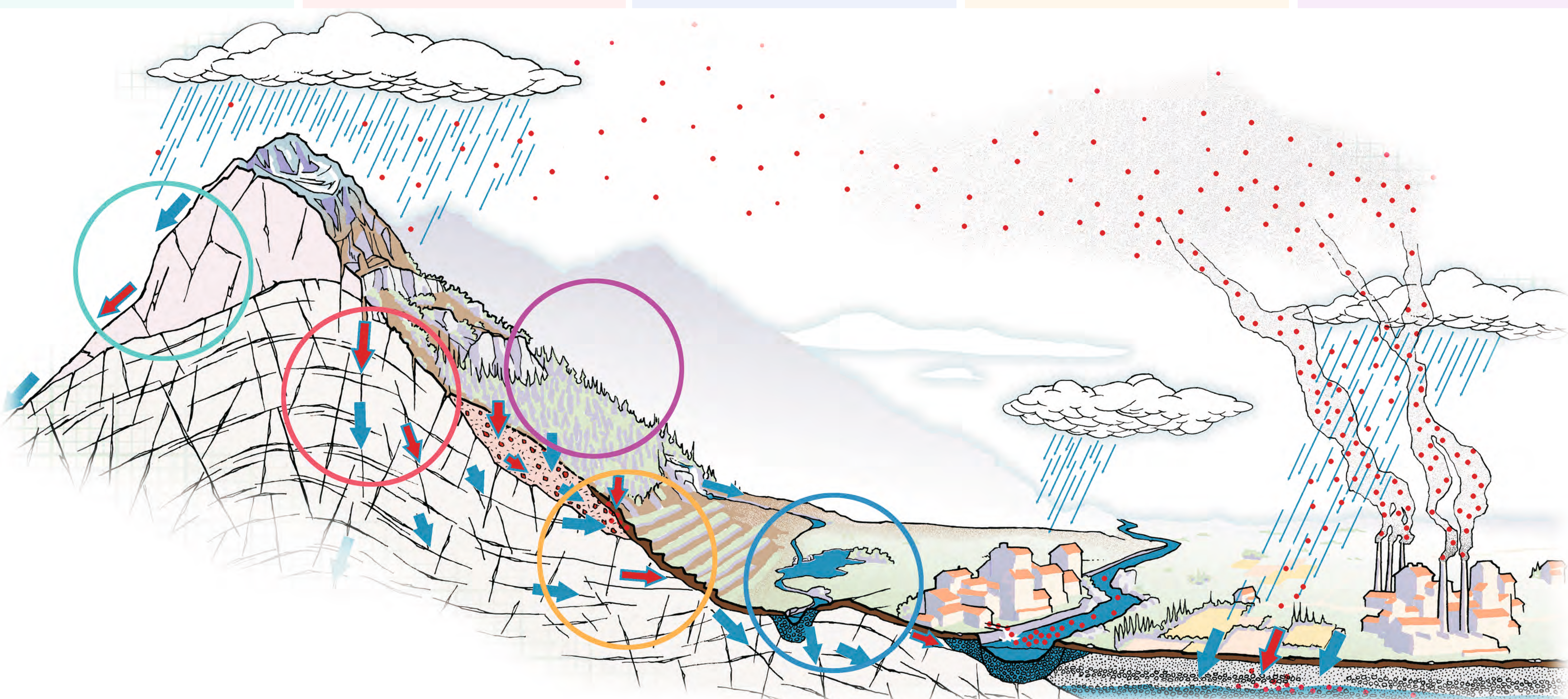
## Un esempio: il Progetto Valchiavenna

REALIZZAZIONE DI UN BACINO PILOTA PER LO STUDIO DELLA QUALITA' DELL'AMBIENTE NELL'ARCO ALPINO



LABORATORIO  
Valchiavenna

Http://progetto.valchiavenna.unimi.it



### GEOLOGIA

#### RACCOLTA DATI

**INDAGINI PUNTUALI**  
stazioni di misura  
campionature  
prove in situ

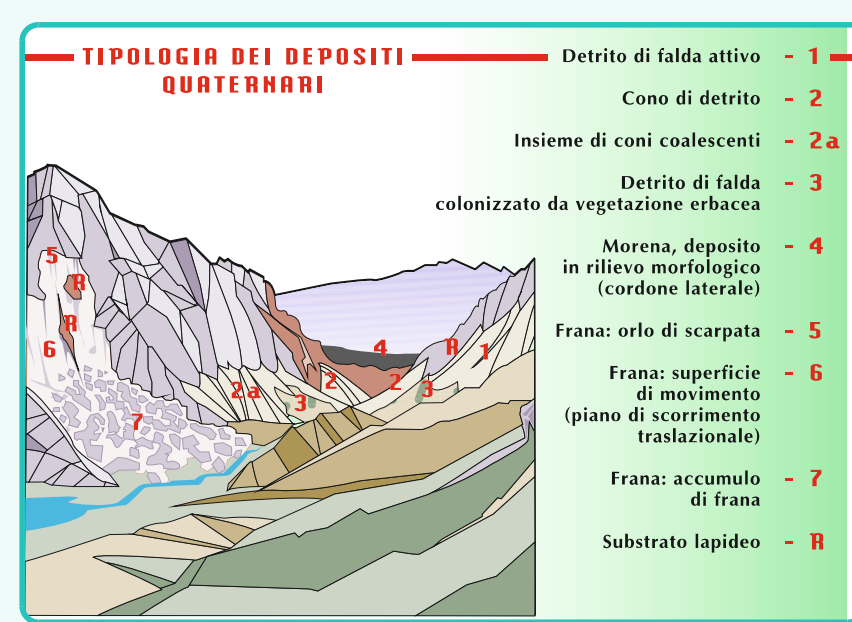
**INDAGINI AREALI**  
studio fotogeologico  
(osservazione delle caratteristiche  
morfologiche della superficie del territorio  
in esame - individuazione e mappatura degli  
"oggetti" connessi alla litologia e alla  
struttura del substrato)  
rilevamento geologico  
(raccolta diretta di dati geologici e loro  
restituzione su carta topografica,  
attraverso simboli convenzionali)

