

CORSO CREDITI LIBERI – I SEMESTRE – a.a. 2017/2018

AULA SL4.2 – 12:00-15:00

**Il suolo nella gestione e pianificazione territoriale:
approcci geospaziali avanzati**

LEZIONE 03 / 08

Banche Dati, Cartografia e G.I.S.

Giuliano Langella
glangella@unina.it

*CNR - ISAFoM
UNINA - Dip. di Agraria
pedo-calc lab 081/2532136 (CRISP)*



CNR-ISAFoM



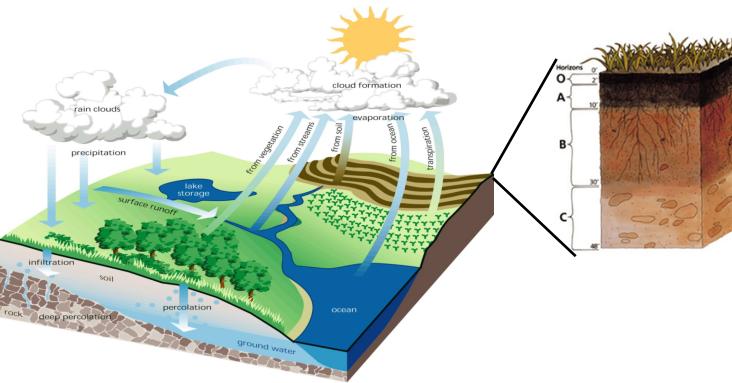
UNINA



Nelle lezioni precedenti...

...abbiamo visto:

- cos'è il suolo



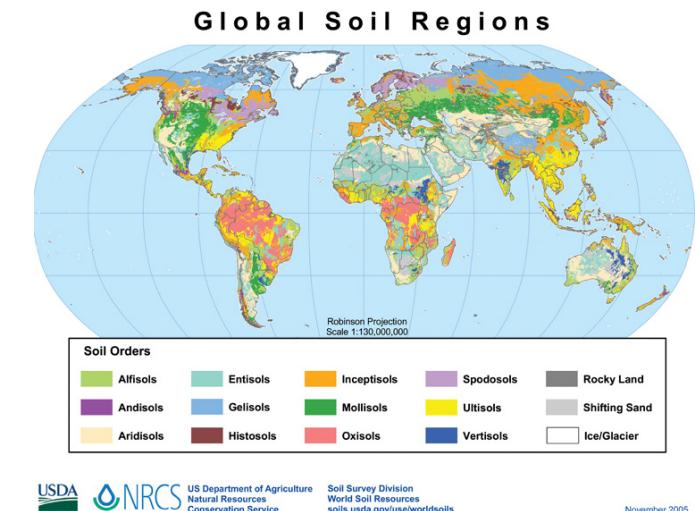
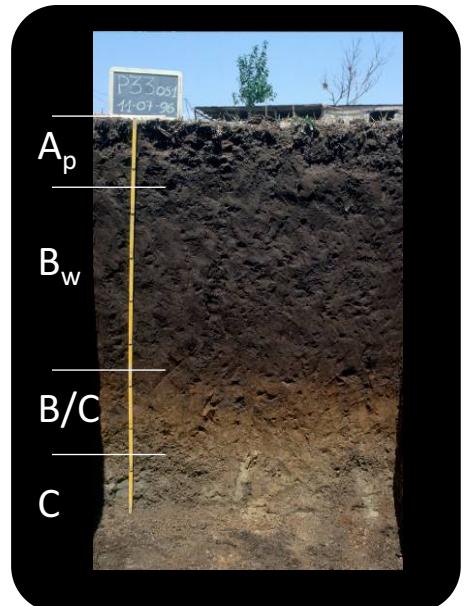
Il suolo è la "pelle viva della terra" attraverso cui interagiscono la litosfera, l'idrosfera, l'atmosfera e la biosfera.

- come si forma

Eq. di Jenny:

$$S = f(c, l, o, r, p, t, \dots)$$

- come si descrive



**Esercitazione il 15-dicembre-2017 a DIA
Palazzo Reale, via Università 100, Portici**

Nelle lezioni precedenti...

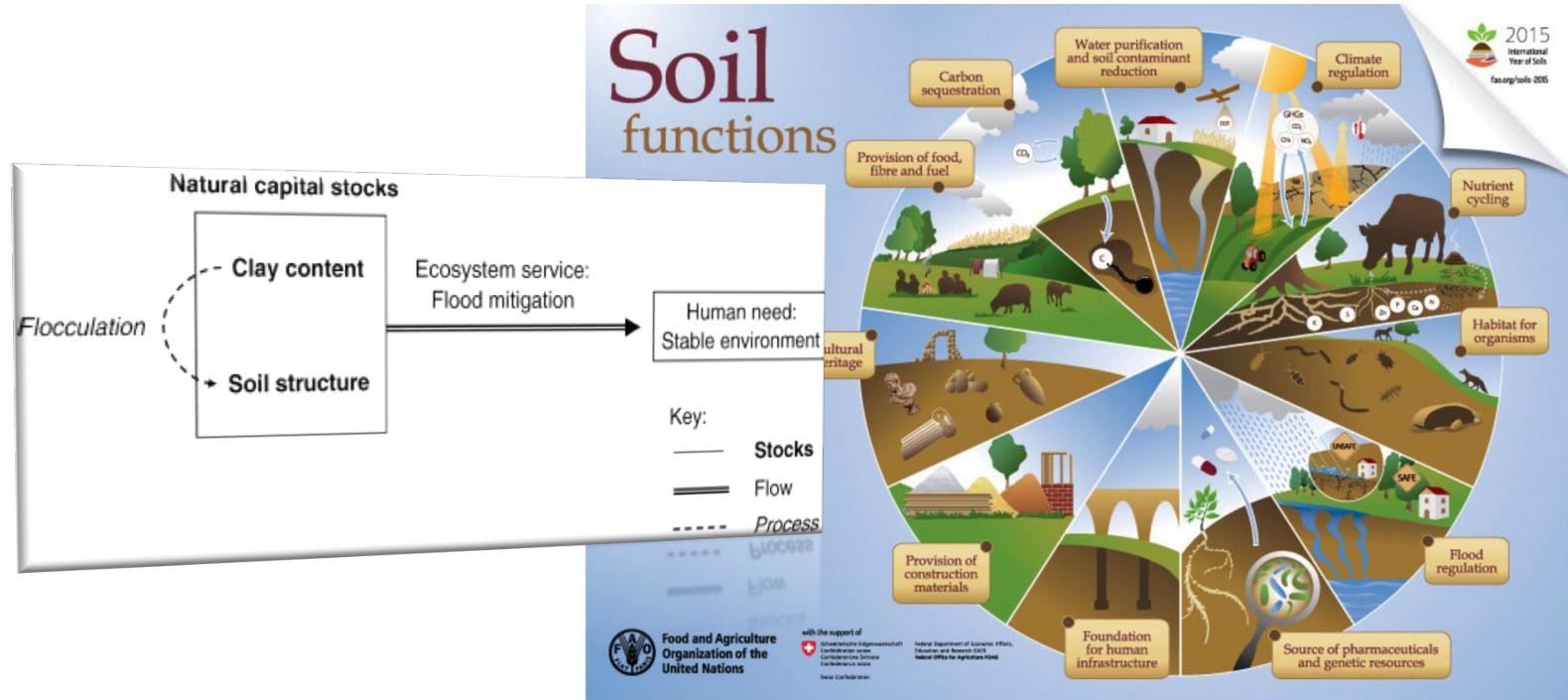
...abbiamo visto:

- F. & S. Ecosistemici

- ✓ Funzioni?
- ✓ Servizi?

- Minacce di degrado

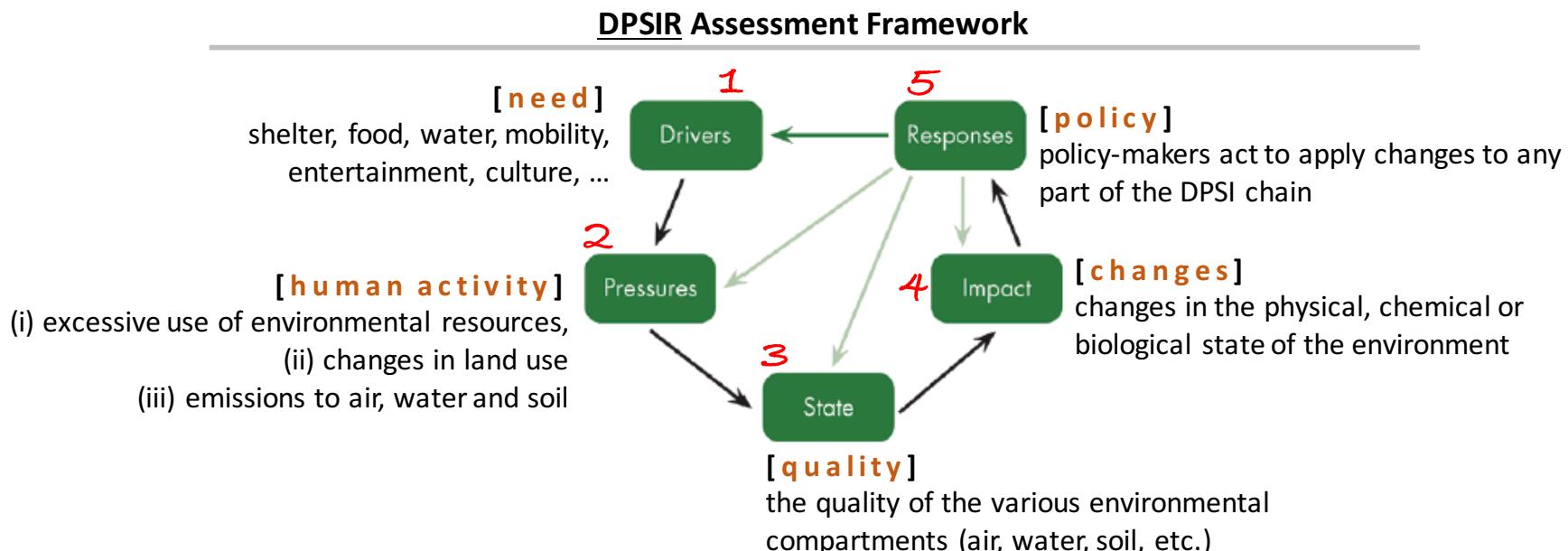
- **erosione** *
- **compattazione** *
- **salinizzazione**
- **diminuzione di sostanza organica**
- **perdita di biodiversità**
- **contaminazione locale o diffusa** *
- **frane** *
- **alluvioni** *
- **impermeabilizzazione (sealing)** *
- **desertificazione** *



Nelle lezioni precedenti...

