

“Il suolo è uno dei beni preziosi dell'umanità. Consente la vita dei vegetali, degli animali e dell'uomo sulla superficie della Terra”

Consiglio d'Europa, 1972

2. LE FUNZIONI DEL SUOLO

LA PRODUZIONE DI BIOMASSA

IL RUOLO ECONOMICO E AMBIENTALE DELL'AGRICOLTURA

La produzione agricola e alimentare, essenziali per la sopravvivenza umana, e la silvicoltura dipendono interamente dal suolo. Quasi tutta la vegetazione, tra cui i pascoli, le colture e le foreste insistono sul suolo che, oltre al supporto fisico, fornisce alle piante acqua e sostanze nutritive.

Dall'agricoltura dipende quindi l'alimentazione umana, ma di grande importanza sono anche fibre tessili di origine animale o vegetale, pelli, legname e altri prodotti.

La produzione ha continuato a crescere sia su scala globale (solo nell'ultimo decennio è aumentata del 25% - FAO, *Statistical database*, 2002) sia a livello nazionale (Fig. 2.1).

Dal punto di vista economico e occupazionale il ruolo del settore primario italiano è cambiato notevolmente. Tra il 1950 e 1960, con lo sviluppo dell'industria nell'Italia settentrionale, è iniziato l'esodo agricolo. Dal 1951 al 1991 i lavoratori dei campi sono passati dal 44% al 9% della popolazione: l'agricoltura anziché struttu-

PRODUZIONE DI QUALITÀ, BIOLOGICA ED INTEGRATA

È importante notare il significativo emergere delle produzioni di qualità (sottoposte a disciplinari produttivi), biologiche e integrate, caratterizzate da un elevato potenziale, che possono rivestire un ruolo strategico e per le quali è stata per la prima volta registrata la quota di superficie impegnata nell'ultimo Censimento generale della Agricoltura dell'ISTAT.

Da una parte, infatti, in quanto settore che destina gran parte della sua produzione a fini alimentari, all'agricoltura viene chiesto di garantire la sicurezza, la qualità e la salubrità delle materie prime incidendo sui comportamenti anche delle altre fasi della filiera agro-alimentare e di passare da un sistema incentrato sulle aziende agricole e sul contadino a un sistema incentrato sul consumatore. Dall'altra, lo sviluppo di produzioni certificate e di qualità, in particolare di quelle biologiche, garantisce un plus-valore alle produzioni agricole salvaguardando al contempo le risorse ambientali. Tali vantaggi sono ottenibili anche in ambito zootecnico con prodotti (latte, formaggi, carne ecc.) di qualità in una condizione generale di maggiore benessere degli animali.

Con l'industrializzazione e la diffusione della meccanizzazione e di tecnologie innovative (soprattutto a partire dalla fine della seconda guerra mondiale) si è verificato, nonostante la diminuzione della manodopera e delle terre destinate all'agricoltura, un considerevole aumento della produttività e della produzione agricola globale: si è andata affermando cioè un'agricoltura commercialmente competitiva e non più di semplice sussistenza. Dalla fine degli anni ottanta è cessata la crescita su scala mondiale delle terre destinate all'agricoltura a causa di una contrazione che ha interessato i paesi industrializzati. Anche in Italia si è riscontrata una contrazione della superficie agricola e delle terre arabili.

Nonostante ciò la pro-

duzione ha continuato a crescere sia su scala globale (solo nell'ultimo decennio è aumentata del 25% - FAO, *Statistical database*, 2002) sia a livello nazionale (Fig. 2.1). Dal punto di vista economico e occupazionale il ruolo del settore primario italiano è cambiato notevolmente. Tra il 1950 e 1960, con lo sviluppo dell'industria nell'Italia settentrionale, è iniziato l'esodo agricolo. Dal 1951 al 1991 i lavoratori dei campi sono passati dal 44% al 9% della popolazione: l'agricoltura anziché struttu-