**SINTESI ED ORGANIZZAZIONE  
DEI DATI RACCOLTI**  
redazione della  
cartografia geologica di base  
in scala 1:10.000

#### CARTA LITOLOGICA

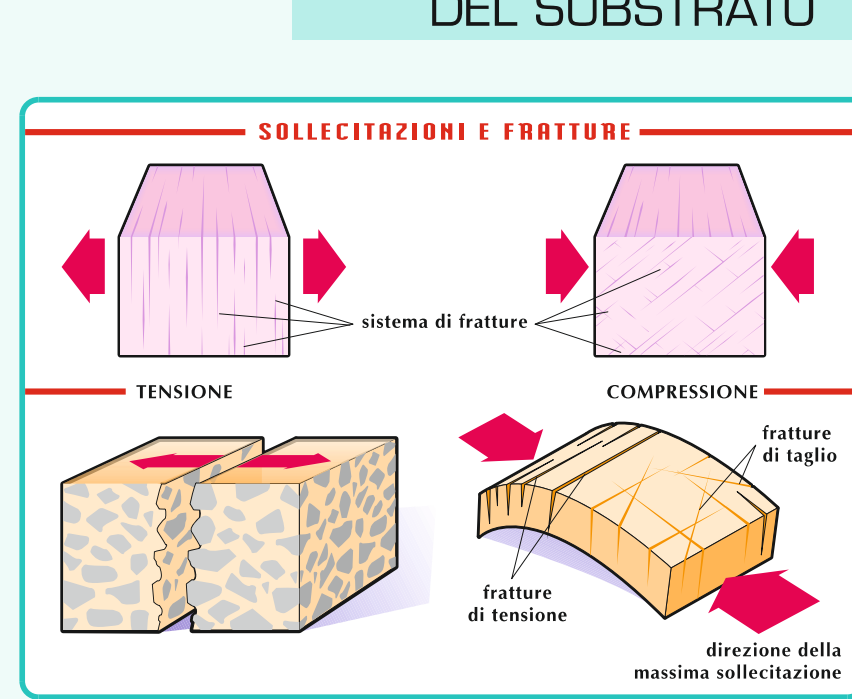
**SUBSTRATO ROCCIOSO**  
caratteristiche litologiche  
condizioni di affioramento

**DEPOSITI DI COPERTURA**  
tipologia  
spessori e geometria



#### CARTA GEOLOGICO-STRUTTURALE

##### GRADO DI FRATTURAZIONE DEL SUBSTRATO



#### CARTA GEOMORFOLOGICA

**FORME SUPERFICIALI**

**PROCESSI:**  
antichi  
quiescenti  
attuali

#### CARTOGRAFIA TEMATICA

### IDROGEOLOGIA

ricostruzione della circolazione  
delle acque sotterranee  
e dei rapporti con  
la circolazione idrica superficiale

**CIRCOLAZIONE IDRICA  
NEL MEZZO POROSO**  
permeabilità per  
porosità dei depositi  
sciolti di copertura

**CIRCOLAZIONE IDRICA  
NEL MEZZO FRATTURATO**  
permeabilità per  
fratturazione  
(caratteristico nelle rocce  
cristalline dell'area di studio)

**CARSISMO DELLE ROCCE CARBONATICHE**  
circolazione di tipo carsico  
sviluppo ipogeo con controllo strutturale

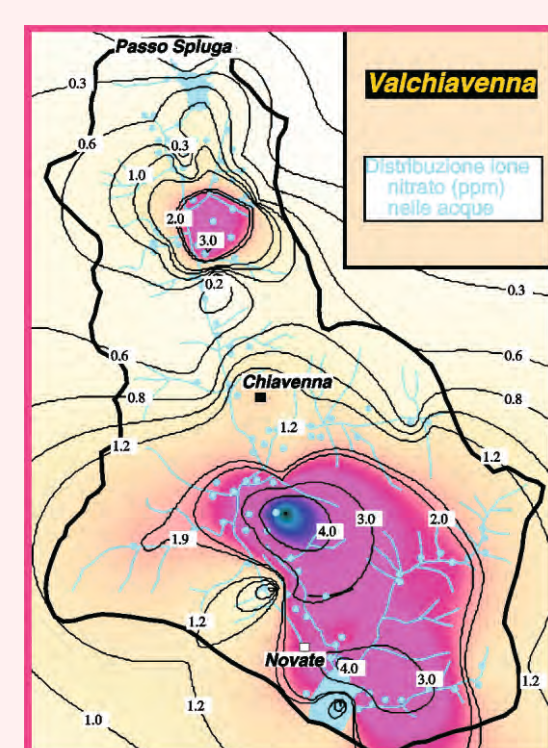
**METODI DI INDAGINE**  
carte litologiche  
carte strutturali  
rilevi geomorfologici

**FATTORI RILEVANTI**  
caratteristiche geometriche  
-spessore  
-continuità  
caratteristiche geotecniche  
-granulometria  
-porosità efficace

**FATTORI RILEVANTI**  
-discontinuità nell'ammasso  
roccioso  
-caratteristiche strutturali  
(orientazione, frequenza,  
spaziatura, continuità)