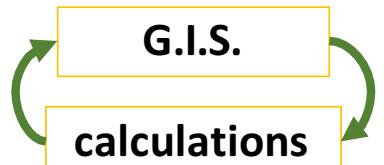
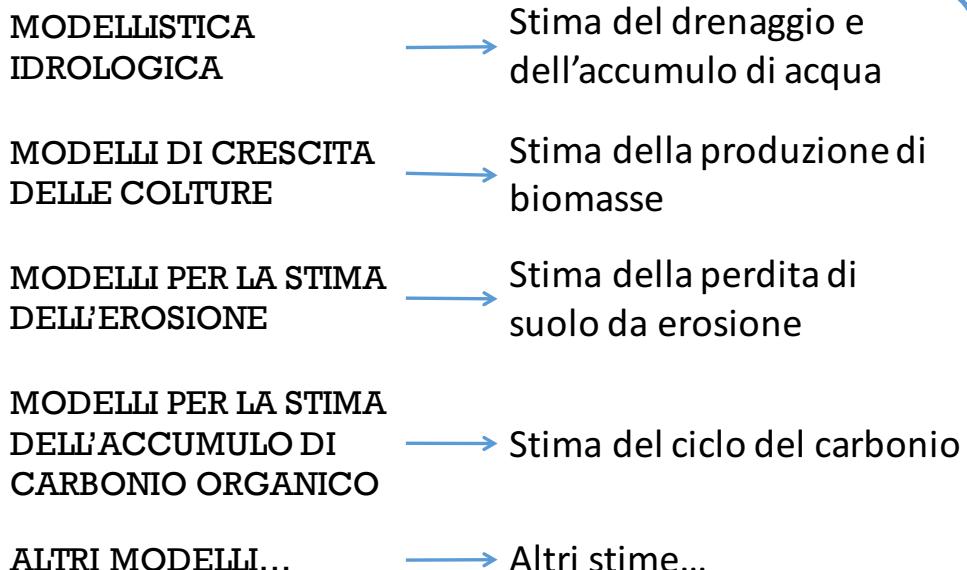
...abbiamo visto:

- il framework DPSIR



- uso di modelli

- ✓ GIS
- ✓ Calcoli

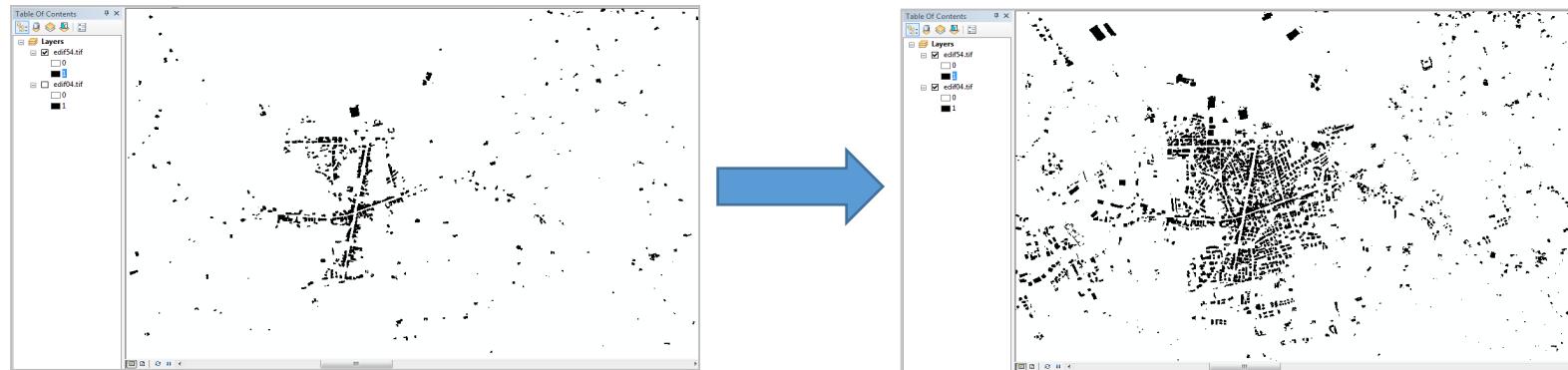


Nelle lezioni precedenti...

...abbiamo visto:

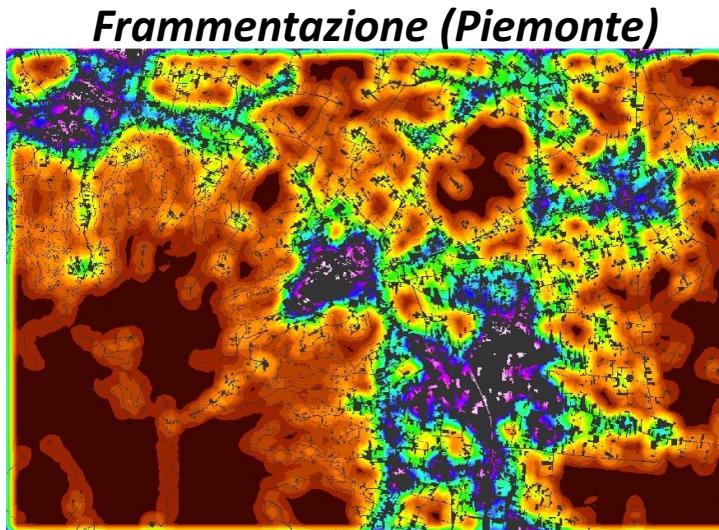
- Consumo di suolo

Da **cartografia IGM** (1956), in nero l'edificato

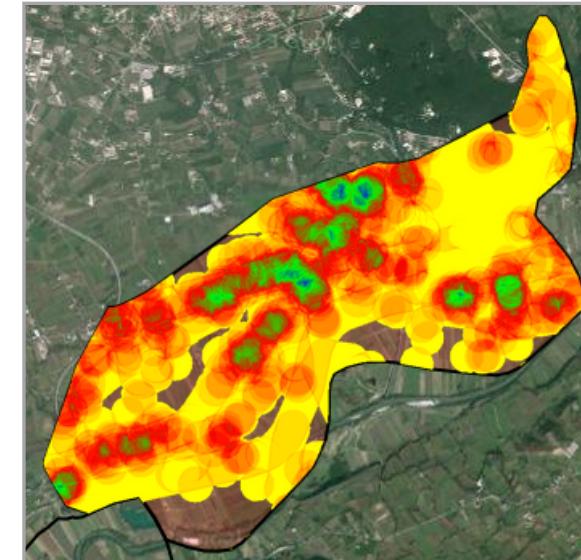


Da **ortofoto** 2004, in nero l'edificato

- Landscape metrics



Patch Density (Telese Terme, BN)



Outline

- Banche dati dei suoli
- Cartografia dei suoli
- Metodi e tecniche GIS
- Calcolo dell'erosione del suolo (modello RUSLE)
✓ Hands-on session in QGIS con strati informativi già preparati

Banche dati dei suoli

Dalla descrizione e rilevamento dei suoli in campo alle analisi di laboratorio:

- rilevamento dei suoli a livello degli orizzonti

The Soil Survey is a comprehensive inventory of the soil resources of an area.

