

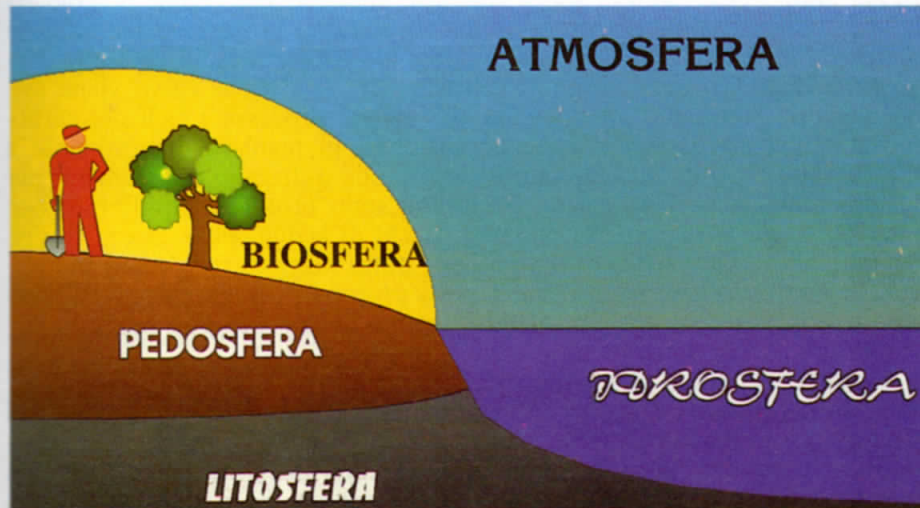
1.1. Prime definizioni

Il suolo può essere definito come luogo di transizione ed interazione dinamica fra:

- la litosfera, costituita dall'insieme dei corpi rocciosi inalterati del pianeta;
- l'atmosfera, data dall'insieme dei gas che interagiscono con la superficie terrestre, la gran parte dei quali fluisce nei vuoti che ogni suolo presenta;
- l'idrosfera, costituita dall'insieme delle acque superficiali e profonde, e comprendente quelle che occupano, spesso temporaneamente, i diversi suoli interessati da precipitazioni, sommersioni e risalita capillare;
- la biosfera, data dall'insieme degli organismi viventi, con un gran numero di specie che svolgono la loro vita nel suolo, e tante altre che lo utilizzano come ancoraggio e nutrimento.

Questo luogo di transizione costituisce la **pedosfera** (Figura 1.6), in cui i corpi rocciosi, a contatto con l'atmosfera, vengono progressivamente disgregati e trasformati, occupati dall'aria e dall'acqua, abitati da organismi viventi.

La pedosfera è un luogo che appartiene alla litosfera, all'atmosfera, all'idrosfera ed alla biosfera, ma possiede anche una sua «autonomia» proprio perché essa, sola, è il risultato, nel tempo, dell'interazione fra le altre quattro. Utilizzando l'insiemistica potremmo rappresentare la pedosfera come intersezione di quattro insiemi, rappresentanti ognuno, rispettivamente, le sfere citate (Figura 1.7).



$S = A \cap B \cap C \cap D$

Figura 1.6
La pedosfera come luogo di transizione alle altre quattro sfere.

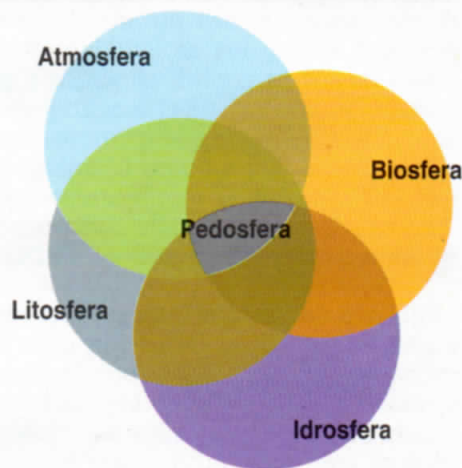


Figura 1.7
La pedosfera come risultato dell'intersezione degli insiemi che rappresentano le altre quattro sfere.

La pedosfera rappresenta un luogo fondamentale per il compimento dei più importanti cicli naturali.

