

IL SUOLO



I QUADERNI DELLA CUSTODIA
www.custodiadelterritorio.it

Milano gennaio 2011

Indice

1. Che cos'è il suolo
2. La struttura del suolo
3. Le funzioni del suolo
4. La fauna del suolo
 - 4.1 Gli adattamenti
 - 4.2 I principali abitanti del suolo
5. Le minacce del suolo

“Il suolo è uno dei beni più preziosi dell’umanità. Consente la vita dei vegetali, degli animali, e dell’uomo sulla superficie della terra”.
(Carta Europea del Suolo, Consiglio d’Europa, 1972)

1. Che cos'è il suolo

Il suolo è un habitat estremamente vario, uno dei più ricchi di organismi di tutta la biosfera soprattutto dal punto di vista della fauna, detta pedofauna.

Il suolo, che può essere considerato quasi un ecotono (vedi BOX.1) in cui si intersecano l'atmosfera, l'idrosfera e la litosfera, è un sistema integrato, con ogni componente calibrata e coordinata con le altre, e in cui qualsiasi alterazione si ripercuote nel funzionamento di tutto l'insieme. Si tratta di una *struttura dinamica, che ha una sua origine, una sua vita ed una fase terminale* (Bernini et al. 1984).

Nel 1911, Raman definiva il suolo come *“lo strato superiore della crosta terrestre sottoposto alle intemperie. Esso è costituito da frammenti della roccia madre sbriciolati e rimaneggiati chimicamente, e da detriti di piante e animali”*(Coineau, 1974).

Nel 1998 la FAO ha fornito un'ulteriore definizione di suolo: il suolo è un corpo naturale continuo, caratterizzato da tre importanti proprietà:

- organizzazione in strutture, specifiche per il mezzo pedologico, che ne determinano la morfologia;
- composizione, caratterizzata da costituenti minerali e organici, che comprende fasi solide, liquide e gassose;
- costante evoluzione nel tempo.

Il suolo è quindi un'entità dinamica in continua evoluzione. Questo fenomeno è dato dall'interazione tra diversi aspetti:

- aspetto fisico,
- aspetto chimico,
- aspetto biologico.

ASPETTO FISICO

Le due caratteristiche fisiche più importanti per definire un suolo sono la **tessitura** e la **struttura**.

La tessitura è la classificazione dei terreni in base alle dimensioni delle particelle minerali che lo costituiscono (granulometria): i sassi (< 2 cm), la ghiaia (da 2 cm - 2 mm), la sabbia grossolana (2 - 0,2 mm), la sabbia fine (0,2 - 0,05 mm), i fanghi grossolani (0,05 - 0,02 mm), i fanghi fini (0,02 - 0,002mm), l'argilla (< 0,002 mm). In base alla granulometria caratteristica di un certo terreno è possibile distinguere la tipologia di appartenenza; per questo si individuano normalmente quattro tipi principali di suolo:

- ✓ **sabbioso:** è un suolo facilmente lavorabile, la sostanza organica viene velocemente mineralizzata, ha una scarsissima capacità di ritenuta idrica ed è povero in elementi nutritivi. Il suolo sabbioso contiene più del 65% di sabbia.
- ✓ **argilloso:** viene definito anche “terreno pesante” a causa della sua resistenza alle lavorazioni, ma trattiene risorse idriche ed elementi nutritivi. A causa della scarsa permeabilità può dar origine a fenomeni di ristagno idrico con conseguente asfissia radicale. Il suolo argilloso contiene mediamente più del 40% di argilla.
- ✓ **humifero:** è un suolo contenete più del 10% di sostanza organica; normalmente costituisce i terreni forestali, torbosi o quelli che per lunghi anni (anche secoli) sono stati coltivati ad orto.
- ✓ **calcareo:** è un suolo che contiene elevate quantità di calcare, normalmente più del 20%. La roccia calcarea tende a creare superficialmente una crosta che impedisce all’aria e all’acqua di penetrarla e circolare liberamente, condizionando negativamente l’ossigenazione delle radici delle piante e la germinazione dei semi.

