



# Naturopa

*Naturopa*, rivista illustrata del Centre Naturopa del Consiglio d'Europa.

Direttore responsabile: Hayo H. Hoekstra.

Ogni informazione su *Naturopa* e sul Centre Naturopa può essere richiesta al Centro o alle agenzie nazionali:

- Centre Naturopa, Conseil de l'Europe, BP 431 R6 F-67006 Strasbourg Cedex
- Dr. sea E. Mamone, Ministero dell'Agricoltura, Ufficio Relazioni Internazionali, via XX settembre, 18 - 00187 Roma.

Articolo tratto da *NATUROPA*, n° 57, 1987

Ed. Centro europeo per la conservazione della natura  
Consiglio d'Europa, Strasbourg.

## IL SUOLO - ELEMENTO NATURALE

Winfried E.H. Blum(\*)

### Formazione e proprietà dei suoli

Osservando uno scorcio di paesaggio, ad esempio di una regione montana della massa continentale europea, si può constatare che il tipo di rocce, il rilievo, l'altitudine, il declivio e l'esposizione dei versanti, il tipo di vegetazione e di utilizzo del suolo da parte dell'uomo, le caratteristiche idrologiche del paesaggio, ecc., sono altrettanti parametri significativi della presenza di suoli diversi, a volte in un'area estremamente ridotta. Nelle regioni di alta montagna si trovano solo suoli ridotti ad uno strato superficiale assai sottile; in effetti, per via dell'altezza del rilievo, essi vengono esposti ad un processo di erosione continuo (suoli grezzi). Nelle zone di media altitudine, vi sono già suoli il cui strato superficiale è ben formato su un substrato roccioso (rendzina). A quote più basse si sono costituiti suoli con uno strato superficiale ben sviluppato sovrastante un orizzonte illuviale che copre un substrato roccioso (terra fusca). Nelle pianure alluvionali, i suoli sono imbevuti dalla falda freatica (glei).

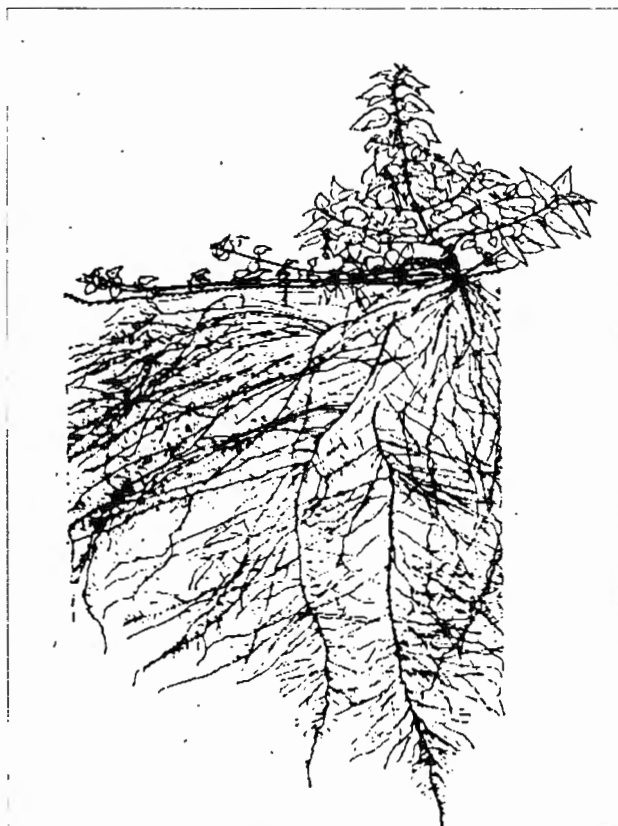
(\*) Institut für Bodenforschung und Baugeologie, Ordinariat für Bodenkunde, Gregor Mendel Strasse 33, A-1180 Vienna.

Questo esempio dimostra che non si può parlare di suolo, ma di tipi, di famiglie di suoli.

Nonostante le grandi differenze esistenti fra i diversi tipi/famiglie di suoli, si osservano importanti caratteristiche comuni, che esamineremo brevemente.