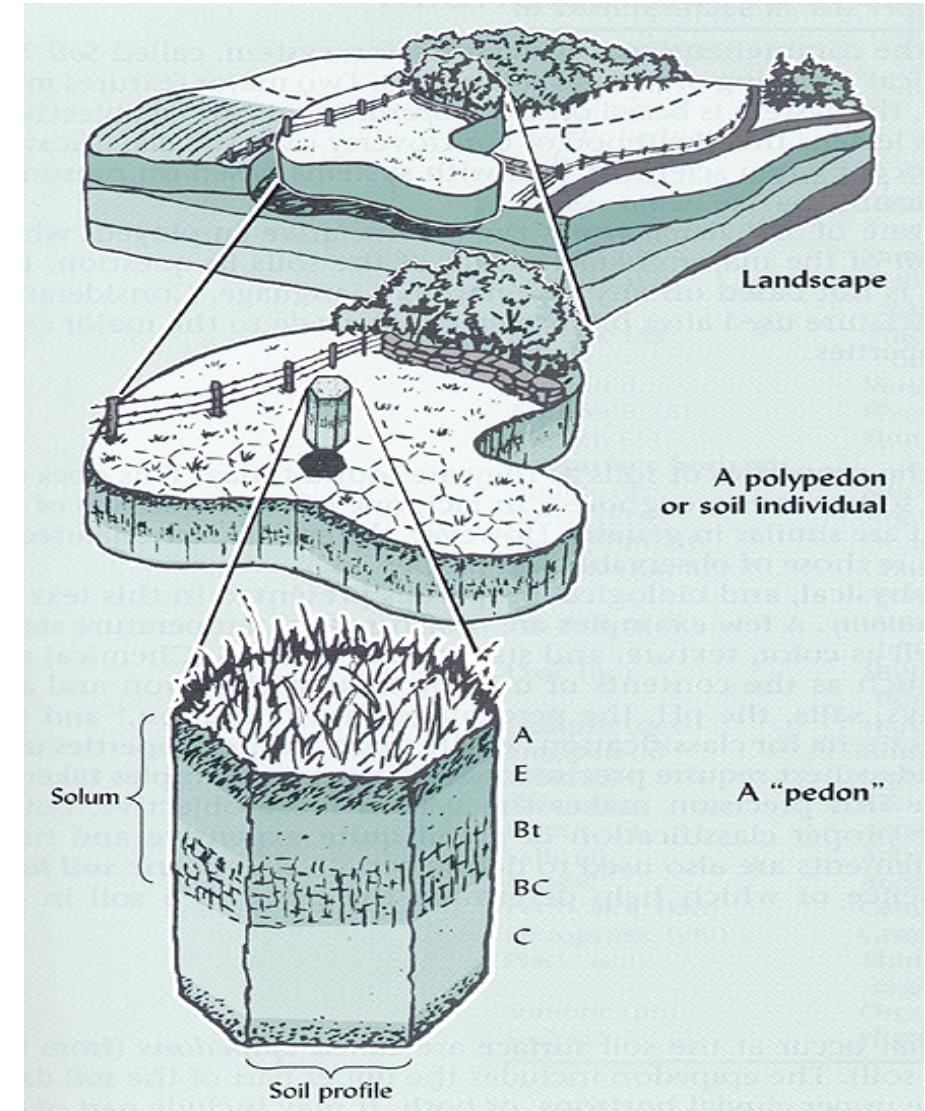
fotointerpretazione (paesaggio)



Making use of mirror stereoscope



Making use of pocket stereoscope



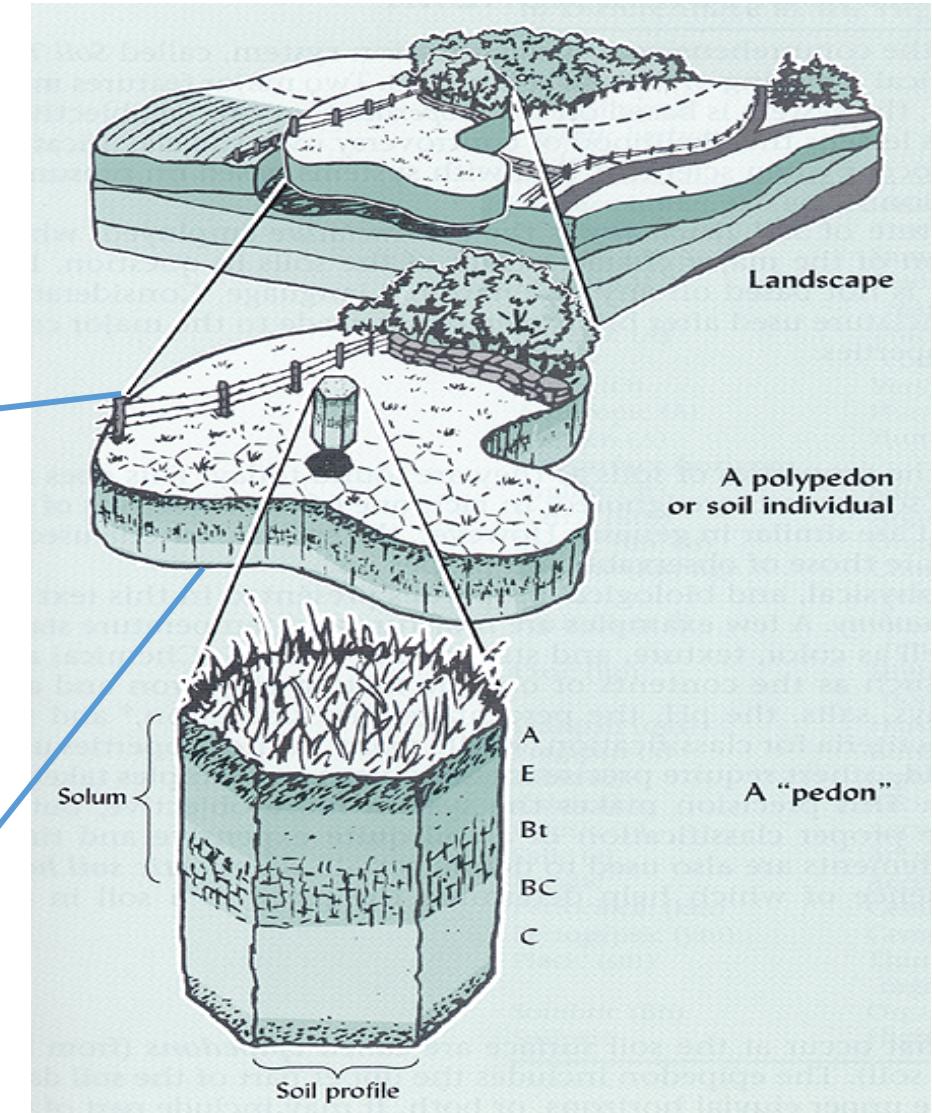
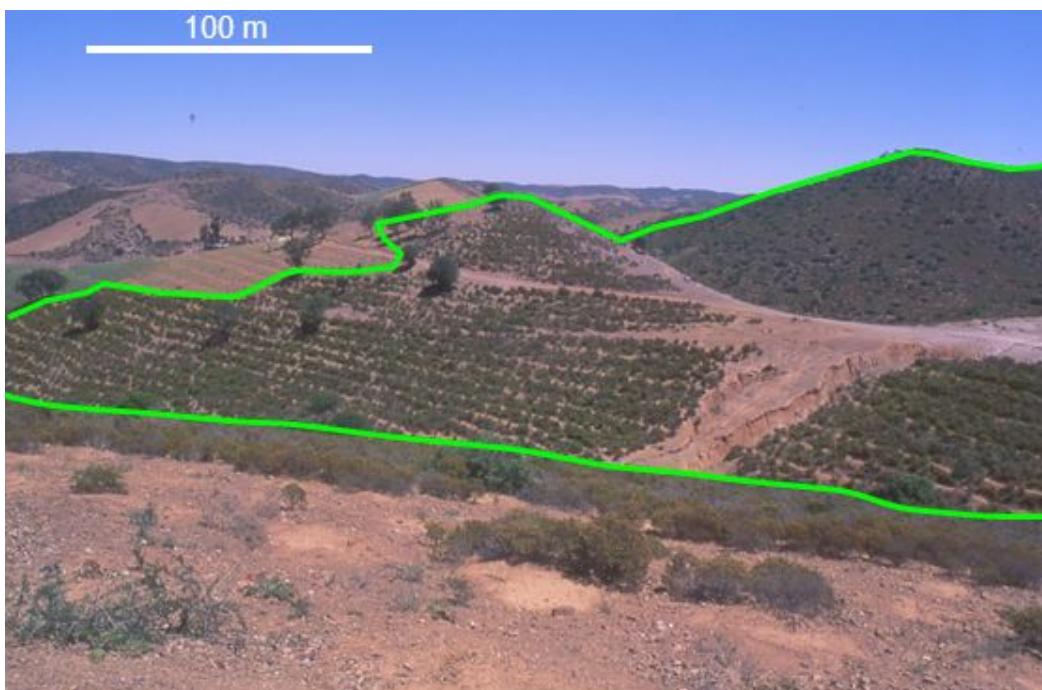
Banche dati dei suoli

Dalla descrizione e rilevamento dei suoli in campo alle analisi di laboratorio:

- rilevamento dei suoli a livello degli orizzonti

The Soil Survey is a comprehensive inventory of the soil resources of an area.

fotointerpretazione (paesaggio)
unità di paesaggio (polypedon)



Banche dati dei suoli

Dalla descrizione e rilevamento dei suoli in campo alle analisi di laboratorio:

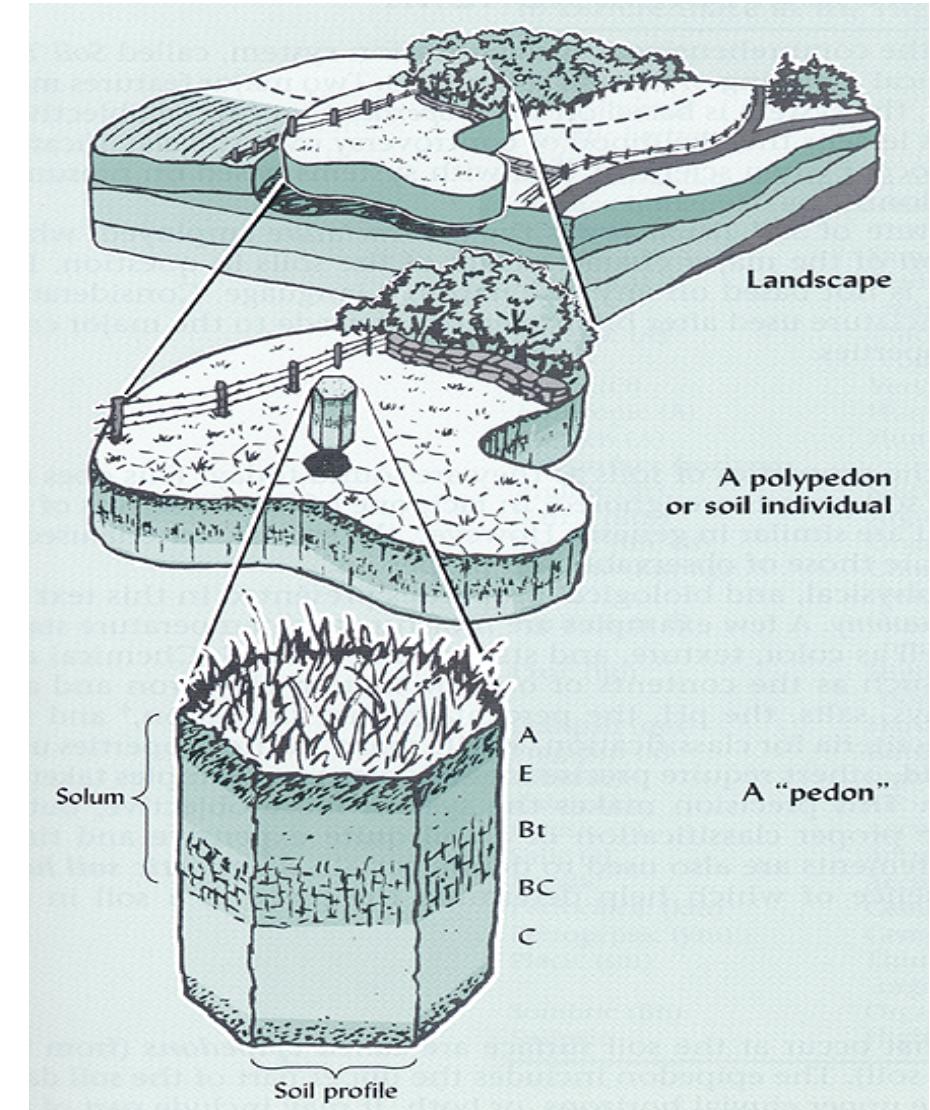
- rilevamento dei suoli a livello degli orizzonti

The Soil Survey is a comprehensive inventory of the soil resources of an area.

fotointerpretazione (paesaggio)

unità di paesaggio (polypedon)

scavo di un profilo di suolo (pedon → 1x1x2, 3x1x2, ecc.)



Banche dati dei suoli

Dalla descrizione e rilevamento dei suoli in campo alle analisi di laboratorio:

- rilevamento dei suoli a livello degli orizzonti

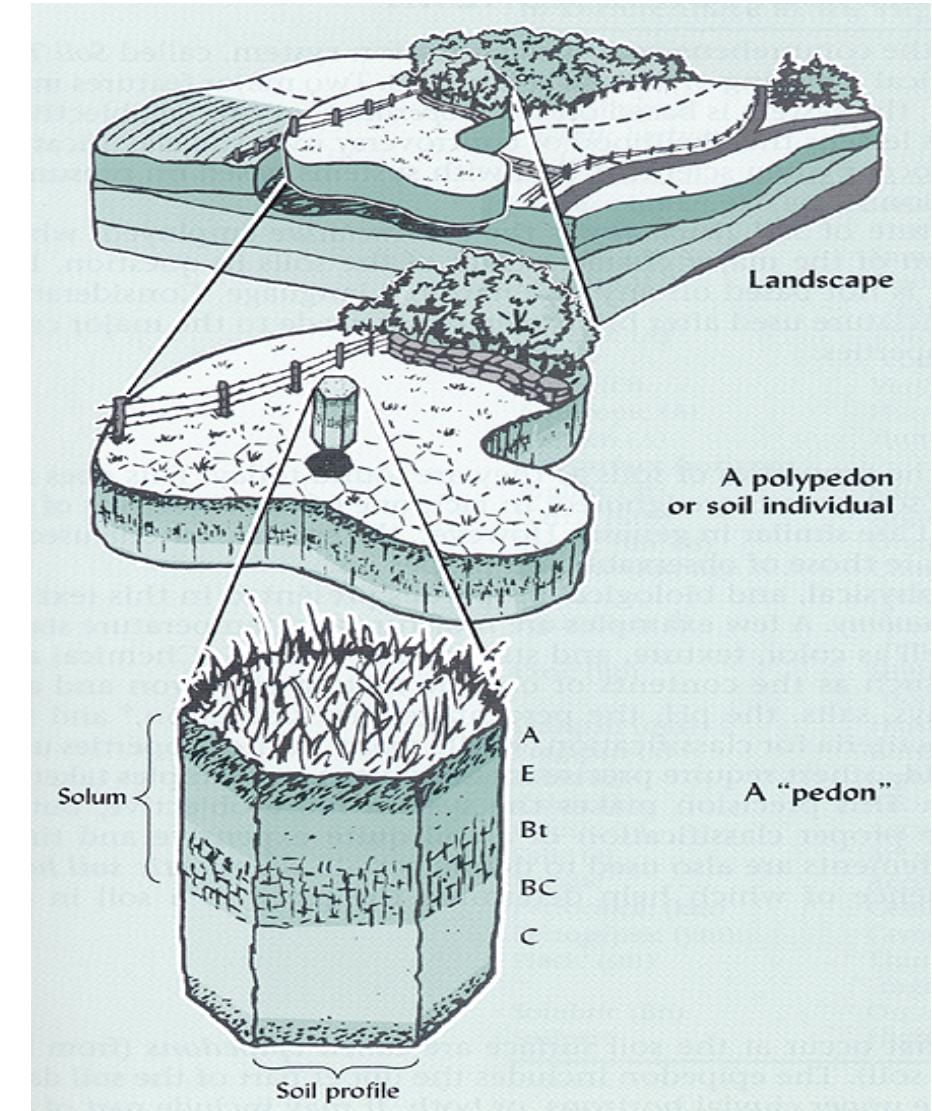
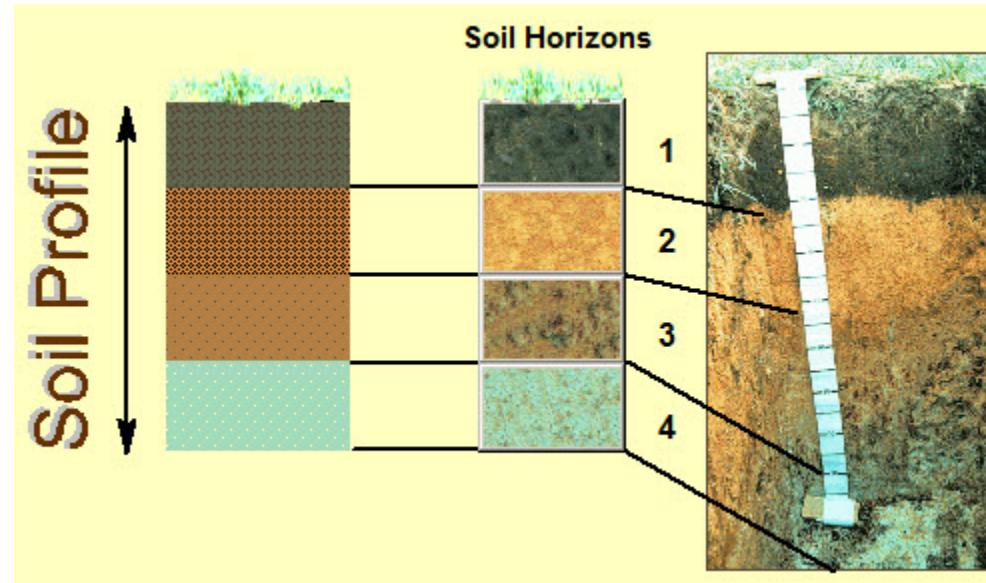
The Soil Survey is a comprehensive inventory of the soil resources of an area.

fotointerpretazione (paesaggio)

unità di paesaggio (polypedon)

scavo di un profilo di suolo (pedon → 1x1x2, 3x1x2, ecc.)

descrizione della stazione, profilo, orizzonti



Banche dati dei suoli

Dalla descrizione e rilevamento dei suoli in campo alle analisi di laboratorio:

- rilevamento dei suoli a livello degli orizzonti

The Soil Survey is a comprehensive inventory of the soil resources of an area.