La struttura è la modalità con cui le diverse particelle di terreno si aggregano formando dei grumi aventi diametro fino a 10 mm; l’aggregazione è possibile a seguito delle interazioni fisiche e chimiche tra le componenti minerali e la sostanza organica costituita dall’humus. In ogni grumo saranno presenti tutte i componenti del terreno; la struttura sarà migliore quanto più il grumo sarà resistente alle forze (es. pioggia) che tendono a disgregarlo. La struttura influenza importanti proprietà fisiche dei suoli quali l’aerazione, la permeabilità e di conseguenza la ritenzione idrica totale di un suolo, ovvero il volume complessivo di acqua che un suolo può trattenere in modo temporaneo.

ASPETTO CHIMICO

I parametri che caratterizzano chimicamente un suolo sono il **pH**, la **sostanza organica** e gli **elementi nutritivi** per la vita delle piante presenti nel terreno.

Il **pH** è un parametro chimico che consente di determinare l’acidità o l’alcalinità (vedi BOX.2) della soluzione circolante del terreno. Conoscere il pH del terreno è molto importante poiché le piante presentano diversi gradi di tolleranza e poiché a diversi livelli di pH corrispondono diverse disponibilità di elementi nutritivi. I valori di pH variano da 1 a 14 e in base a questi si distinguono tre tipi di terreno:

- terreni acidi con valori da 1 a 6.8
- terreni neutri con valori tra 6.8 e 7.2

- terreni alcalini o basici con valori tra 7.2 e 14

I terreni migliori sono quelli neutri ai quali riescono ad adattarsi la maggior parte delle piante.

La sostanza organica è una qualsiasi materia di origine biologica presente nel terreno (biomasse vegetali, resti animali...). Quando la sostanza organica ha subito una notevole trasformazione, causata dall'attacco dei microrganismi, si presenta omogenea e di colore scuro e viene detta humus (vedi BOX.3).

Le funzioni della sostanza organica sono molteplici e rivestono una grande importanza per il mantenimento della fertilità del suolo. In particolare la sostanza organica incrementa la capacità di acqua tra le particelle minerali, apporta sostanze nutritive in modo equilibrato, stimola l'attività radicale e più in generale lo sviluppo complessivo delle piante.

Gli elementi nutritivi rappresentano quella categoria di ioni o molecole la cui assunzione è indispensabile per gli organismi viventi, siano essi vegetali, animali, funghi o batteri. Sono costituiti o derivano dalla combinazione di elementi che possono essere raggruppati, sulla base della loro rappresentatività percentuale, in macroelementi e microelementi:

- i **macroelementi** sono le sostanze che si riscontrano con maggiore frequenza in tutte le principali molecole biologiche. Ossigeno, azoto, carbonio, idrogeno, sono gli elementi preponderanti, ma grande importanza hanno anche zolfo, fosforo, sodio, potassio, calcio, magnesio e cloro sotto forma di ione cloruro (Cl).
- i **microelementi** sono richiesti in quantità estremamente ridotte. I più importanti sono: ferro, manganese, zinco, rame, cobalto, nickel, selenio, molibdeno, cromo, iodio come ioduro e silicio.

BOX.1 ECOTONO

L' **ecotono** è un ambiente di transizione tra due ecosistemi e più in generale tra due ambienti omogenei.

Gli ecotoni contengono specie proprie delle comunità confinanti e specie esclusive dell'area ecotonale stessa e quindi possiedono un'elevata biodiversità e ricchezza. Queste sue peculiarità rendono l'ecotono indispensabile poiché proprio attraverso queste strutture avviene il collegamento fra ambienti molto diversi tra loro (boschi-prati, laghi-foreste, acque dolci-acque salate).

BOX. 2 ACIDI E BASI

Nel mondo esistono milioni di sostanze chimiche. Alcune di esse hanno proprietà acide ed altre basiche.