Il principale denominatore comune è il modo in cui si formano i suoli, a partire dalla disgregazione fisica e chimica delle rocce e dalla decomposizione biologica -o, se si preferisce, biochimica- di sostanze organiche, di frammenti vegetali e di spoglie animali. Si forma allora l'humus che, sotto l'azione di organismi, penetra nel suolo aggregandosi ai minerali liberati, a partire dallo strato inferiore, dalla disgregazione della roccia. Più essa è forte, più intense sono la decomposizione e la trasformazione della materia organica e più netto è lo sviluppo del suolo.

I suoli, quindi, sono strati di materiali sciolti, vivi e reattivi che si sovrappongono dalla superficie fino alla roccia (porzione della crosta terrestre più superficiale: pedosfera). I suoli sono di formazione recente,



a partire da materie di origine minerale e organica e grazie al contributo di materiali e di energia provenienti dall'atmosfera; i processi di formazione e di trasformazione si susseguono a ritmo continuo (sistema dinamico diviso in tre fasi: solida, liquida e gassosa). Sia dal punto di vista ecologico, sia dal punto di vista della protezione dell'ambiente, questa definizione classica dei suoli può essere allargata per potervi includere i sedimenti sciolti profondi e gli strati rocciosi che comportano numerose cavità, compresi gli strati imbevuti di acqua sotterranea. Il suolo così concepito, spaccato tridimensionale della parte superficiale della crosta terrestre, può essere molto profondo.

La formazione e lo sviluppo dei suoli in Europa sono stati profondamente influenzati dai periodi glaciali e interglaciali del quaternario. I suoli dei periodi interglaciali e i suoli relativamente antichi erosi dai ghiacciai e dall'azione del gelo, dell'acqua e del vento -come in buona parte dell'Europa a nord della zona mediterranea- risalgono, tranne alcune eccezioni, a meno di 14.000 anni fa. A causa della loro vita molto «breve», i suoli possiedono ancora al-

cune delle caratteristiche delle varie rocce originarie, mentre conservano in misura minore le caratteristiche del tipo di vegetazione originaria. I vari suoli hanno altre caratteristiche importanti in comune, come le componenti inorganiche (minerali) e organiche, la presenza di organismi (che ne fanno una materia viva) e il sistema dei pori.

### Il suolo, ambiente reattivo

La disgregazione fisica e chimica/biochimica delle rocce è all'origine della comparsa nel suolo di nuove particelle inorganiche molto reattive. Sono caratterizzate dalle dimensioni assai ridotte (diam.  $< 2\mu\text{m}$ ) e da una superficie (esterna e, parzialmente, anche interna) molto sviluppata, che possiede una carica elettronegativa o (raramente) elettropositiva. Fra queste particelle minerali molto reattive figurano essenzialmente i minerali argillosi e gli ossidi. Alcuni minerali argillosi hanno una superficie che può raggiungere gli  $800\text{ m}^2/\text{g}$ . La superficie dei minerali argillosi è in media di circa  $100\text{-}200\text{ m}^2/\text{g}$ . Grazie alla loro ampia superficie e alla loro carica elettrica, questi minerali sono capaci di legare o di scambiare gli ioni positivi e negativi del suolo.

D'autunno, quando cadono le foglie, i frammenti vegetali e le altre materie vegetali o animali morte hanno già subito un primo processo di decomposizione (biochimica), come dimostra, ad esempio, il colore autunnale delle foglie. Dopo altre due fasi del processo -il calpestio e la triturazione meccanica operata da animali, seguita dalla decomposizione ad opera di microrganismi- parte della sostanza organica primaria è mineralizzata, cioè totalmente trasformata in acqua,  $\text{CO}_2$  e in nutrienti che, immessi nel suolo e nell'aria, permetteranno un nuovo sviluppo vegetale (principio del ciclo). Tuttavia, un'altra parte della sostanza organica di partenza si trasforma, sotto l'azione di microrganismi, in una sostanza organica macromolecolare -l'humus- che può perdurare per millenni e che conferisce allo strato superficiale il suo tipico colore, dal marrone scuro al marrone-nero e che, contemporaneamente, permette importanti reazioni fisico-chimiche e biochimiche nel suolo. L'humus ha una superficie ancora più grande dei minerali argillosi (fino a  $1.000\text{ m}^2/\text{g}$ ); per via della sua struttura chimica di superficie, possiede cariche elettronegative o elettropositive a seconda del pH del suolo, grazie alle quali è in grado di effettuare numerose reazioni di legame e di scambio.