**MODELLO DI CIRCOLAZIONE IDRICA  
NEL SOTTOSUOLO**  
circolazione idrica di versante  
circolazione idrica di fondovalle  
zone di alimentazione  
zone di deflusso  
zone di sbocco e/o di utilizzo

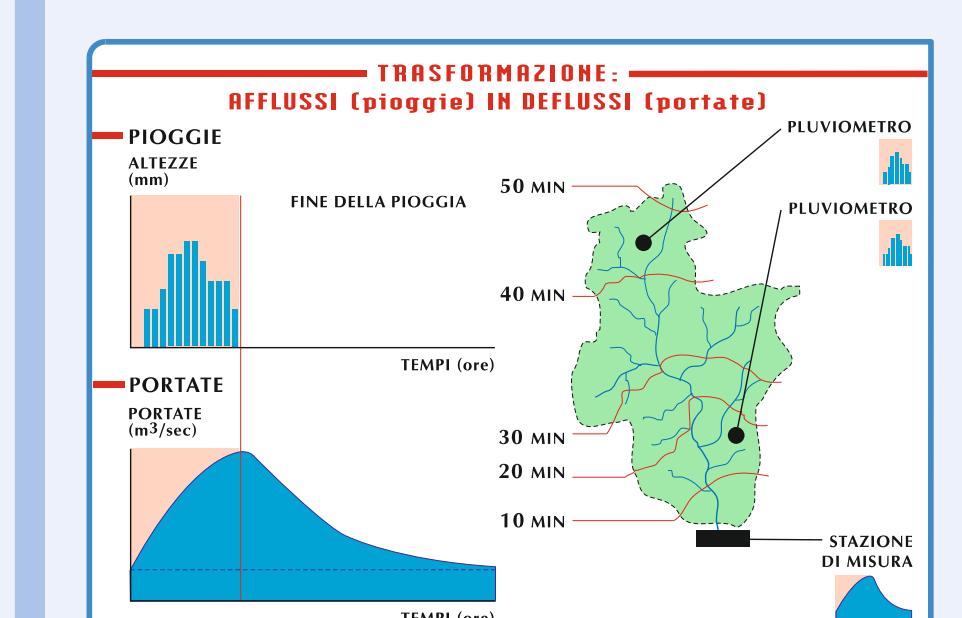
**SCOPI**  
sfruttamento razionale delle risorse:  
-disponibili  
-rimovibili  
-utilizzabili



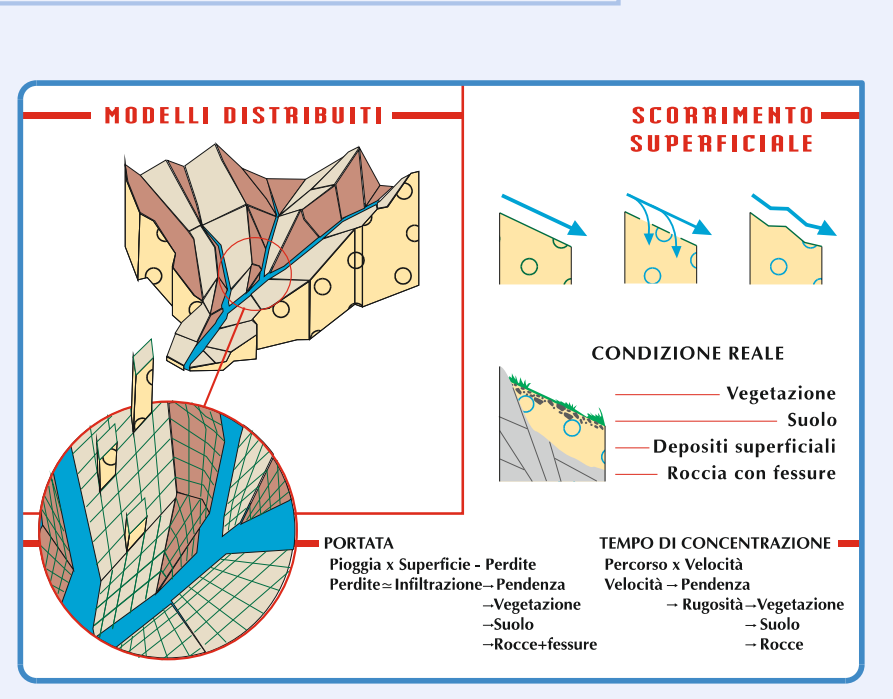
### IDROLOGIA IDRAULICA

**IDROLOGIA**  
studio delle acque  
nell'atmosfera  
sulla superficie terrestre  
e nel sottosuolo

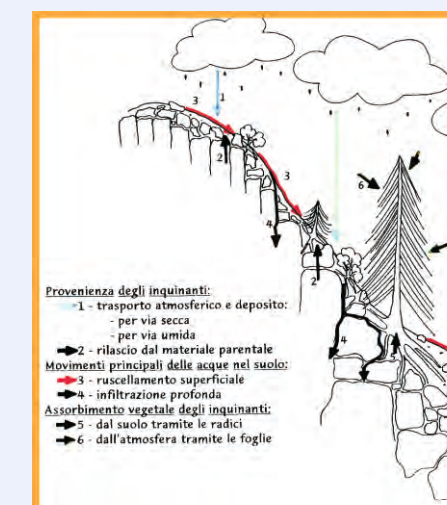
**CORRELAZIONI**  
-AFFLUSSI  
(precipitazioni,  
evapotraspirazione)  
-SCORRIMENTO  
(ruscellamento,  
acque incanalate)  
-INFILTRAZIONE  
(acque sotterranee)  
-DEFLUSSI  
(portate alle stazioni di  
chiusura dei  
corsi d'acqua)