Gli acidi sono sostanze che poste in acqua liberano ioni idrogeno (H^+), chiamati anche *idrogenioni*. Le basi sono sostanze che poste in acqua liberano ioni idrossido (OH^-). Questi ioni reagiscono con gli ioni idrogeno formando molecole d'acqua:



In questo modo le sostanze basiche fanno diminuire la concentrazione degli ioni idrogeno. Una soluzione ricca di ioni idrogeno è acida, una sostanza povera di ioni idrogeno è basica.

Nello stesso modo, anche le basi possono essere più o meno forti. Acidi e basi diluite sono meno concentrate e meno aggressive, mentre quelle concentrate sono molto corrosive e pericolose.

BOX. 3 L'HUMUS

Uno dei fattori più importanti che determinano la fertilità dei terreni agrari è la sostanza organica. In quanto costituita dall'insieme di tutti i composti di origine non minerale presenti nel terreno, comprende sia il materiale, la biomassa, i tessuti e i residui, vegetali e animali freschi, sia quelli in stato di decomposizione più o meno avanzata. Ma ciò che fornisce la maggior capacità nutritiva alle piante, è una forma particolarmente elaborata di sostanza organica: l'humus. Esso deriva dalla sostanza organica decomposta negli strati superficiali del terreno, attraverso un ciclo di reazioni biologiche particolarmente articolato.

Una buona dotazione di sostanza organica, e quindi di humus, sta alla base di una soddisfacente fertilità del terreno, di una buona struttura dello stesso e garantisce lo svolgimento delle più importanti attività microbiche.

2. La struttura del suolo

Quando le condizioni sono favorevoli, le azioni congiunte dei fattori fisici, chimici e biologici portano alla formazione, sulla roccia madre e sotto la copertura vegetale, di uno strato relativamente complesso che evolve verso un certo equilibrio. Quando si raggiunge tale condizione si ha un suolo maturo. Un simile tipo di suolo è costituito da più strati disposti gli uni sotto gli altri.

Come mostrato in *Fig.1*, il profilo di un suolo completamente sviluppato, ovvero gli strati (o orizzonti) che lo compongono, sono:

- ✓ la **zona attiva** formata:
 - dalla lettiera
 - dalla lettiera in decomposizione
 - dall'humus
- ✓ la **zona inerte** formata:
 - dallo strato di minerali
 - dalla roccia madre

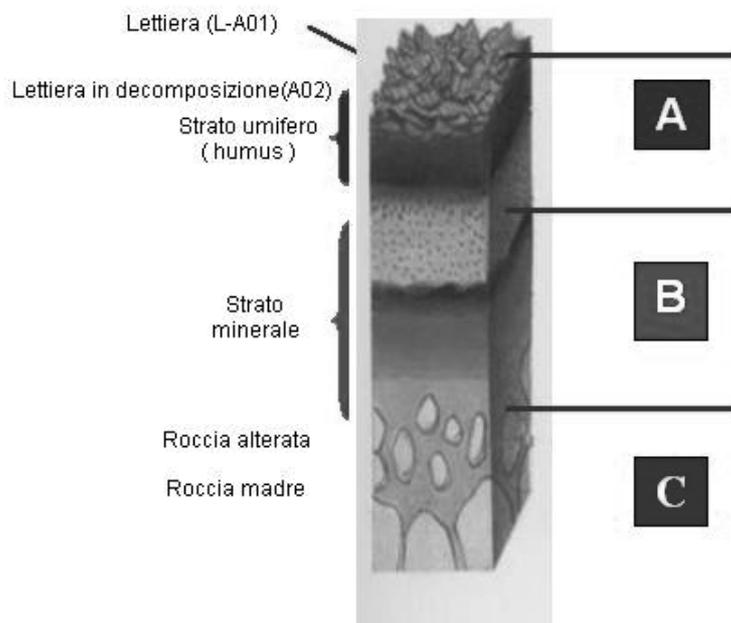


Figura 1 Il profilo di un suolo completamente sviluppato.