I processi di cui si è parlato, che riguardano la decomposizione e la trasformazione della sostanza organica nei suoli, sono operati dagli organismi viventi: in un suolo dello spessore di 30 cm, vi sono circa 25 tonnellate/ettaro di organismi, tra cui una decina di ton. di batteri e actinomiceti (organismi intermedi tra batteri e funghi), una decina di ton. di funghi, quattro ton. di vermi e circa una ton. di altri organismi, quali acari, ragni, collemboli, chiocciole, roditori, ecc. Questi dati, paragonati alla capacità massima della popolazione animale ospitata da un pascolo ben fornito, dimostrano che la biomassa contenuta nel suolo può essere almeno 10 volte più importante di quella della superficie.

Per riassumere, si può dire, per quanto riguarda le componenti inorganiche del suolo, che le loro numerose possibilità di reazioni fisiche, chimico-fisiche e biochimiche sono dovute alla loro superficie molto sviluppata e alla loro carica elettrica, positiva o negativa. Considerando che una porzione di terreno arabile di un ettaro, profondo 20 cm, contiene 3.000 ton. di materiali e considerando inoltre che i minerali argillosi rappresentano il 20% del peso di questa materia (cioè 600 ton.) e che l'humus ne rappresenta il 3% (90 ton.), si arriva facilmente alla conclusione (prendendo come valore medio per la superficie dei minerali argillosi e dell'humus rispettivamente 200 m<sup>2</sup>/g e 1.000 m<sup>2</sup>/g) che i componenti di un ettaro di suolo sviluppano una superficie paragonabile a quella di uno stato europeo di media importanza.

I componenti minerali e organici del suolo appena descritti sono stratificati e porosi. Il sistema dei pori subisce incessanti trasformazioni, dovute a diversi processi interni -dilatazione e contrazione del suolo, attività animale e vegetale (per esempio, delle radici)- e alle coltivazioni. I pori costituiscono l'habitat degli organismi del suolo e assicurano la circolazione idrica e gassosa (aeroregolazione) del suolo. Vengono classificati in diverse categorie a seconda del diametro. Nei pori di diametro notevole (superiore a 50 µm o compreso tra 50 e 10 µm), l'acqua può scorrere goccia a goccia sotto l'effetto della gravità. Essi sono quindi essenziali per l'aeroregolazione del suolo; costituiscono, inoltre, il biotopo principale per gli organismi del suolo come pure per le radici della vegetazione di superficie. I pori medi (diametro compreso tra 10 e 2 µm) possono sostenere l'acqua vincendo la forza di gravità; possono quindi immagazzinare l'acqua per le radici e per gli altri organismi. Di conseguenza, la

loro presenza nel suolo è fondamentale per l'approvvigionamento idrico della biosfera. Per quanto riguarda i pori fini (diametro inferiore a 2 µm), sono anch'essi capaci di immagazzinare l'acqua ma quest'ultima, trattenuta in essi, non è utilizzabile dalle piante. Il sistema dei pori costituisce quindi lo spazio pedologico in cui si svolge l'insieme dei processi dinamici tra fasi gassosa e liquida e fase solida, cioè, in altri termini, tra il contenuto dei pori e la loro parete.

Queste proprietà si distribuiscono diversamente a seconda del tipo di suoli o di famiglie di suoli. Tuttavia, dati i numerosi meccanismi di azione che intervengono sul piano fisico, chimico o biologico/biochimico, esse costituiscono la base della capacità di reazione del suolo nell'ambiente, sovrintendono cioè alle funzioni ecologiche del suolo. I suoli hanno, inoltre, funzioni tecnico-industriali per le quali le caratteristiche citate non sono fondamentali. Nei paragrafi seguenti presenteremo queste diverse funzioni.