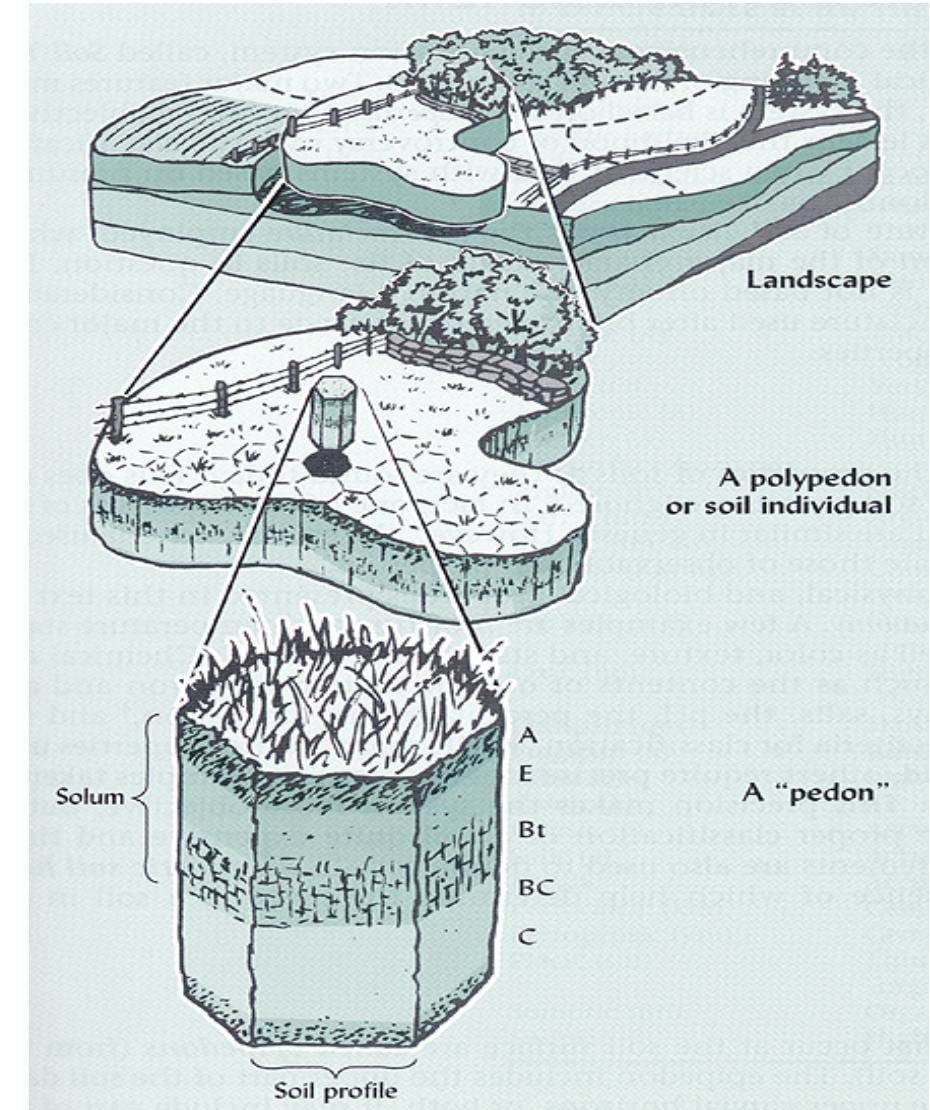
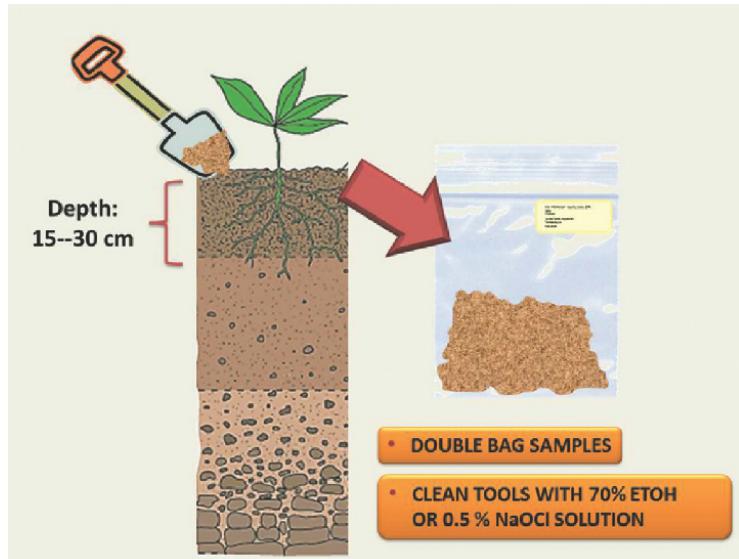
fotointerpretazione (paesaggio)

unità di paesaggio (polypedon)

scavo di un profilo di suolo (pedon → 1x1x2, 3x1x2, ecc.)

descrizione della stazione, profilo, orizzonti

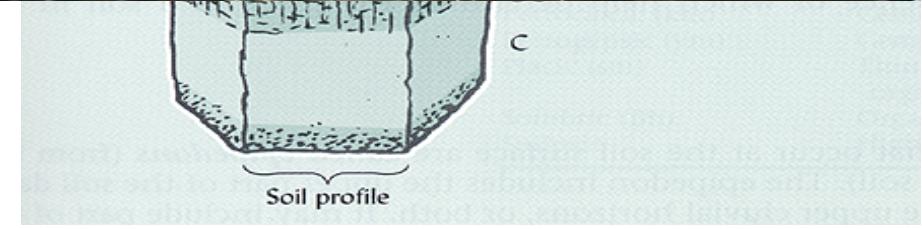
campionamento degli orizzonti (disturbato, indisturbato)



Banche dati dei suoli

Dalla descrizione e rilevamento dei suoli in campo alle analisi di laboratorio:

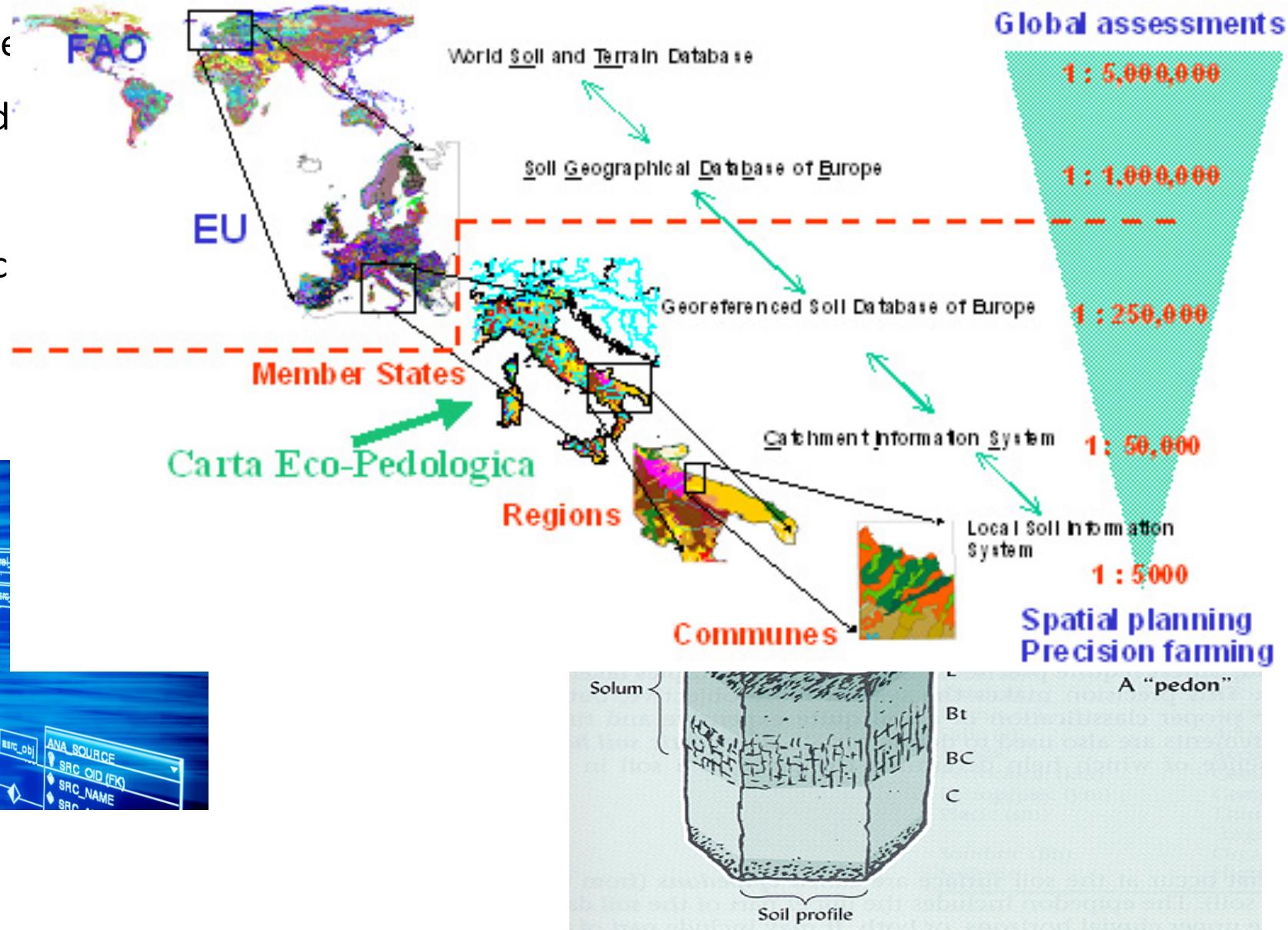
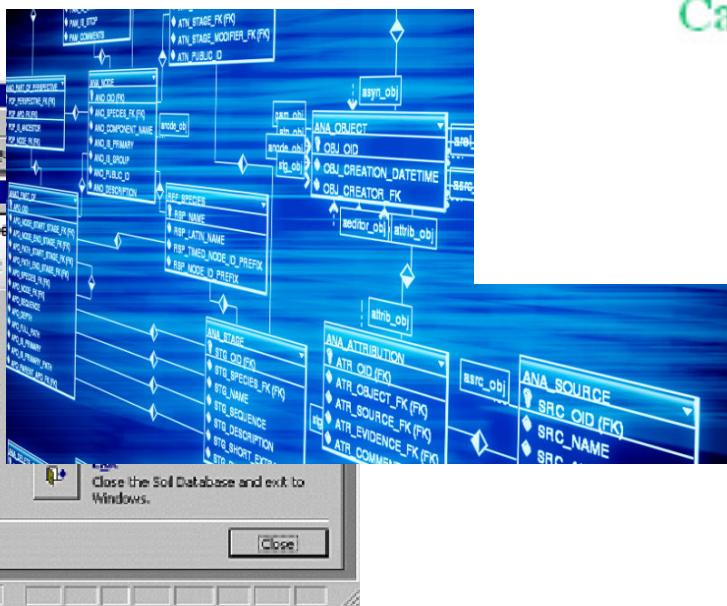
- rilevamento dei suoli a livello degli orizzonti
- analisi di laboratorio
 - ✓ chimiche, fisiche, idrologiche, ecc.