Il ciclo del carbonio, ad esempio, può essere semplificato pensando al suo inizio con la fotosintesi clorofilliana, che consente alle piante di produrre sostanza organica a partire dall'anidride carbonica, in presenza di energia luminosa; la sostanza organica costituisce un anello indispensabile in determinate catene alimentari, essendo il nutrimento di animali erbivori. D'altra parte una quota notevole della sostanza organica prodotta dalle piante cade al suolo, ed in esso, grazie all'azione della pedofauna e della pedoflora, viene dapprima legata alla materia minerale del suolo e trasformata in humus (l'humus è un componente del suolo che impareremo a conoscere nel Paragrafo 1.3); in un secondo tempo, con l'intervento di batteri, le molecole di humus vengono spezzate, ed insieme ad altri elementi, anche il carbonio viene liberato e può tornare in ciclo.

Un ragionamento analogo può essere fatto per l'azoto, di cui possiamo schematizzare l'inizio del ciclo con l'azione simbiotica che avviene nelle leguminose, con determinate popolazioni batteriche in grado di fissare l'azoto atmosferico; grazie a tale disponibilità le piante possono utilizzare tale azoto (che l'agricoltore fornisce alle altre colture con la concimazione), crescere e costituire nutrimento per organismi eterotrofi. Le quote di sostanza organica ricadenti al suolo, sotto forma di residui vegetali ed animali, contengono importanti componenti azotate; esse possono essere incorporate alle molecole di humus e costituire successivamente elemento nutritivo per quei vegetali incapaci di attivare simbiosi: in tal modo l'azoto può rientrare in un nuovo ciclo.

In entrambi i cicli naturali sopra illustrati, abbiamo visto come il suolo sia la sede indispensabile dei processi che consentono la trasformazione della materia e lo scambio dell'energia, e come la pedosfera reciti un ruolo attivo nella dinamica degli equilibri ecosistemici. Tale ruolo attivo viene evidenziato se guardiamo all'efficienza dei diversi processi: i cicli del carbonio e dell'azoto possono essere condizionati in maniera determinante a seconda dei suoli in cui crescono i vegetali che utilizzano tali elementi per incrementare la propria massa. Se i suoli sono profondi, equilibrati, ben provvisti degli altri elementi nutritivi, ricchi di acqua senza essere troppo bagnati, allora l'efficienza di tali processi potrà raggiungere i valori più elevati. Il contrario accadrà con suoli poco profondi, con drenaggio difficoltoso o troppo secchi, troppo argillosi, troppo limosi o troppo sabbiosi, ricchi in sali o con elementi tossici per le piante.

Il sostegno del suolo alle attività dell'uomo non si limita alla produzione agricola e forestale. I suoli sono ad esempio il supporto per i principali manufatti e le infrastrutture e, soprattutto in pianura, le nostre città, nuovi tracciati stradali, linee di comunicazione sotterranee, devono sempre più fare i conti con i caratteri che i suoli presentano. Se i suoli sono acidi,

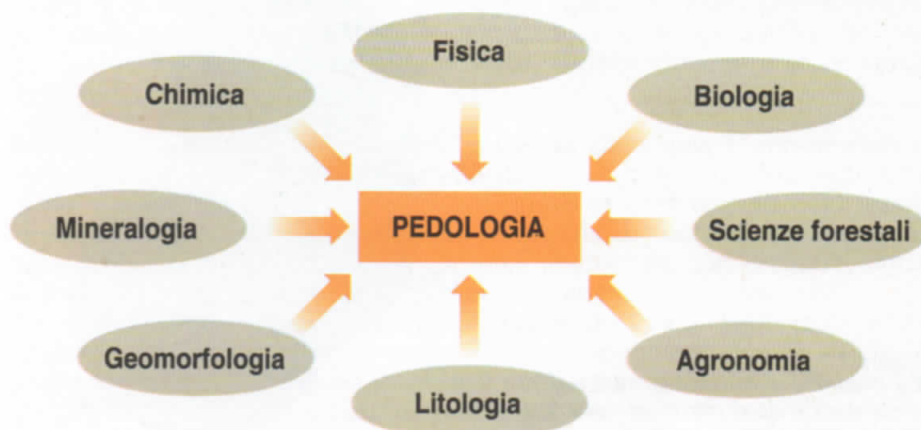


Figura 1.8
La pedologia come disciplina che sta al punto di contatto fra diverse scienze.