### Le cinque funzioni pedologiche

Esaminando il problema delle relazioni fra suolo e ambiente e basandosi sull'analisi approfondita della situazione ecologica attuale, si possono attribuire al suolo tre funzioni ecologiche -basate sulle proprietà già descritte- e due funzioni tecnico-industriali, che si riferiscono in buona parte ad altri parametri.

Sul piano ecologico, i suoli sono caratterizzati dalle tre seguenti funzioni:

**Funzione di produzione agricola e forestale,** cioè produzione della biomassa dalla quale uomini ed animali estraggono il cibo, nonchè altre materie prime indispensabili per la loro sopravvivenza. In questo caso, il suolo rappresenta un substrato nutritivo che fornisce ai vegetali l'aria, l'acqua e le sostanze necessarie al loro sviluppo.

**Funzione di tampone, di filtro e di trasformazione.** In questo caso, il suolo svolge un ruolo di filtro, di tampone e di trasformazione fra atmosfera e falda freatica da un lato, falda freatica e piante dall'altra. Un esempio del ruolo di importante tampone è la capacità acquifera, cioè la capacità di assorbimento dell'acqua piovana nel suolo che, dopo un certo periodo di tempo, è consegnata alla falda frea-

tica, ai vegetali e all'atmosfera. Questa proprietà è particolarmente importante nelle zone montuose perchè regola i deflussi e protegge l'ambiente dall'erosione. Esistono, inoltre, altre importanti funzioni, fisico-chimiche e chimiche, che fungono da filtro e da tampone. Una funzione essenziale, in questo contesto, è la preservazione della purezza della falda freatica e della catena alimentare; entrambe, in effetti, contribuiscono alla salvaguardia della vita. Grazie alle reazioni fisiche, chimiche e biologiche/biochimiche prima descritte, il suolo è capace non solo di filtrare meccanicamente le sostanze (negli strati porosi), ma anche di combinare mediante diverse reazioni fisico-chimiche certe sostanze tossiche inorganiche - come i metalli pesanti ed i radionuclidi - così strettamente da impedire che riescano a raggiungere la fase acquosa del suolo e, quindi, che arrivino alla falda freatica o alla catena alimentare. Altra funzione importante è quella biologica/biochimica, cioè la proprietà dei suoli di degradare, grazie all'azione microbica, le sostanze tossiche organiche e, quindi, di renderle totalmente o parzialmente inoffensive.

Quelle di tampone, di filtro e di trasformazione sono quindi funzioni del suolo che contribuiscono a garantire e a salvaguardare la vita, nel senso che favoriscono la protezione idrogeologica del paesaggio, la conservazione della purezza della falda freatica e dell'acqua potabile, come pure degli alimenti. Queste funzioni sono state pienamente valutate solo di recente e ciò spiega perchè questo campo è stato solo



parzialmente esplorato.

**La funzione di protezione genetica e di riserva genetica** per salvaguardare la diversità delle specie. Questo ruolo riguarda la salvaguardia degli organismi che vivono nel suolo. La conservazione genetica costituisce uno dei ruoli essenziali per preservare elementi che condizionano la sopravvivenza dell'uomo; in effetti, è necessario proteggere non solo gli animali e le piante che vivono in superficie, ma anche quelli che vivono nel suolo. Attualmente, la salvaguardia genetica del sottosuolo è minacciata da diversi fattori, in particolare da rifiuti di diversa origine.

Sul piano tecnico-industriale, i suoli possiedono altre due funzioni fondamentali; la loro definizione non dipende però dalle proprietà pedologiche già citate, ma da altri parametri.

**La funzione «infrastrutturale»** che consiste nel fornire terreni per l'insediamento umano, per impianti industriali, per reti viarie, per infrastrutture destinate allo sport, al tempo libero e alle attività di svago, come pure per lo scarico dei rifiuti domestici o industriali, ecc.