Banche dati dei suoli

Dalla descrizione e rilevamento dei suoli:

- rilevamento dei suoli a livello di:
- analisi di laboratorio
 - ✓ chimiche, fisiche, idrologiche
- caricamento delle info in db



Banche dati dei suoli

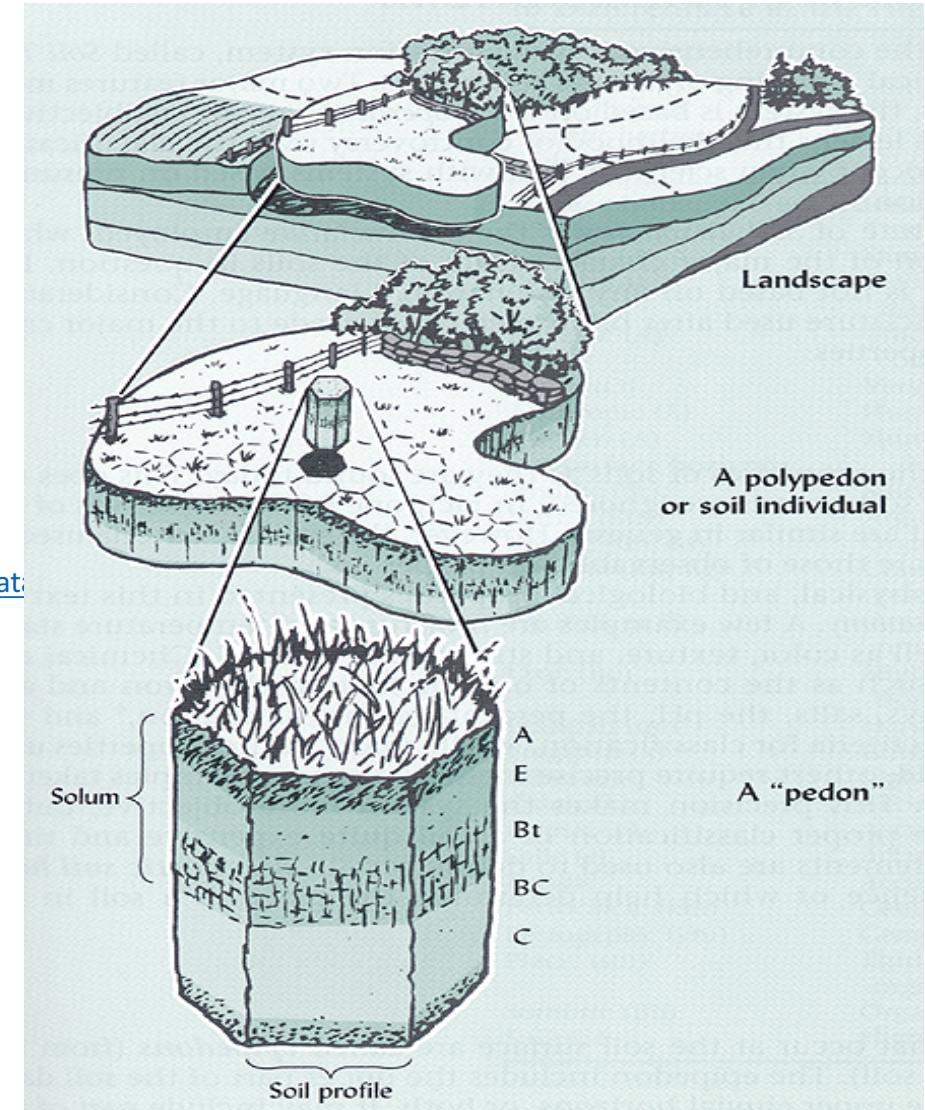
Dalla descrizione e rilevamento dei suoli in campo alle analisi di laboratorio:

- rilevamento dei suoli a livello degli orizzonti
- analisi di laboratorio
 - ✓ chimiche, fisiche, idrologiche, ecc.
- caricamento delle info in db
- esempi di banche dati sui suoli
 - ✓ [FAO](#)

[\(http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database/\)](http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database/)

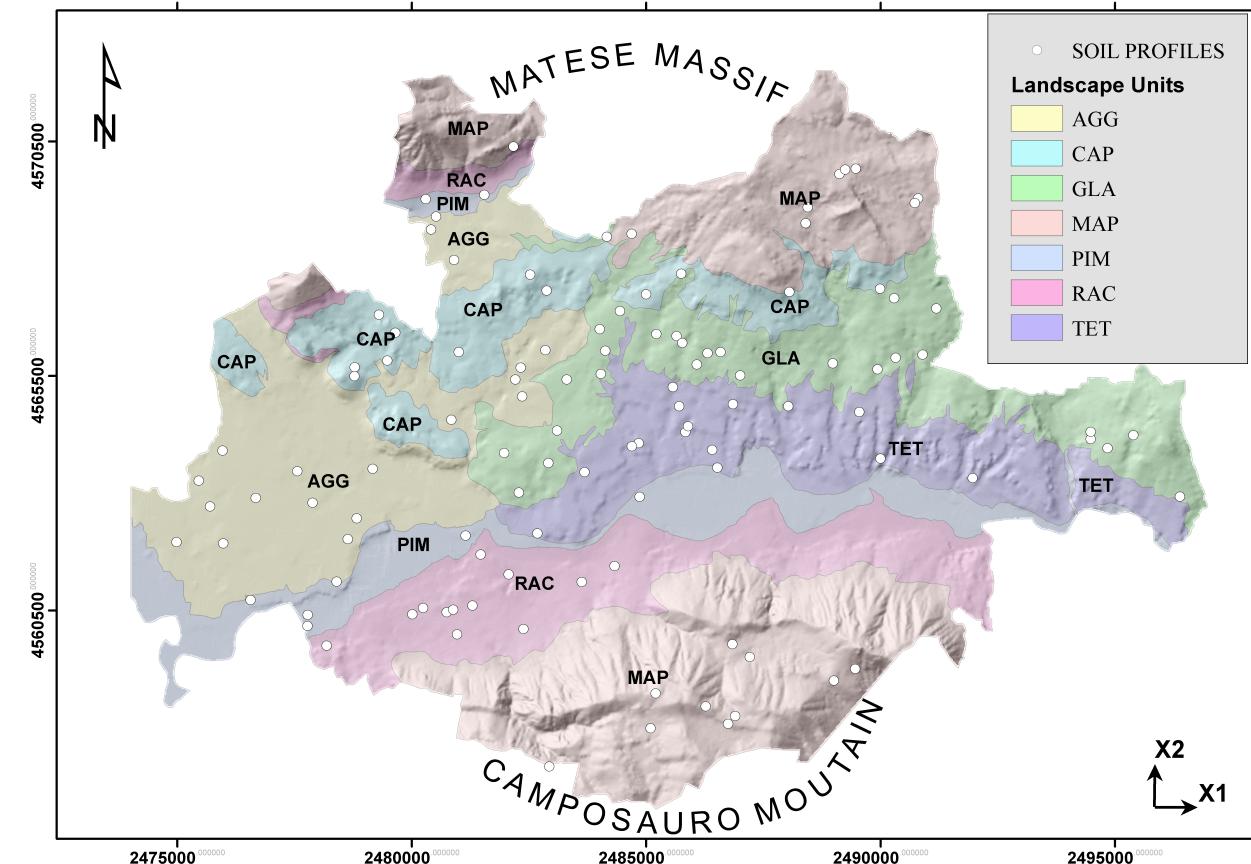
- [SSURGO](#)