**AFFLUSSI->DEFLUSSI**  
applicazione di un  
modello matematico  
di tipo distribuito  
per lo studio della  
trasformazione



**SCOPO**  
comprensione dei  
fenomeni fisici che influenzano  
il ciclo idrologico  
a piccola scala (versante)  
e a media scala (bacino)



### GEOPEDELOGIA PEDOBOTANICA

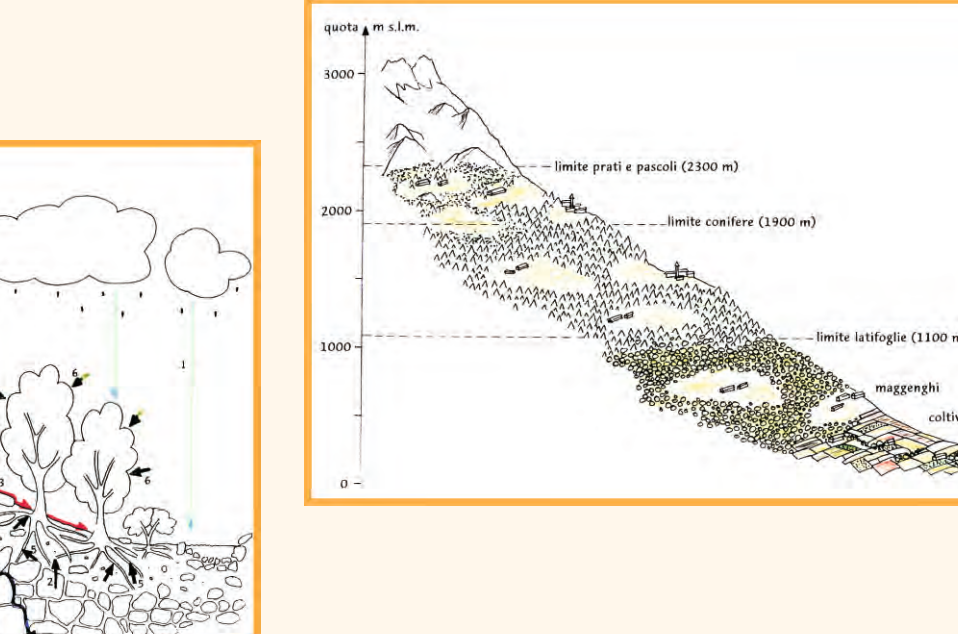
**GEOPEDELOGIA E VEGETAZIONE**  
La geopedologia studia i suoli, cioè il corpo  
naturale tridimensionale, situato al contatto  
fra litosfera e atmosfera, ospitante la biosfera  
e lateralmente interrotto dall'idrosfera.  
Il suolo è prodotto dalla disgregazione e  
dall'alterazione chimica dei corpi rocciosi e  
dalla compenetrazione fra le loro particelle  
minerali e la sostanza organica, a sua volta  
derivante dalla decomposizione di resti  
animali e vegetali.

**DESCRIZIONE  
DELLA  
STAZIONE**  
I siti di rilevamento  
sono stati descritti  
dal punto di vista  
topografico,  
geomorfologico e  
litologico e sono  
stati marcati per il  
futuro monitoraggio



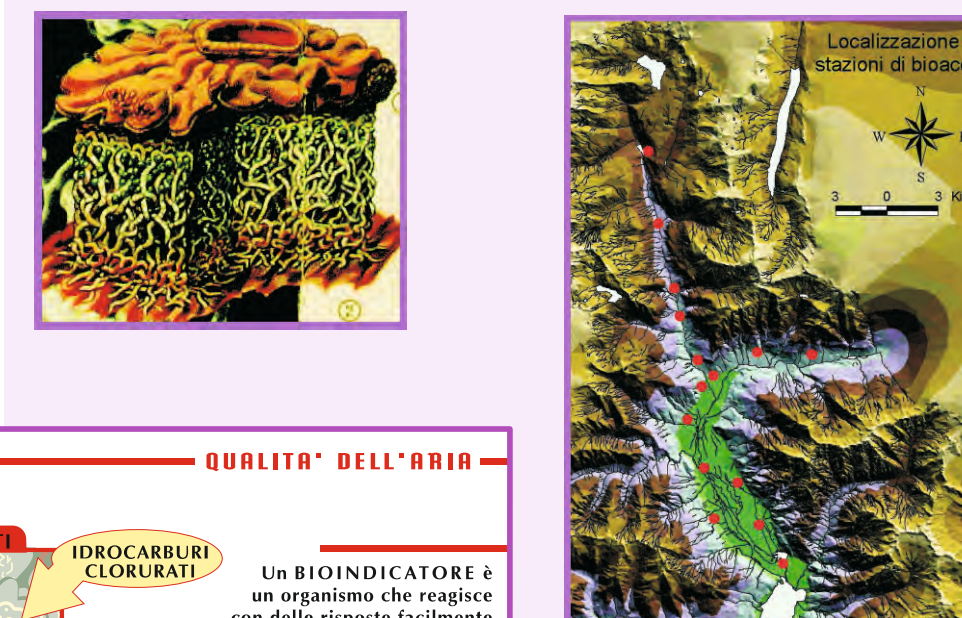
**RILEVAMENTO PEDOLOGICO**  
Il suolo viene descritto, dopo aver aperto  
una sezione (PROFILO), tramite i suoi  
orizzonti (strati all'incirca paralleli alla  
superficie, con caratteristiche fisiche e  
chimiche internamente omogenee).  
Di ciascun orizzonte vengono rilevati  
in particolare:  
-scheletro (elementi grossolani)  
-tessitura (ripartizione di sabbia, limo, argilla)  
-struttura (stato di aggregazione)  
-colore della matrice e delle  
eventuali screziature

**RILEVAMENTO VEGETAZIONALE**  
Viene eseguito nelle stazioni dove  
è stato descritto il suolo, in modo da  
avere una stretta relazione con esso.  
Vengono identificate le specie  
vegetali presenti e ne viene stimata  
la copertura; infine il materiale  
vegetale (parti aeree, lettiera) viene  
campionato e inviato all'analisi.