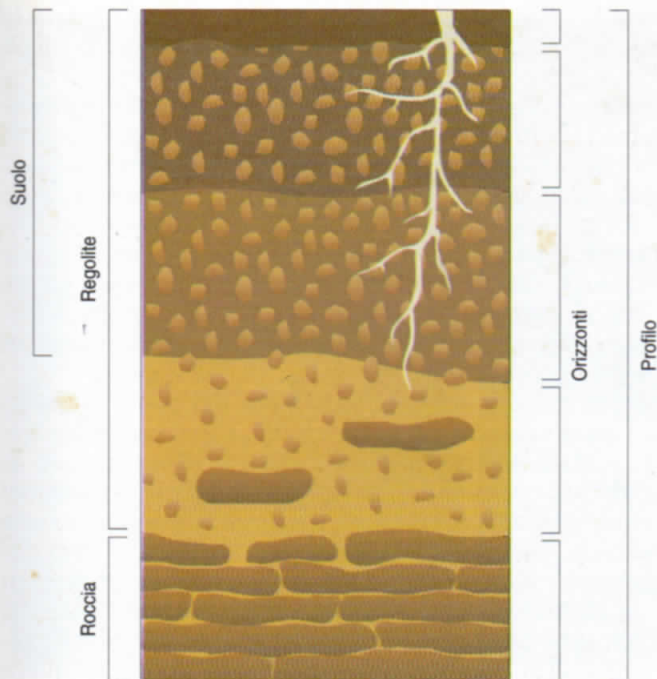


Figura 1.9
Alcuni concetti fondamentali: la roccia, il regolite appoggiato sulla roccia, il suolo che è parte del regolite, un profilo ed i suoi orizzonti.



Figura 1.10
Il regolite su cui cresce la foresta poggia su roccia dura, in cui è stata aperta una cava.

possono facilitare la corrosione delle tubazioni. Se i suoli presentano un drenaggio difficoltoso, facilmente gli scantinati soffriranno di infiltrazioni di acqua. Se dominano materiali argillosi, ad elevata plasticità ed estensibilità, i manufatti saranno sottoposti a forti tensioni col variare del contenuto idrico nelle diverse stagioni, provocando rotture e deformazioni.

La pedologia è una disciplina scientifica che si situa anch'essa al punto d'incontro fra diverse scienze: fisiche, chimiche, biologiche (es. botanica, zoologia, microbiologia), geologiche (es. mineralogia, litologia, geomorfologia) ed agroforestali (es. produzione vegetale, nutrizione delle piante, agronomia). La pedologia comprende la ricerca, l'insegnamento, lo studio e la gestione del suolo (Figura 1.8).

A differenza dei minerali, delle piante e degli animali, i suoli non costituiscono entità chiaramente separate e distinte, e non sono esattamente definibili. I suoli potrebbero essere descritti come fenomeni di «confine» o di «frontiera» che avvengono alla superficie terrestre.

Per sottolineare questa posizione di confine, a volte si dice che il suolo è per la Terra come una buccia per il frutto: è un paragone accettabile, ma bisogna evidenziare anche la grande variabilità che esiste da un posto all'altro del Pianeta e delle sue terre emerse. Anche un esame occasionale di una parete stradale ci dà l'idea di tale variabilità; se poi questa strada si inerpica per una montagna, è frequente notare la differenza fra un materiale non consolidato che inizia dalla superficie e la roccia dura sottostante. Il materiale non consolidato, che può essere spesso pochi centimetri ma anche decine di metri, viene definito **regolite**; il regolite può essere legato all'alterazione della roccia sottostante oppure essere il risultato del trasporto dovuto all'acqua, al vento, al ghiaccio, alla gravità (dove la pendenza è sufficiente) (Figura 1.9). Il regolite ha una composizione variabile da luogo a luogo (Figure 1.10 e 1.11).

Un esame dei primi 100-200 centimetri del regolite mostra che essi differiscono dal materiale sottostante; essi sono più ricchi in materia organica (rielaborata dagli organismi che vivono nel suolo) e in genere più scuri; data la vicinanza con l'atmosfera, essi sono più soggetti all'alterazione e subiscono per primi l'impatto dell'acqua di pioggia; i prodotti dell'alterazione tendono a muoversi dall'alto verso il basso, originando una stratifi-



Figura 1.11
Esempio di regolite trasportato dal ghiaccio: il materiale è incoerente e vi è un grosso masso (del diametro di circa 2 m) che testimonia l'origine glaciale.