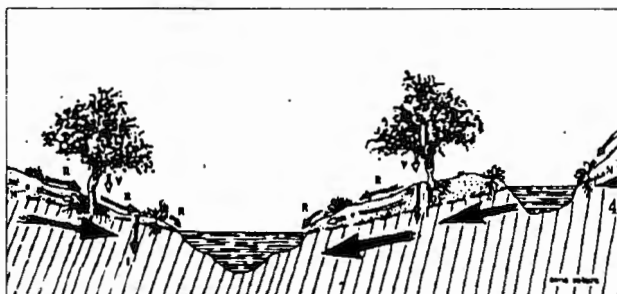
**La funzione «materie prime»**, che consiste nell'approvvigionamento in materie solide come l'argilla, la sabbia, la ghiaia, i minerali, ecc. per la produzione tecnico-industriale, come pure per l'approvvigionamento idrico.

A proposito di queste due funzioni tecnico-industriali, è opportuno sottolineare che escludono, almeno parzialmente, le funzioni ecologiche o che le riducono notevolmente.

**Concorrenza fra funzioni del suolo: una chiave per capire i problemi della protezione dell'ambiente e del suolo**

I problemi fondamentali della protezione dei suoli e dell'ambiente derivano oggi dalla concorrenza esistente fra le varie funzioni pedologiche. Parliamo della concorrenza fra le funzioni ecologiche e quelle tecnico-industriali, come pure della concorrenza esistente all'interno delle varie funzioni.

Nei secoli precedenti il suolo è stato considerato essenzialmente quale substrato per la produzione di



alimenti e di materie prime rinnovabili, il che è comprensibile, date la cronica scarsità di alimenti e le carestie. Essendo relativamente ristretti gli insediamenti e abbastanza moderato lo sfruttamento delle fonti energetiche fossili e delle materie prime -e quindi limitato l'inquinamento dell'ambiente- le altre funzioni ecologiche del suolo (filtro, tampone, trasformazione e preservazione genetica) non erano praticamente minacciate. Ma questa situazione si è radicalmente modificata a partire dagli anni '50. L'incremento della densità di popolazione, lo sviluppo complessivo delle infrastrutture e, in particolare, delle reti di comunicazione, nonché l'industrializzazione crescente, rappresentano altrettante evoluzioni che hanno provocato notevoli danni al suolo. A tutto ciò bisogna aggiungere l'incremento del consumo di terreni -per gli insediamenti civili, i trasporti, la produzione industriale, l'eliminazione dei rifiuti, le infrastrutture per lo svago e il tempo libero- avvenuto in proporzioni tali da creare una concorrenza preoccupante con le funzioni ecologiche del suolo.

Si registrano inoltre, oggi, situazioni di viva concorrenza fra le diverse funzioni ecologiche. Per esem-

pio, l'utilizzo dei fertilizzanti e dei trattamenti fitosanitari, per proteggere le colture e aumentare la produzione della biomassa, costituiscono ostacoli difficilmente superabili per la funzione di filtro, di tampone e di trasformazione dei suoli, in particolare se si considera anche il fenomeno della diffusione delle sostanze tossiche provenienti dall'industria, dai trasporti o da altre fonti. Ciò si manifesta non solo con la contaminazione della falda freatica o dell'acqua potabile dai nitrati o dai pesticidi, ma anche, a volte, con la contaminazione dei prodotti alimentari da parte di queste sostanze organiche o inorganiche.

La funzione di preservazione genetica è altrettanto minacciata dagli scarichi che vengono sversati un po' dappertutto, nonché dall'utilizzo intensivo delle tecnologie nell'agricoltura.

Riassumendo, si può affermare che, pochi decenni fa, il suolo, grazie alle sue proprietà fisiche, chimiche e biologiche, era pienamente in grado di rispondere alle sue funzioni vitali, sia ecologiche, sia tecnico-industriali, senza essere esposto ad eccessive pressioni. Oggi, invece, constatiamo -e le proporzioni del fenomeno sono preoccupanti- che queste funzioni sono state compromesse da orientamenti economici ed ecologici sbagliati, sia a livello internazionale, sia a livello locale e che, di conseguenza, l'insieme del sistema pedologico è minacciato. E' necessario quindi adottare, sulla base delle conoscenze attuali, misure di protezione generale volte a correggere gli orientamenti sbagliati, per proteggere e salvaguardare il suolo e le sue funzioni vitali per il futuro dell'umanità.