LETTIERA (L-A01)

La lettiera o orizzonte superiore è formata dall'accumulo dei residui vegetali ed animali sulla superficie del suolo. Vi si possono riconoscere, infatti, resti vegetali quali foglie di alberi, erbe secche, resti di muschi. Questo strato superficiale e semimobile è soggetto a marcate fluttuazioni dal punto di vista della temperatura e del suo contenuto in

acqua, ciò nonostante vi possono permanere alcuni organismi adattati alle condizioni più stabili del suolo profondo.

Nella lettiera, i detriti organici sono sottoposti ad una lenta decomposizione sotto l'effetto dell'azione congiunta della microflora e della microfauna (dimensioni corporee inferiori a 0,2 mm) e mesofauna (dimensioni corporee comprese tra 0,2 e 2 mm) che abita nello strato superficiale del suolo. Quest'orizzonte offre una buona protezione agli strati inferiori per quanto riguarda temperatura e umidità.

LETTIERA IN DECOMPOSIZIONE (L-A02)

Generalmente, al di sotto dell'orizzonte A01 si trova l'orizzonte A02. A questo livello, i resti vegetali più o meno decomposti ed i resti fecali dei microartropodi (dimensioni corporee comprese tra 0,2 e 100 mm) sono mescolati a piccole parti minerali, costituite dalle sostanze dilavate superiormente e che, depositandosi, precipitano sotto forma di sali insolubili. Questo processo è favorito anche dall'azione meccanica svolta dai vermi (tale azione conferisce al suolo il tipico aspetto granulato). Comincia così la formazione dei complessi argillo-umici, il cui ruolo è decisivo per la vita delle piante (Coineau, 1974).

STRATO MINERALE (ORIZZONTE B)

Sotto all'orizzonte A si trova uno strato di roccia madre fortemente decomposta, nel quale la quantità di humus decresce dall'alto verso il basso. È da questo strato che provengono gli elementi minerali che risalgono e si mescolano agli elementi organici dell'orizzonte A02.

La ripartizione della componente biotica non è omogenea in questo orizzonte. Nelle parti compatte essa è poco presente, mentre raggiunge un grande sviluppo lungo i cosiddetti canali radicali che provengono dalla decomposizione delle radici morte e che costituiscono una vera intrusione dell'orizzonte A nell'orizzonte B. Allo stesso modo, le gallerie scavate dai vermi in quest'orizzonte costituiscono aree maggiormente favorevoli alla vita.

ORIZZONTE C

Vi si trova la roccia madre, in via di alterazione più o meno avanzata. Questo orizzonte rappresenta la transizione, più o meno marcata, tra l'orizzonte B e la roccia madre.

Non in tutti i suoli si osserva il pieno sviluppo degli orizzonti descritti: spesso la lettiera e/o l'orizzonte B possono essere assenti, in altri casi bisogna, al contrario, considerare una suddivisione più approfondita.

3. Le funzioni del suolo

Le funzioni del suolo sono innumerevoli, da semplice supporto fisico per la costruzione di infrastrutture, impianti industriali e insediamenti umani, a base produttiva della maggior parte dell'alimentazione umana e animale, del legname e di altri materiali utili all'uomo.

Il suolo è deposito e fonte di materie prime come argilla, ghiaia, sabbia, torba e minerali; ha funzione di mantenimento dell'assetto territoriale, in quanto fattore determinante per la stabilità dei versanti e per la circolazione idrica sotterranea e superficiale.

Il suolo regola il ciclo naturale dell'acqua, dell'aria e delle sostanze organiche e minerali, filtra e depura l'acqua, immagazzina, trasforma e decompone le sostanze.