RAGGIUNGE

solum →

cazione orizzontale caratteristica: possiamo così definire il *suolo* come la parte superiore del regolite, soggetta all'alterazione ed all'influenza degli organismi viventi.

Nel suolo possono avvenire processi distruttivi, come l'attacco dei microrganismi ai residui organici, o processi costruttivi, come la formazione di nuovi minerali: le forze che agiscono in senso distruttivo e costruttivo hanno una diversa intensità da luogo a luogo, e questo fa sì che ci possano essere in natura svariati tipi di suolo.

I suoli situati su pendenze forti non sono in genere così profondi come quelli su pendii dolci; i suoli che si formano su arenarie possono essere più sabbiosi di quelli che si formano su marne; i suoli degli ambienti tropicali subiscono influenze del clima diverse da quelli in prossimità dei ghiacciai polari.

I pedologi hanno imparato a riconoscere la variabilità dei suoli da luogo a luogo e le ragioni che contribuiscono a tale variabilità, come meglio vedremo nei Capitoli 2 e 3; è stato sentito anche il bisogno di organizzare la conoscenza su tale variabilità, costruendo dei sistemi di classificazione dei suoli, che approfondiremo nel Capitolo 4. Ogni volta che riconosciamo una nuova situazione pedologica, di fatto identifichiamo «un suolo», uno dei tanti «suoli» che compongono la pedosfera. Così come «vegetazione» è un termine generico e «una pianta» riguarda un individuo, nel prosieguo del volume la parola «suolo» sarà utilizzata in modo generico, per identificare tutta la copertura pedologica, mentre «un suolo» sarà utilizzato quando riferito a specifiche situazioni.

I componenti del suolo (minerali, sostanza organica, acqua, aria) sono variamente distribuiti nello spazio, formando entità tridimensionali che danno origine a veri e propri «corpi di suolo» o «corpi pedologici». I diversi corpi di suolo sono a loro volta composti da strati suborizzontali, che si possono distinguere procedendo dalla superficie fino alla litosfera, e che impareremo a definire come **orizzonti**; gli orizzonti si originano nel corso della pedogenesi (processo di formazione del suolo approfondito nel Capitolo 3) e le svariate tipologie di orizzonti che ritroviamo nelle terre emerse riflettono differenti proprietà e funzioni ecologiche, che contribuiscono variamente a supportare le attività dell'uomo.

Il **profilo** del suolo, termine molto utilizzato dai pedologi, costituisce lo strumento per mezzo del quale il suolo viene esaminato nell'ambiente in cui si è formato ed evoluto. Ogni suolo presenta sue proprie caratteristiche, che si riflettono prima di tutto nel profilo e nei suoi orizzonti. Il profilo viene suddiviso durante l'esame nei diversi orizzonti che lo compongono, dalla superficie in profondità, ed i singoli orizzonti vengono descritti, campionati ed analizzati in laboratorio. Nel profilo e nelle caratteristiche dei singoli orizzonti, variamente combinati, viene riassunta la storia dell'ecosistema in cui ritroviamo diversi tipi di suolo, come meglio vedremo parlando di fattori e processi della pedogenesi.

Nel giudicare un suolo dobbiamo tenere presente il profilo nel suo complesso. Quando viene esaminato un profilo di suolo, scavando una buca in campagna oppure lungo un pendio, viene aperta una «nuova dimensione» nello studio dell'ecosistema (Figura 1.12).

Gli orizzonti superficiali in genere contengono più sostanza organica e sono più scuri; gli orizzonti sottostanti possono presentare colori più vivi o essere luogo di accumulo di sostanze trasportate dalla porzione sovrastante; si passa poi, più o meno gradualmente, alla porzione meno alterata del regolite. Una tale successione di orizzonti si verifica, nei nostri ecosistemi, normalmente entro 1 o al massimo 2 metri dalla superficie.

Il profilo del suolo va visto nel suo complesso: molti usi agricoli si svolgono soprattutto a carico dello strato coltivato, ma esso presenta forti relazioni con gli orizzonti sottostanti. La maggior parte degli usi extra-agricoli è influenzata per lo più dagli orizzonti profondi.