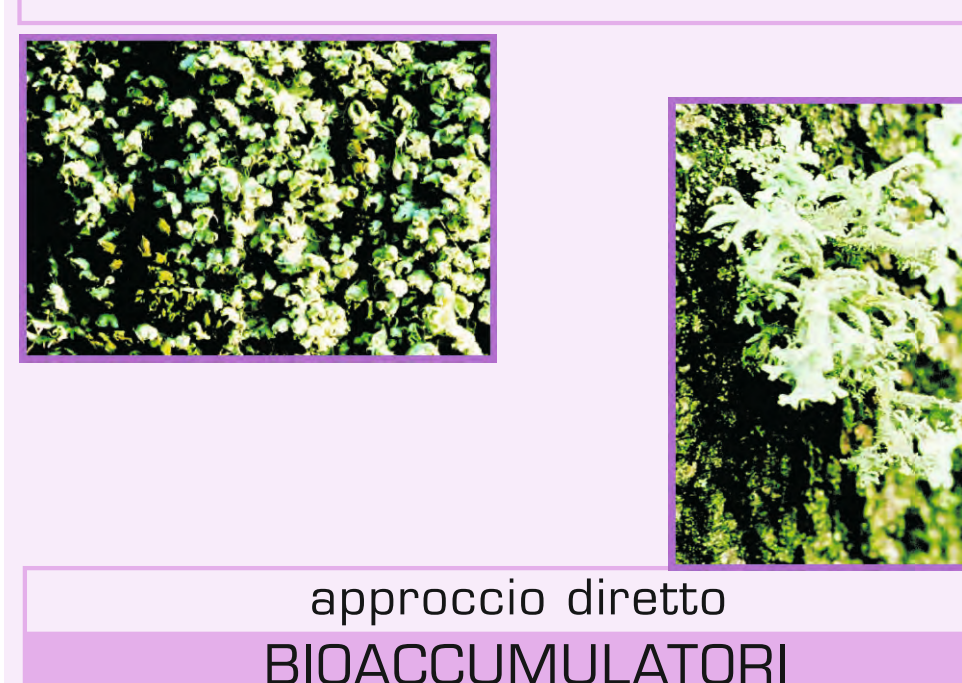
### RILIEVO DELLA QUALITA' DELL'ARIA A TERRA UTILIZZANDO BIOINDICATORI E BIOACCUMULATORI

I parametri fisico-chimici segnalano la  
presenza di determinati inquinanti in aria,  
acqua e terreno ma non sono sufficienti  
per esprimere la qualità di vita di orga-  
nismi sensibili all'inquinamento e fornire il  
quadro completo dello stato di salute  
ambientale. Per l'aria, informazioni  
precise vengono date dai licheni.



**QUALITA' DELL'ARIA**  
La biomonitoraggio  
è un metodo che studia  
l'effetto dell'inquinamento  
sulla vita di organismi  
sensibili all'inquinamento.  
I licheni sono tra gli  
organismi più sensibili  
all'inquinamento.

**approccio indiretto  
BIOINDICATORI  
di gas fitotossici (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)**  
**Requisiti:** devono avere un ciclo vitale  
piuttosto lungo. Devono fornire reazioni  
tipiche (ALTERAZIONI) facilmente distinguibili  
da quelle indotte da stress naturale,  
carenze nutrizionali, malattie, etc...  
**Base del metodo:** la flora lichenica si  
impoverisce progressivamente, nello spazio  
e nel tempo, al crescere dei livelli di  
contaminazione (le singole specie hanno un  
differente grado di tolleranza verso gli inquinanti).  
Anche a differenza complessa floristica  
evidenziano zone con diverso tasso di  
inquinamento (DISTURBO AMBIENTALE).  
La zonazione, riportata su mappe, può fornire  
indicazioni sui fenomeni di trasporto e diffusione  
dei principali contaminanti aerodispersi.



**approccio diretto  
BIOACCUMULATORI  
di metalli pesanti (Cd, Cr, Cu, Zn, Pb, V...)**  
**Requisiti:** devono fornire informazioni  
quantitative sui contaminanti, essere tolleranti  
verso gli inquinanti e capaci di assorbirli.  
**Base del metodo:** si comportano come vere e  
proprie "centraline naturali" di rilevamento.  
Gli inquinanti catturati vengono determinati e  
quantificati in laboratorio. Le analisi per  
evidenziare gli inquinanti intrappolati sono  
condotte con tecniche spettrometriche e  
gas-cromatografiche. Per ogni singolo metallo  
è possibile elaborare una carta di  
distribuzione sul territorio.