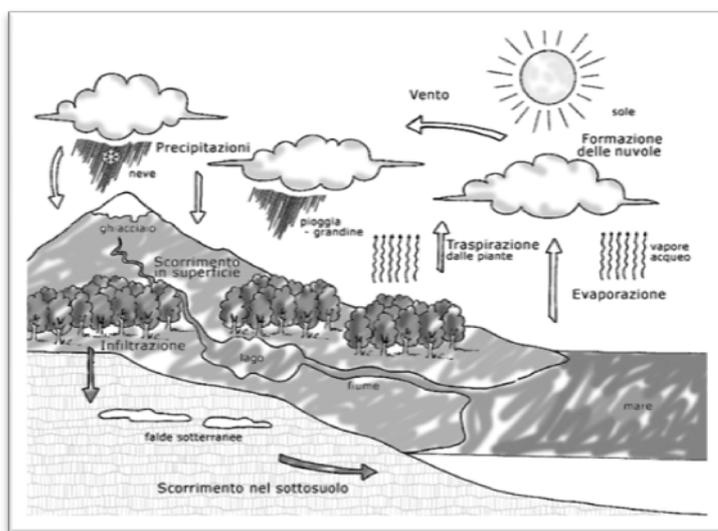


Figura 2 Il ruolo del suolo nel ciclo dell'acqua.

Da non sottovalutare anche la funzione naturalistica del suolo quale habitat di una grandissima varietà di specie animali e vegetali.

In tutte le sue attività, l'uomo deve sempre considerare che:

- il suolo è una **risorsa non rinnovabile**;
- il suolo reagisce agli influssi esterni con molto ritardo: i problemi vengono individuati solo a posteriori, quando spesso è troppo tardi per rimediarvi;
- il suolo immagazzina anche gli inquinanti (motivo per cui spesso la contaminazione chimica è irreversibile);
- la piena funzionalità del suolo può essere garantita solo da una struttura intatta.

4. La fauna del suolo

Nel suolo è rappresentato oltre il 95% della biodiversità dell'intero pianeta. In un grammo di suolo infatti vivono milioni di microrganismi, molti dei quali ancora sconosciuti. La biodiversità dei microrganismi del suolo ha un ruolo importante nel mantenere gli ecosistemi in uno stato funzionalmente efficiente.

Da un punto di vista funzionale, gli animali che vivono nel suolo (detti anche pedofauna o fauna edafica) si possono suddividere in **predatori**, che si nutrono di altri organismi viventi, e **detritivori**, che utilizzano quali fonti alimentari residui organici di origine animale o vegetale già parzialmente degradati.

Molti elementi della pedofauna possono essere collegati ai differenti ambienti del suolo. L'ambiente umicolo (legato agli strati più superficiali del suolo) è ricco di materia organica ed è il più popolato. In superficie il suolo si diversifica ed arricchisce in un mosaico di microambienti particolari, tra cui si possono riconoscere i cosiddetti ambienti annessi: ambiente muscicolo (legato ai muschi), lapidicolo o sassicolo (massi o sassi), saprossilico (tronchi in decomposizione). Tali ambienti svolgono un ruolo di rifugio, oltre ad essere abitati da comunità specializzate. L'ambiente saprossilico è caratterizzato da numerosi animali xilofagi, che decompongono il legno, preparando il terreno agli invertebrati umicoli, che restituiranno gli elementi al suolo.

4.1 Gli adattamenti

Gli animali che vivono nel suolo presentano caratteri tipici (indipendenti dalla selezione naturale), congruenti all'ambiente in cui essi vivono. Tali caratteri sono ad esempio la riduzione o la perdita degli occhi (**anoftalmia**) oppure la riduzione della pigmentazione secondo un gradiente legato alla profondità (**depigmentazione**).

Adattamenti specifici alla vita nel suolo (derivati dalla selezione naturale) sono invece la sensibilità alle variazioni della temperatura e dell'umidità in base alla profondità, la presenza di organi igrorecettori, chemiorecettori e termorecettori e la riduzione delle appendici.

4.2 I principali abitanti del suolo

PROTOZOI (Fig.3)

Questi organismi unicellulari sono presenti nel suolo come flagellati, amebe e ciliati. Svolgono principalmente un ruolo di natura chimica, di decomposizione (mineralizzazione) della sostanza organica fresca.