https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_053627

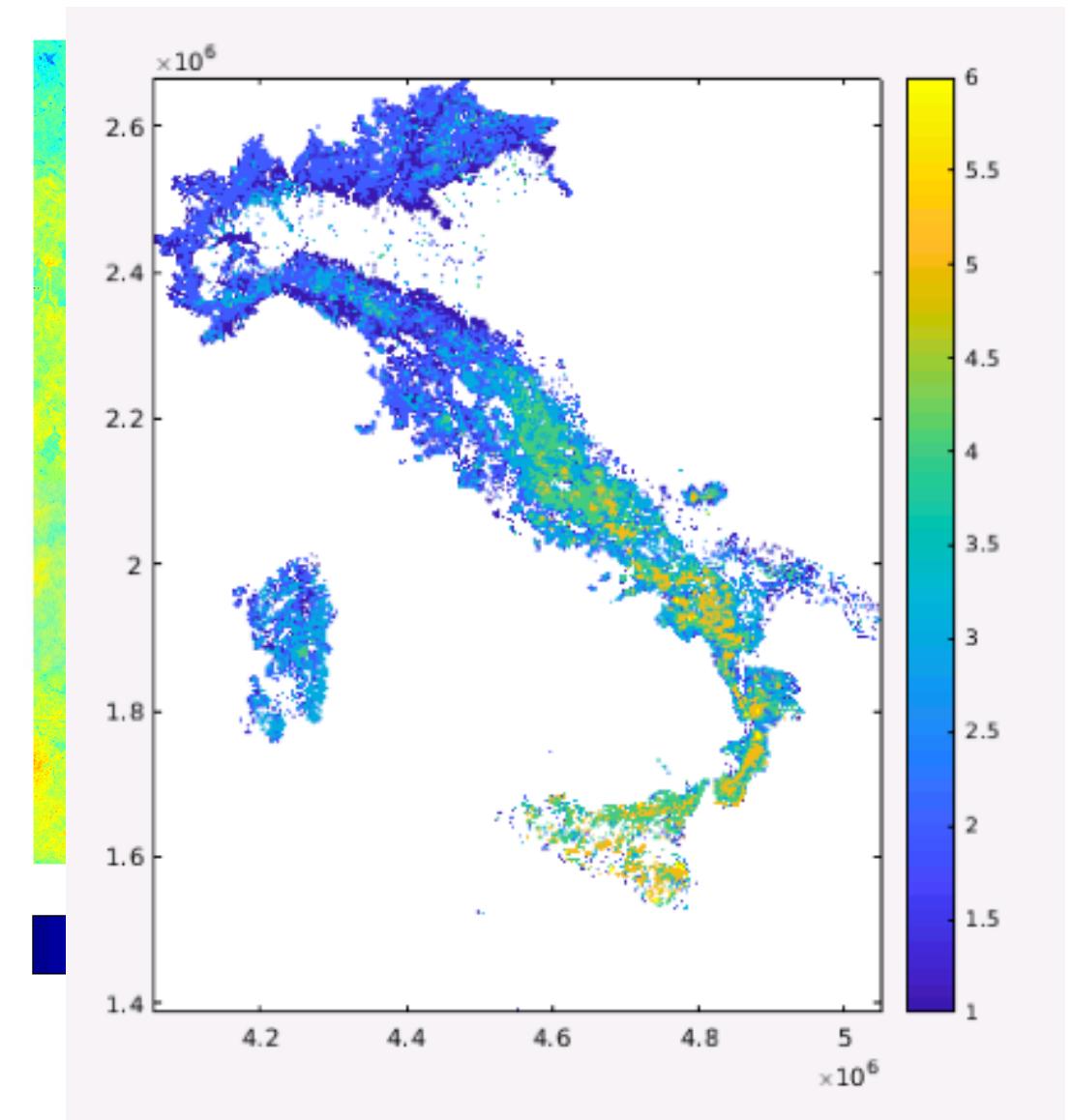


Cartografia dei suoli

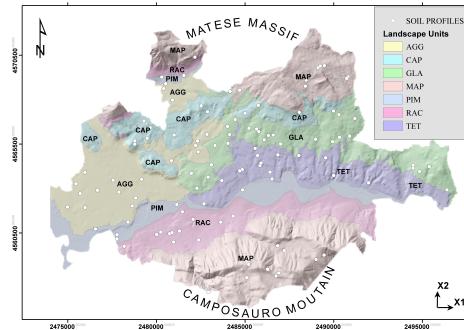
cartografia convenzionale



cartografia digitale



Cartografia dei suoli



cartografia convenzionale

- E' uno strumento strategico per la gestione del paesaggio a scale diverse
- Offre una moltitudine di informazioni georiferite sulle caratteristiche morfologiche, chimiche, fisiche, idrauliche, ecc. dei suoli;
- La minima informazione è aggregata a livello di unità di mappa (cartografiche)
- La metodologia di produzione è standard.

ma ci sono limitazioni...

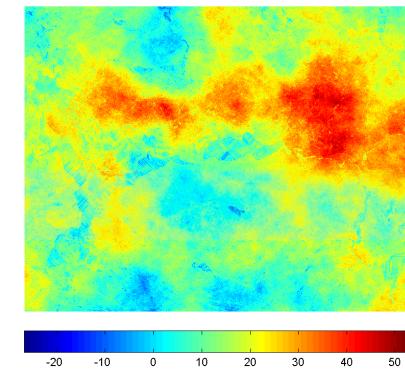
Una carta convenzionale dei suoli non è idonea a fornire uno strumento per rappresentare nello spazio le proprietà ed i tipi di suoli a causa della:

- eccessiva **generalizzazione** nel dominio **geografico** (mappa a base poligonale, funzione di variabilità spaziale a gradino)
- eccessiva **generalizzazione** nel dominio degli **attributi** (ogni poligono può avere una ed una sola classe; assegnazione booleana; tipi di suolo “*platonici*”)
- impossibilità a demarcare la **soggettività** del pedologo/rilevatore
- incompatibilità con altre informazioni ad elevata risoluzione sul paesaggio derivanti dal DTM o dal rilevamento sensoristico remoto (satelliti), distale (aereo, drone) o prossimale (geofisica) (i.e. in hydro-pedological modeling)

Cartografia dei suoli

mappa digitale dei suoli

- digitale e non digitalizzata
- **[MAPPA] Rappresentazione** di banche dati dei suoli georiferite – immagazzinate in formato digitale – che restituisce la distribuzione spaziale dei tipi di suoli e/o le proprietà dei suoli.
- **[MAPPATURA] Procedura** su base matematica e/o statistica atta a produrre soil database dei suoli georiferiti (mappe digitali dei suoli) con l'aiuto di un calcolatore informatico, combinando dati sui suoli con informazioni ausiliari.



Metodi e tecniche G.I.S.

- **Cos'è il G.I.S. ?** → Geographical Information System

A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)

LETS US VISUALIZE, QUESTION, ANALYZE,

AND INTERPRET DATA TO UNDERSTAND

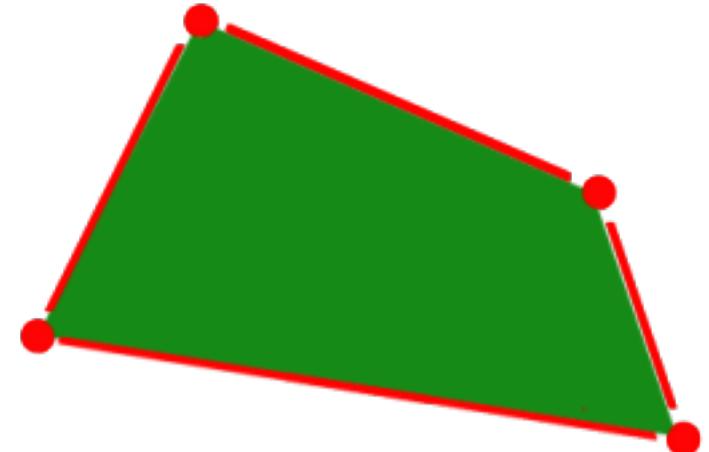
RELATIONSHIPS, PATTERNS, AND TRENDS.

(<http://gisgeography.com/spatial-data-types-vector-raster/>)

Metodi e tecniche G.I.S.

Descrizione dei principali elementi GIS:

✓ dati vettoriali/raster



Metodi e tecniche G.I.S.

Descrizione dei principali elementi GIS:

- ✓ **dati vettoriali/raster**
- ✓ **metadati** → size, data type (char, int8, float, double, ecc.), SRS, BBox, ecc.
- ✓ **coordinate** (lat/lon, easting/northing)
- ✓ **SRS** → contiene tutte le informazioni utili a posizionare il dato geografico in un sistema standardizzato atto alla rappresentazione del dato stesso
- ✓ **visualizzazione**
 - es. simbologia
- ✓ **elaborazione**
 - es. raster calculator, librerie interne come GDAL
- ✓ **interrogazione**
 - es. tasto  di info

Metodi e tecniche G.I.S.

Metodi avanzati:

- ✓ **analisi esplorativa dei dati**
- ✓ **autocorrelazione spaziale**
- ✓ **point pattern analysis**
- ✓ **tecniche di interpolazione spaziale** (geostatistica, simulazione, reti neuronali artificiali, ecc.)
- ✓ **regressione spaziale** (inclusa la regressione geograficamente pesata)
- ✓ **modelli di errore spaziale**

Esempio di applicazione GIS

→ **stima dell'erosione del suolo mediante il modello RUSLE**

sessione hands-on con QGIS (or altro GIS, es. SAGA)

Hands-on: calcoliamo la RUSLE

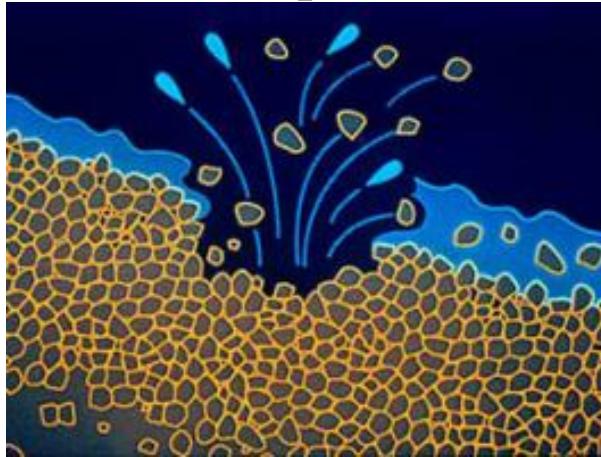
- Modello predittivo USLE di Wischmeier e Smith (1978);
- Successivamente aggiornato da Renard et al. (1997) in RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*)
- La tecnologia USLE/RUSLE consiste in un set di equazioni che stimano la perdita di suolo e la produzione di sedimento derivanti dai processi di erosione per rigagnoli (rill erosion) e laminare (interril erosion).