### GEOCHIMICA DELLE ROCCE

**ORIGINE  
DEGLI ELEMENTI  
NATURALI**

#### QUALITA'

**GEOCHIMICA DELLE  
ACQUE SOTTERRANEE**  
(falde, pozzi, sorgenti)

**PERICOLOSITA'**  
GEOLOGICA  
(dissesti  
dei versanti)

### GEOCHIMICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

**ELEMENTI DISCIolti  
NATURALI  
ED ANTROPICI**

#### QUALITA'

**GEOCHIMICA DELLE  
ACQUE SOTTERRANEE**  
(falde, pozzi, sorgenti)

**VULNERABILITA'**  
DEGLI ACQUIFERI  
(regime idraulico,  
contaminazione)

### GEOCHIMICA DELLE ACQUE SUPERFICIALI

**ELEMENTI DISCIolti  
ANTROPICI  
E NATURALI**

#### QUALITA'

**GEOCHIMICA DELLE  
ACQUE SUPERFICIALI**  
(corsi d'acqua, laghi)

**PERICOLOSITA'**  
IDRAULICA  
(alluvioni)

### GEOCHIMICA DEI SUOLI E DELLA VEGETAZIONE

**DETERMINAZIONI  
ANALITICHE SUI  
CAMPIONI RACCOLTI**

#### QUALITA'

**PEDOLOGICA E  
VEGETALE**

**VULNERABILITA'**  
DEI SUOLI  
(erodibilità,  
contaminazione,  
degradazione)

### GEOCHIMICA DEI BIOACCUMULATORI

**DETERMINAZIONI  
ANALITICHE SUI  
CAMPIONI RACCOLTI**

#### QUALITA'

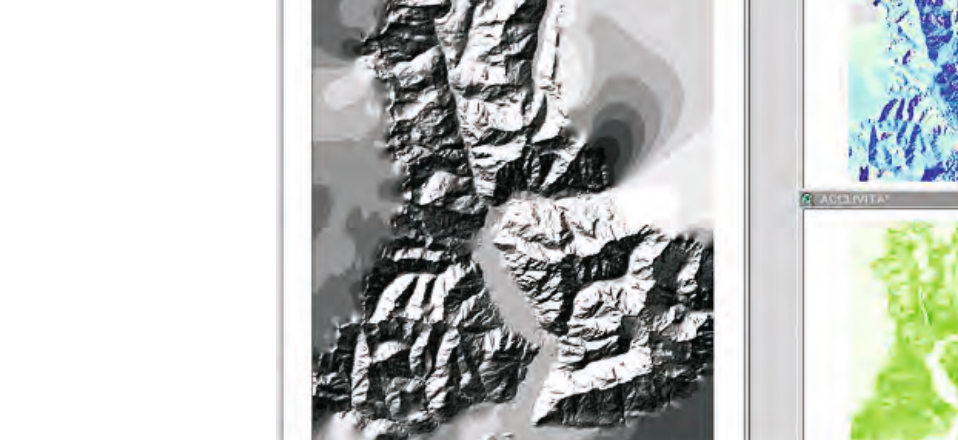
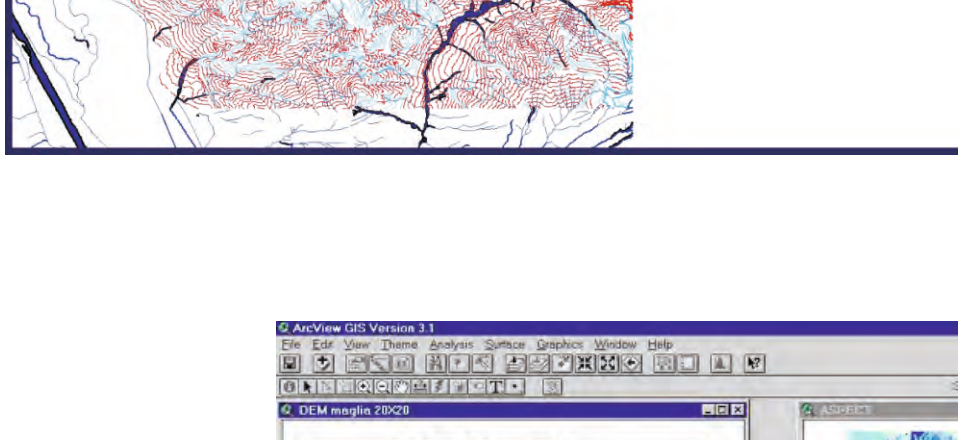
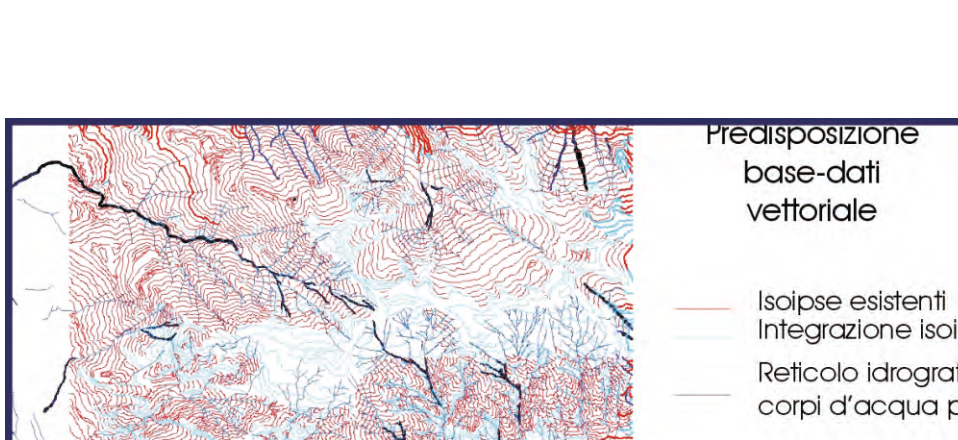
**ATMOSFERICA**

**VULNERABILITA'**  
ATMOSFERICA

### DATA-BASE ANALITICO

| DB GEOLOGIA | DB IDROGEOLOGIA | DB IDROLOGIA<br>IDRAULICA | DB GEOPEDELOGIA<br>DB PEDOBOTANICA | DB BIOINDICATORI &<br>BIOACCUMULATORI ATMOSFERICI | DB GEOCHIMICA |
|-------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|
|-------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|