Figura 1.12
Pedologi all'opera in una buca.

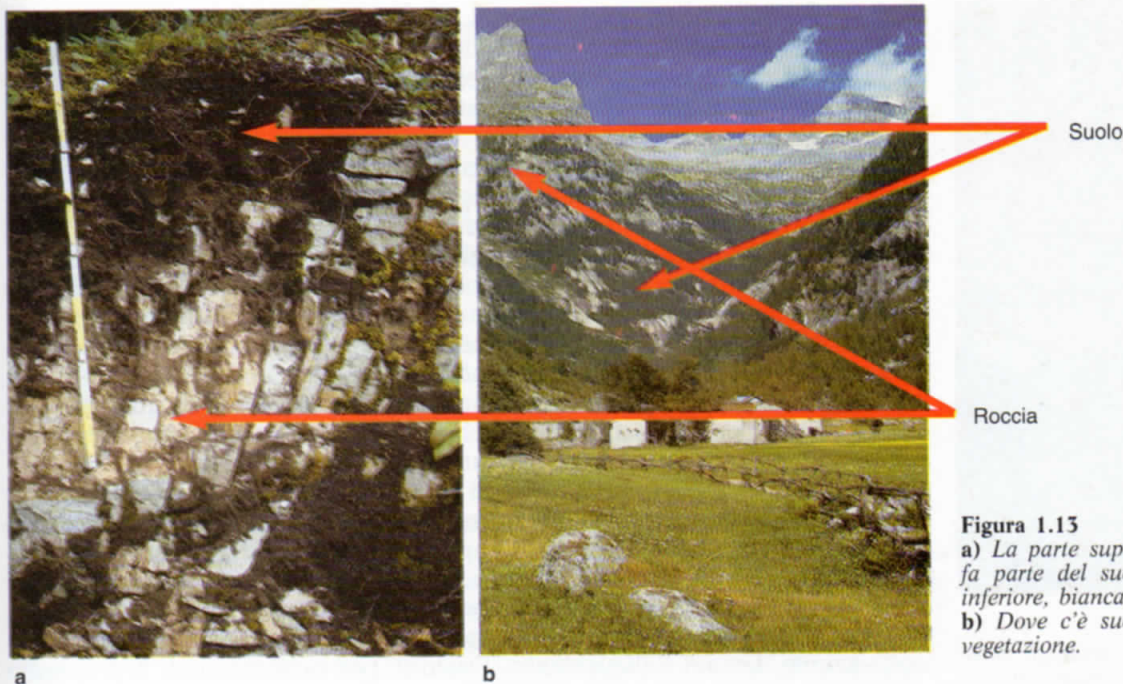


Figura 1.13
 a) La parte superiore, scura, fa parte del suolo; la parte inferiore, bianca, è roccia.
 b) Dove c'è suolo cresce la vegetazione.

Ora possiamo iniziare a porre una serie di punti fermi che ci consentono di definire il suolo come:

- componente degli ecosistemi terrestri;
- insieme di corpi naturali ospitanti i vegetali;
- corpo naturale delimitato superiormente dall'aria e lateralmente dalle acque, dai ghiacciai e dagli affioramenti rocciosi; il limite inferiore, più o meno graduale, è costituito dal substrato litologico fresco, o inalterato (la porzione inferiore del regolite o la roccia dura);
- risultato dell'interazione, avvenuta nel tempo, fra diversi agenti ambientali, costituenti nel loro insieme i fattori della pedogenesi (che meglio vedremo nel Capitolo 3).

I suoli coprono la superficie terrestre come una coltre continua, che si interrompe dove c'è acqua (fiumi, laghi, mari, oceani) o roccia affiorante (in genere alle quote più elevate) (Figure 1.13a e 1.13b). Questa coltre, già definita pedosfera, funziona come «geomembrana» della terra, in un certo senso analoga alle biomembrane degli organismi viventi: è la pelle della terra, attraverso cui avviene uno scambio continuo di materia ed energia. Come una geomembrana, i suoli regolano questo scambio, facendo passare sostanze e flussi di energia, riflettendoli o trattenendoli, accumulandone altri alla superficie, o nell'ambito del proprio spessore.