MOLLUSCHI

Tra i molluschi vi sono le **chiocciole** e le **lumache**, che possono avere sui suoli effetti di natura chimica e fisica come l'azione di alterazione della materia organica e la liberazione di composti che favoriscono la struttura dei terreni.

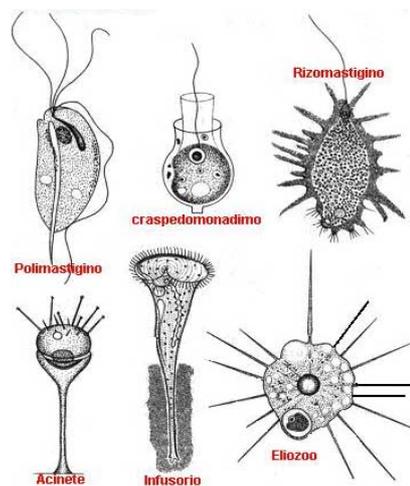


Figura 3 I protozoi.

ANELLIDI

Un ruolo di primo piano è ricoperto dai **lombrichi**. Questi animali possono nutrirsi delle foglie della lettiera forestale, in una misura che può anche superare la tonnellata per ettaro. Nei loro intestini transita inoltre una grossa quantità di terra, che viene restituita sotto forma di escrementi depositati in superficie. Il loro lavoro aumenta la capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo.

ARTROPODI

Sotto l'aspetto pedologico appartengono a questo gruppo numerosissime specie, con ruoli importanti nella genesi e nello sviluppo di un suolo.

Quasi tutti svolgono un importante ruolo di trasformazione della sostanza organica nel suolo, sia alterandola chimicamente (come certe specie di **formiche**), che procedendo ad un suo sminuzzamento (è il caso di alcune specie di Miriapodi), che, ancora, trasportandola fisicamente nelle parti basse del profilo (come le **termiti**).

Fra gli Aracnidi assumono grande importanza gli **acari**, che si rinvencono in suoli forestali in numero variabile tra 100.000 e 400.000 per metro quadro; per quanto riguarda i crostacei, predominano gli **isopodi**.

Più vasto è il numero di **Insetti** che interagiscono positivamente o negativamente con le piante:

- organismi fitofagi (che si nutrono di piante)



- ausiliari (predatori, parassiti di organismi fitofagi).

MAMMIFERI

Gli animali appartenenti a questa classe sono essenzialmente animali **scavatori**. Gli effetti della loro presenza sono lo scavo di gallerie che vengono poi riempite con altra terra o sostanza organica proveniente dall'alto e la produzione di cumuli formati dall'accumulo della terra di scavo delle suddette gallerie. I Mammiferi del suolo sono le talpe, le marmotte, i conigli, molti roditori (topi, arvicole, ratti) e, nelle praterie nordamericane, i cani della prateria.

Un effetto pesante sul suolo hanno anche i grossi animali, pur non facendo parte della pedofauna, tra questi un esempio sono i grossi erbivori che possono provocare, con ripetuti passaggi, compattazioni del suolo oppure, con l'alimentazione, danni diretti alle coltivazioni.

5. Le minacce del suolo

Per degrado del suolo si intende la riduzione progressiva della sua potenziale produttività, con una conseguente diminuzione della capacità di sostenere comunità vegetali e animali, attività agricole e forestali. La degradazione del suolo è la risultante di uno o più processi, alcuni naturali, altri indotti dall'antropizzazione.

I due terzi dei suoli italiani presentano preoccupanti problemi di degradazione a causa di una gestione territoriale spesso non corretta, che generalmente non si è ispirata ai criteri fondamentali della conservazione del suolo (ANPA, 2001).

La capacità del suolo di svolgere le proprie funzioni viene seriamente compromessa da processi di origine naturale e antropica, tra i quali ricordiamo l'erosione del suolo, la contaminazione chimica ed il consumo di suolo dovuto all'urbanizzazione.