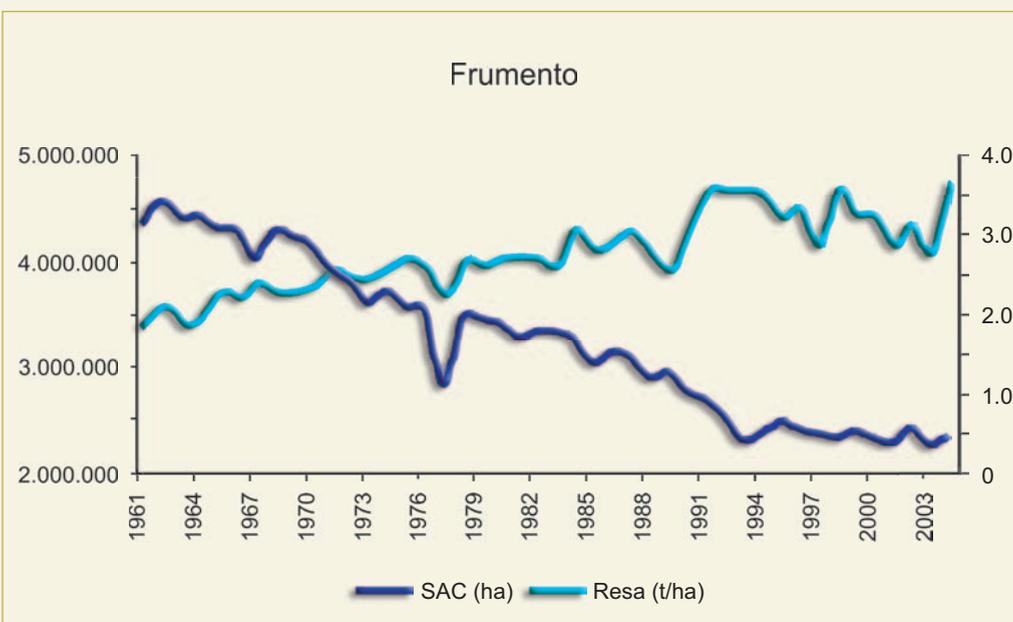


Fig. 2.1 - Rapporto SAC/Resa del frumento in Italia.

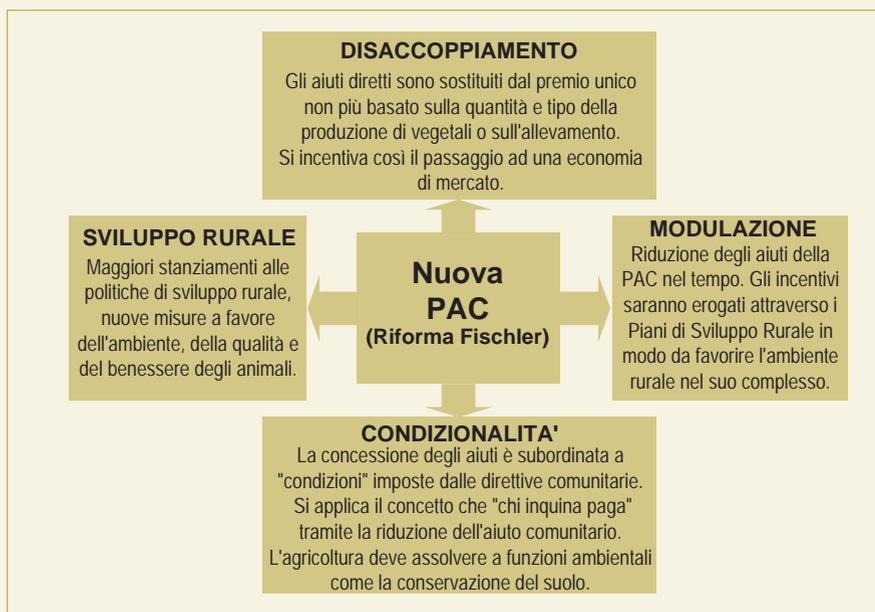


Fig. 2.2 - Schema riassuntivo della nuova Politica Agricola Comune.