Le principali caratteristiche ambientali esistenti durante la formazione del suolo, e gli eventuali successivi mutamenti, sono riflessi ed impressi nella pedosfera dalle sue stesse proprietà. Ogni corpo di suolo riporta impressa la «memoria» di interazioni, passate e presenti, con l'atmosfera, l'idrosfera, la biosfera e la litosfera. I più rapidi processi di formazione del suolo e le corrispondenti proprietà pedologiche possono ricordare passati mutamenti ambientali per anni, decenni ed anche secoli; per i processi più lenti l'ordine va dalle migliaia ai milioni di anni. L'età del suolo dipende dalla durata dei processi di formazione ed alterazione pedologica, che hanno agito in ogni determinata condizione ambientale, così come meglio vedremo nel successivo Capitolo 3.

Il riconoscimento e la delimitazione geografica del suolo come «memoria storica dell'ambiente» riveste grande importanza non solo in pedologia ma anche in paleogeografia, ecologia, geologia, climatologia ed altre scienze della terra. La corretta lettura di tale memoria può servire a separare passati e presenti cambiamenti ed a prevederne i futuri (Figura 1.14).



Figura 1.14
 Esempio di paleosuolo, suolo che conserva fino in profondità le testimonianze di una lunga storia, anche di decine di migliaia di anni (ogni strato di consistenza e colore diversi è collegato ad una differente deposizione di limo).



Figura 1.15
In un suolo fertile gli apparati radicali si espandono con facilità.



Figura 1.16
L'ingiallimento delle foglie è qui causato da carenze di manganese.

Figura 1.17
La coltivazione della cipolla fallisce dove la reazione del suolo è troppo bassa.

1.2. Funzioni e parametri della pedosfera

Ogni suolo che compone la pedosfera svolge molteplici funzioni, in rapporto alla vita ed alla salute degli uomini. Possiamo provare a schematizzarle in cinque categorie.

1. Il suolo ospita numerose specie animali e vegetali ed è punto di passaggio cruciale di svariati cicli biologici; esso svolge pertanto una funzione che potremmo semplicemente definire «biologica», come anello di una catena indispensabile per la vita degli ecosistemi (Figura 1.2).

2. La pedosfera supporta e regola molti processi biotici, consentendo alle piante di accrescere la propria biomassa e di fornire nutrimento agli animali ed all'uomo. La seconda funzione, «alimentare», origina quella specifica qualità del suolo detta comunemente «fertilità», cioè la capacità di fornire regolarmente le piante di elementi nutritivi, aria ed acqua, provvedendo contemporaneamente ad un habitat fisicamente e chimicamente favorevole per gli apparati radicali (Figura 1.15).

Sebbene i suoli abbiano la capacità di supportare la vita, essi possono anche produrre influenze negative per alcuni organismi: possono essere troppo sottili, compatti, acidi o alcalini, troppo secchi o umidi, scarsi in elementi nutritivi, ricchi in sali solubili tossici: tutte caratteristiche negative al fine di provvedere ad un ambiente favorevole alla vita di piante ed animali. Questo può ripercuotersi indirettamente in attività umane connesse alla coltivazione, fra cui l'allevamento. Esistono per esempio suoli a drenaggio difficoltoso in cui il foraggio affienato porta con sé parassiti dannosi all'allevamento bovino, parassiti che mantengono la propria vitalità appunto negli ambienti più umidi, mentre in quelli più secchi vengono più facilmente inattivati a valle della fienagione (Figure 1.16 e 1.17).

3. Il suolo è un mezzo poroso; l'acqua che sgorga da una sorgente e che scorre nei fiumi ha sicuramente attraversato dei suoli. Tali suoli svolgono così la funzione di «filtro», di sistema in qualche modo biodepurativo, e questa è la terza funzione che consideriamo. L'acqua, percorrendo un suolo, si trasforma, perdendo o acquistando elementi che possono essere favorevoli o dannosi per la salute dell'uomo. La qualità chimica e biologica delle acque è fortemente legata ai suoli che esse attraversano.

4. Una quarta funzione direttamente svolta dai suoli è quella di fornire materiali per le attività dell'uomo: serve come materiale edilizio, come materia prima per la produzione di vetro o ceramica, come base di fondazione per gli edifici e le infrastrutture. Molti minerali, come la bauxite, provengono direttamente dal suolo.