**DATA-BASE  
CARTOGRAFICO**  
C.T.R. 1:10.000  
curve di livello vettoriali  
rete idrografica  
punti quotati



**MODELLO DEL TERRENO:  
DEM  
aspetti  
altimetria  
TIN**

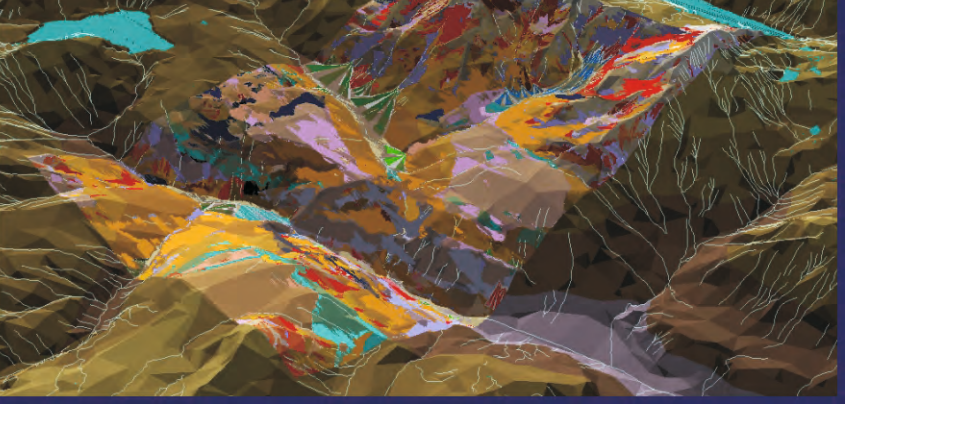
**CARTE DISCIPLINARI TEMATICHE**  
carta litologica  
carta strutturale  
carta geomorfologica  
carta geochimica  
carta geopedologica



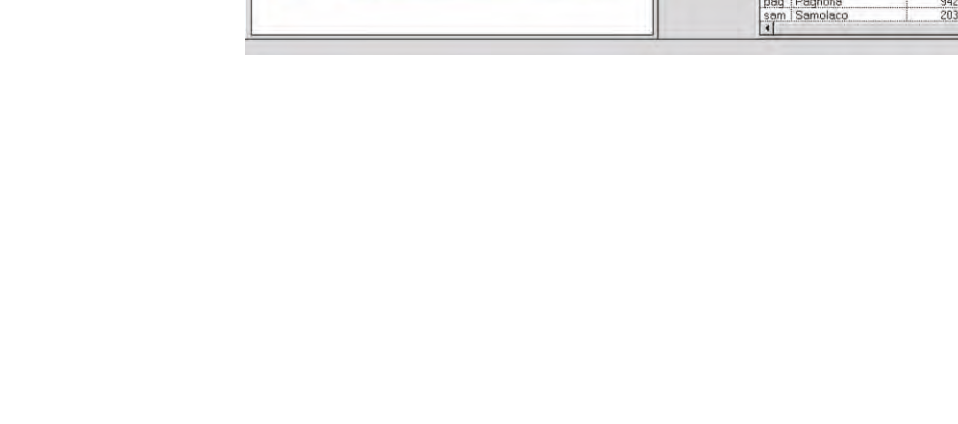
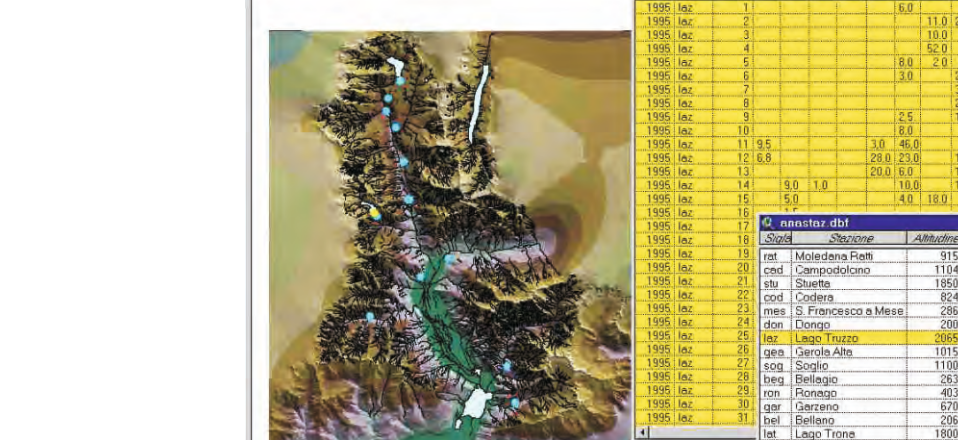
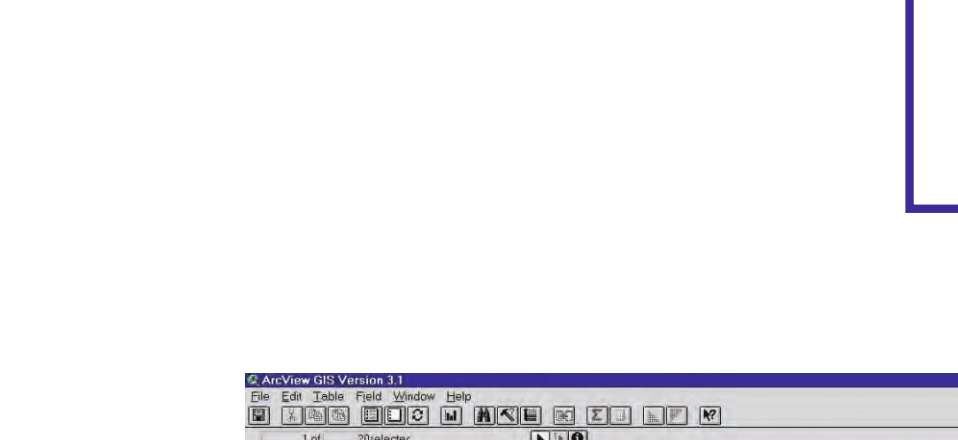
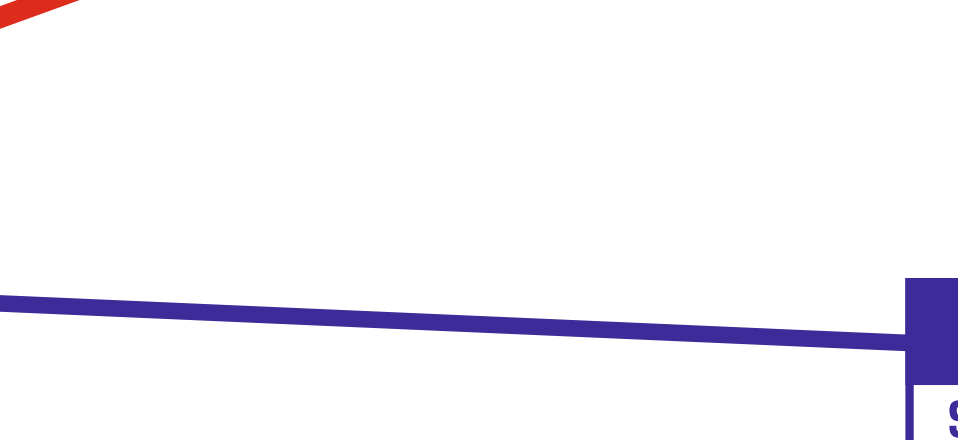
**GIS**