Hands-on: calcoliamo la RUSLE

wind erosion



raindrop erosion



sheet erosion



rill erosion



gully erosion



channel erosion



Hands-on: calcoliamo la RUSLE

Il modello RUSLE mantiene la struttura del modello USLE, come segue:

$$\mathbf{E} = \mathbf{R} * \mathbf{K} * (\mathbf{L} * \mathbf{S}) * \mathbf{C} * \mathbf{P}$$

- **E**: erosione laminare e per rigagnoli [$t \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$], proporzionale al parametro R
- **R**: erosività della pioggia e del ruscellamento [$\text{MJ mm ora}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$]
- **K**: erodibilità del suolo [$t \text{ ha ora ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$] rappresenta la perdita di suolo per unità di R, misurata su parcella standard lunga 22.13 m, con il 9% di pendenza, lavorata nel senso della pendenza e mantenuta a maggese nudo.
- **LS**: fattore topografico, accorpa il fattore lunghezza (L) e pendenza (S)
 - il fattore lunghezza **L** [adimensionale] tiene conto dell'effetto della lunghezza della pendice sull'erosione e rappresenta il rapporto fra le perdite di suolo relative ad una data lunghezza dell'apezzamento rispetto a quelle della parcella standard, avente lunghezza 22.13 m.
 - il fattore pendenza **S** [adimensionale] è il rapporto tra le perdite di suolo della parcella in esame e quelle della parcella standard avente pendenza del 9%
- **C**: è il fattore relativo alla coltura e alle tecniche colturali [adimensionale]. Esso varia fra 0 e 1 ed esprime il rapporto fra l'erosione di una data coltura e tecnica colturale con quella del maggese nudo.
- **P**: rappresenta il fattore relativo alle pratiche per conservare il suolo dall'erosione [adimensionale] come rapporto fra erosione derivante da una data pratica conservativa e quella ottenibile dal terreno nudo lavorato a rittochino. Esso varia fra 0 e 1.

Metodi e tecniche G.I.S.

QGIS

- Official QGIS website → <http://qgis.org/> (INSTALL)
SAGA → <http://www.saga-gis.org/en/index.html>
- Data (salvare i file nella cartella **exercise_data**)
 - ✓ https://github.com/giulange/Didattica/tree/master/Architettura/aa17-18/Lezione_03
- Aprire QGIS e iniziamo il tutorial...
 - ✓ Importare il fattore **R** (attenzione al formato raster .asc)
 - ✓ Importare il fattore **K** (vettoriale) → conversione in formato raster
 - ✓ Importare il fattore **LS**
 - ✓ Importare il fattore **C**
 - ✓ (giocare con un paio di valori del fattore **P**, vd tabella)
 - ✓ Aprire il **raster calculator** → moltiplicare i fattori → mappa dell'**erosione potenziale**

Hands-on: calcoliamo la RUSLE

R: erosività della pioggia e del ruscellamento [MJ mm ora⁻¹ ha⁻¹ anno⁻¹]

rainfall-runoff erosivity factor

Arnoldus 1980 (linear):

$$\mathbf{R} = (4,17 * \mathbf{F} - 152) * 17,02$$

Fournier index, modified by Arnoldus (1980):

$$\mathbf{F} = \sum_{j=1}^{12} \left(\frac{P_j^2}{P} \right)$$

P_j : average monthly rainfall

P : average yearly rainfall

Hands-on: calcoliamo la RUSLE

K: erodibilità del suolo [t ha ora ha-1 MJ-1 mm-1]

$$K = 0,0013175 * [(2,1*M*1,14 \cdot 10^{-4}) (12-a) + 3,25(b-2) + 2,5(c-3)]$$

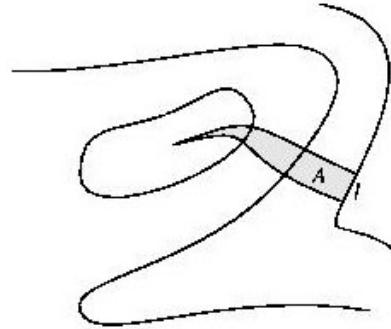
Ove:

- **(M)** è la percentuale di limo (0,1-0,002 mm) moltiplicata la quantità (100 - % di argilla);
- **(a)** è la percentuale di sostanza organica;
- **(b)** è il codice di struttura usato nella classificazione del suolo (1= granulare molto fine <1 mm; 2= granulare fine 1-2 mm; 3= granulare grossolana o media 2-10 mm; 4= massiva);
- **(c)** è la classe di permeabilità (1= rapida >130 mm/h; 2= da moderata a rapida 60-130 mm/h; 3= moderata 20-60 mm/h; 4= da moderata a lenta 5-20 mm/h; 5= lenta 1-5 mm/h; 6= molto lenta < 1mm/h). Se non si conosce il valore di permeabilità, si consiglia di usare la classe 4.

Hands-on: calcoliamo la RUSLE

LS: fattore topografico, accorpa il fattore lunghezza (L) e pendenza (S)

$$L = (m + 1) \left(\frac{\lambda_A}{22.13} \right)^m \quad S = \left(\frac{\sin(0.01745 \times \theta_{deg})}{0.0896} \right)^n$$



m: exponent representing the rill-to-interrill ratio

λ_A : specific catchment area, i.e. the upslope contributing area per unit width of contour (or rill), in m^2/m .
It is calculated in GIS using the function called “flow accumulation” multiplied by the squared cell size and divided by the cell size.

θ_{deg} : slope angle in degrees

n: shape factor (1.2-1.3)

In ambiente GIS è possibile calcolare il fattore LS a partire dal DEM:

1. Filled DEM (depressionless DEM)
2. Flow Accumulation
3. Slope
4. Raster Calculation

• $LS = (0.4+1)*Power("flowacc")*[resolution]/22.13,0.4)*Power(Sin("slope")*0.01745))/0.0896, 1.3$

Hands-on: calcoliamo la RUSLE

C: è il fattore relativo alla coltura e alle tecniche culturali

Esso varia fra 0 e 1 ed esprime il rapporto fra l'erosione di una data coltura e tecnica culturale con quella del maggese nudo.

Il maggese è quando si lascia riposare il campo senza che ci sia un coltura di interesse produttivo.

E' nudo in assenza di copertura vegetale mentre è vestito nel caso in cui sia consentita una copertura vegetale spontanea

Table 1. Area covered by different crop types, and C-factor (C_{cropn}) per crop type based on the literature review.

n	Crop type	Share (%) of the total arable land (EU-28)	C-factor
1	Common wheat and spelt	28.5	0.20
2	Durum wheat	3.2	0.20
3	Rye	3.0	0.20
4	Barley	14.8	0.21
5	Grain maize – corn	12.9	0.38
6	Rice	0.6	0.15
7	Dried pulses (legumes) and protein crop	1.9	0.32
8	Potatoes	2.4	0.34
9	Sugar beet	3.1	0.34
10	Oilseeds	5.8	0.28
11	Rape and turnip rape	8.1	0.30
12	Sunflower seed	4.8	0.32
13	Linseed	0.1	0.25
14	Soya	0.5	0.28
15	Cotton seed	0.4	0.50
16	Tobacco	0.1	0.49
17	Fallow land	9.8	0.50

[Panagos et al. \(2015\)](#)

Hands-on: calcoliamo la RUSLE

P: rappresenta il fattore relativo alle pratiche per conservare il suolo dall'erosione

$$\text{Panagos et al. (2015)} \quad P = P_c \times P_{sw} \times P_{gm}$$

Table 3. P-factor for contour support practice for different slope gradient.

No of features (stone walls or grass margins)	% of total stone walls observations	P_{sw}	% of total grass margins observations	P_{gm}	Slope (%)	Support practice factor for contouring, P_c	
					9–12	0.6	
0	95.08%	1	72.99%	1	13–16	0.7	
1	2.51%	0.707	11.36%	0.853	17–20	0.8	
2	1.10%	0.577	9.73%	0.789	21–25	0.9	
3	0.53%	0.500	3.06%	0.750	>25	0.95	
4	0.32%	0.448	1.70%	0.724	Land Cover	CORINE classes	% of stones walls
5	0.15%	0.408	0.60%	0.704	Arable lands	211–213	12.5%
6	0.10%	0.378	0.30%	0.689	Permanent crops	221–223	9.2%
7	0.06%	0.354	0.12%	0.677	Pastures	231	11.4%
8	0.05%	0.334	0.07%	0.667	Heterogeneous agr. areas	241–244	29.0%
>8	0.09%	0.317	0.07%	0.660	Forests	311–313	15.0%
Total	100.0%		100.0%		Scrub/herbaceous vegetation	321–324	18.4%
					Open Spaces/little vegetation	331–334	0.9%
					Artificial land – water bodies – other	1x, 4x, 5x	0.1%
							3.8%
							4.1%
					Total		100.0%
							100.0%