L'EROSIONE

Il processo di formazione del suolo è lentissimo: possono occorrere molti secoli. Gli alberi svolgono un'indispensabile funzione protettiva del terreno, poichè le loro fronde impediscono alla pioggia di raggiungere il suolo con troppa violenza e di trascinare via lo strato superficiale. Inoltre le radici consolidano il terreno, lo trattengono, impedendo le frane, e facilitano l'assorbimento dell'acqua, che sarà utile nei periodi di siccità. Nel corso dei secoli l'uomo, per procurarsi terreni adatti alla coltivazione e all'allevamento del bestiame, ha distrutto gran parte dei boschi che un tempo ricoprivano la superficie terrestre, con conseguente perdita di tutte le piante e gli animali che nel bosco avevano trovato il loro ambiente ideale per nutrirsi e riprodursi. Drastico ed invasivo è anche l'intervento dell'uomo sui corsi d'acqua.

Le sponde di alcuni fiumi sono state ricoperte di cemento pensando di costruire così un argine più solido ed è stata eliminata la vegetazione che le ricopriva.

In questo modo l'acqua piovana che cade su un terreno montano disboscato non viene trattenuta e si riversa subito in corsi d'acqua non più in grado di contenerla e assorbirla, provocando così piene e straripamenti.

LA CONTAMINAZIONE CHIMICA

Le principali fonti di inquinamento del suolo sono:

- gli scarichi industriali,
- gli scarichi urbani,
- la presenza di prodotti chimici,
- l'inquinamento atmosferico,
- i rifiuti solidi, urbani e industriali, accumulati spesso in discariche a cielo aperto,
- l'uso di fertilizzanti minerali e concimi aziendali.

Un terreno inquinato non è più adatto alla coltivazione perché i veleni in esso contenuti, oltre a ridurre la fertilità, possono passare nei prodotti agricoli, rendendoli dannosi per la salute di uomini e animali. Alcune di queste sostanze si accumulano nel terreno, altre finiscono nell'acqua e nell'aria o raggiungono, attraverso le piante, la catena alimentare, danneggiando gli organismi che vivono nel suolo. Ad esempio per proteggere i raccolti da agenti che ne possono danneggiare l'integrità è necessario che un fitofarmaco (sostanza di sintesi in grado di combattere le malattie delle piante) sia tossico e ciò lo rende potenzialmente inquinante per l'ambiente. Se il pesticida si deposita solo sulla superficie esterna del vegetale, può essere eliminato facilmente prima del consumo; se invece la sostanza penetra nel tessuto profondo del vegetale rimarrà depositata e potrà essere assunta facilmente dall'uomo o dall'animale.

L'URBANIZZAZIONE E IL CONSUMO DI SUOLO

L'urbanizzazione, soprattutto quella incontrollata, è la minaccia più frequente ed estesa all'ambiente naturale. Il consumo di suolo, ovvero la trasformazione in aree urbanizzate o fortemente antropizzate, con la conseguente perdita del contenuto di naturalità, è, in modo indiretto, consumo della natura stessa e della sua biodiversità.

Tra il 1990 e il 2000, l'urbanizzazione e la costruzione di nuove infrastrutture hanno consumato in Europa il 9% di boschi e vegetazione naturale, il 36% di pascoli, il 6% di prati naturali, lo 0,3% di aree umide e il 47% di aree agricole. In Italia non esiste un dato preciso e ufficiale sul consumo di suolo; quel che è più evidente è che i più ingenti consumi riguardano le aree agricole. La superficie agraria utilizzabile è in costante calo a causa della costruzione di molte infrastrutture e dell'ampliamento delle aree urbane nelle zone più sviluppate e nei territori di pianura ad alto valore produttivo. La consistente presenza di insediamenti produttivi e urbani nel territorio rurale provoca una frammentazione paesaggistica con conseguente perdita di naturalità.

Si tratta di una perdita permanente di aree che non potranno più svolgere in futuro alcun ruolo naturale e di rafforzamento della biodiversità.