**Data-Base**  
DBMS  
relazionale

**CARTE INTERDISCIPLINARI  
TEMATICHE**



**DB GEOCHIMICA**



**DATA-BASE STORICO**

**SERIE STORICHE:**  
temperature  
precipitazioni  
portate

**DATI BIBLIOGRAFICI:**  
pubblicazioni scientifiche  
carte  
dati enti locali (ASL)  
dati ENEL

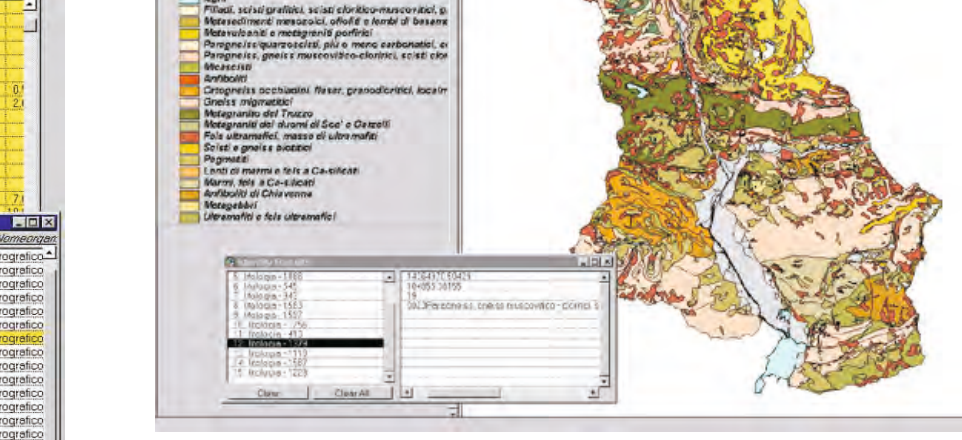


grafico: pietro moneta  
realizzazione esecutiva: barbara aldighieri, bruno testa - CSGAQ - CNR Milano

### PARTECIPANTI ALLA RICERCA

**Università degli Studi - Milano**  
Dott. Giudici Mauro  
Dott. Mancuso Michele  
Dott. Nobile Andrea  
Prof. Pasquaré Giorgio  
Prof. Sfondrini Giuseppe  
**Università degli Studi di Firenze**  
Dott. Casiglia Alberto  
Dott. Vasselli Orlando  
**CSMGA - CNR di Firenze**  
Dott. Minissale Angelo

**CSGAQ - CNR di Milano**  
Dott. Aldighieri Barbara  
Dott. Conforto Alessio  
Dott. De Ponti Guido  
Dott. Mazzoleni Guido  
Dott. Montrasio Attilio  
Dott. Mosciatti Federico  
Dott. Ravazzi Cesare  
Dott. Rossi Pietro Mario  
Dott. Testa Bruno

**Università degli Studi di Milano Bicocca**  
Dott. Chersich Silvia  
Dott. Comolli Roberto  
Dott. Patrini Benedetta  
Prof. Previtali Franco  
Dott. Salvi Marianna  
Dott. Solaro Silvia  
**Università degli Studi di Ferrara**  
Prof. Franchini Marco  
Dott. Orlandini Stefano

**Collaborazioni Esterne**  
Fondazione Fojanini  
Ecosfera:  
Dott. Arosio Gabriella  
Dott. Pozzoli Maria Luisa  
Dott. Scarselli Stefano  
Dott. Rizzotti Tullia  
**Università degli Studi di Bologna**  
Prof. Lamberti Alberto

**Università degli Studi di Napoli**  
Prof. Fedele Francesco  
**Seconda Università degli Studi  
di Napoli e Caserta**  
Prof. Buondonno Andrea  
**Università degli Studi della Basilicata**  
Dott. Coppola Elio  
**Università degli Studi di Torino**  
Dott. Bonifacio Eleonora  
**Ufficio Genio Civile - Sondrio**  
Dott. Mandelli Felice