Contestualmente alla crescita dell'industrializzazione nel settore agricolo, a partire agli anni '60, si è sviluppata una generale preoccupazione relativa alla sostenibilità dell'attività agricola stessa, in rapporto alla degradazione dell'ambiente naturale che alcune pratiche agricole andavano producendo. Incoraggiato anche dalla Politica Agricola Comune (PAC), nel territorio dell'UE si è infatti verificato un fenomeno di specializzazione che ha portato ad una eccessiva semplificazione degli agroecosistemi con conseguente loro maggiore fragilità. Durante l'applicazione della riforma Mac Sharry molti terreni hanno subito un deterioramento delle loro caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche a causa di fenomeni di erosione, compattamento, perdita di sostanza organica, inquinamento delle acque e perdita di biodiversità. Alla luce delle problematiche causate dall'applicazione della vecchia PAC

relative alla produzione eccedentaria, alla crescita smisurata degli investimenti comunitari nonché all'evidenziarsi di danni ambientali rilevanti, è stata fatta la scelta di una nuova politica agricola (Agenda 2000) che ha portato ad una impostazione incentrata sulla sostenibilità ambientale.

La riforma Fischler vede 4 punti qualificanti nel disaccoppiamento, nella modulazione, nella condizionalità e nello sviluppo rurale (Fig 2.2). Il punto centrale della nuova PAC è rappresentato dal disaccoppiamento degli aiuti al settore primario. Detti cambiamenti hanno determinato le nuove modalità di erogazione dei contributi agli agricoltori ed alle attività più importanti dei territori rurali a partire dal

gennaio 2005 e fino al 2013. Infatti, se fino ad ora i fondi sono stati elargiti in base alla tipologia ed alla quantità di prodotto (criterio dell'accoppiamento) con il disaccoppiamento è stato riconosciuto un pagamento unico per azienda, calcolato sulla base degli aiuti diretti storici ricevuti, indipendentemente dal tipo e dalla quantità prodotta e persino dalla stessa esistenza della produzione. Sussiste comunque l'obbligo di mantenere le superfici aziendali, anche in caso di assenza della coltivazione, in buono stato agronomico. Inoltre, l'erogazione del premio sarà subordinata all'osservanza di una serie di requisiti obbligatori in materia di sicurezza alimentare, rispetto dell'ambiente, sicurezza degli operatori, salute e benessere degli animali, definiti nel Regolamento CE 1782/2003 (condizionalità).



"Laudato si', mi Signore, per sora nostra matre Terra, la quale ne sustenta et governa, et produce diversi fructi con coloriti fior et herba"
San Francesco d'Assisi, 1224

LE COLTURE ENERGETICHE, UNA VIA PERCORRIBILE

Il settore agricolo non sempre è stato esclusivamente produttore di materie prime a fini alimentari. Prima dei radicali cambiamenti dell'agricoltura, il 20% delle superfici agricole era infatti destinato alla produzione di energia sotto forma di foraggio, trasformata e utilizzata come forza-lavoro animale, o come energia termica mediante la produzione di legna ricavata dai boschi e dalle siepi perimetrali degli appezzamenti.

Oggi, grazie alla consapevolezza della necessità di attuare uno sviluppo sostenibile e di raggiungere gli obiettivi del Protocollo di Kyoto e a fronte del continuo incremento del costo del petrolio, oltre al miglioramento generale dei processi industriali ed energetici e del sistema dei trasporti, è indispensabile il ricorso crescen-

più che raddoppiata (Fig. 2.3).

In questo contesto l'agricoltura può svolgere un'importante funzione in quanto è uno dei principali settori per la produzione di combustibili rinnovabili. In particolare l'utilizzo di biomasse a fini energetici può assumere un ruolo strategico.

Le colture energetiche sono quelle colture dedicate alla produzione di biomassa da utilizzare come risorsa rinnovabile in alternativa ai combustibili di origine fossile. Rientrano in questa categoria sia le specie legnose sia le specie erbacee (Fig. 2.4).

In questo ultimo decennio le ricerche agronomiche sono state indirizzate soprattutto all'individuazione di quelle specie ad alta efficienza fotosintetica (piante a ciclo C4) che richie-

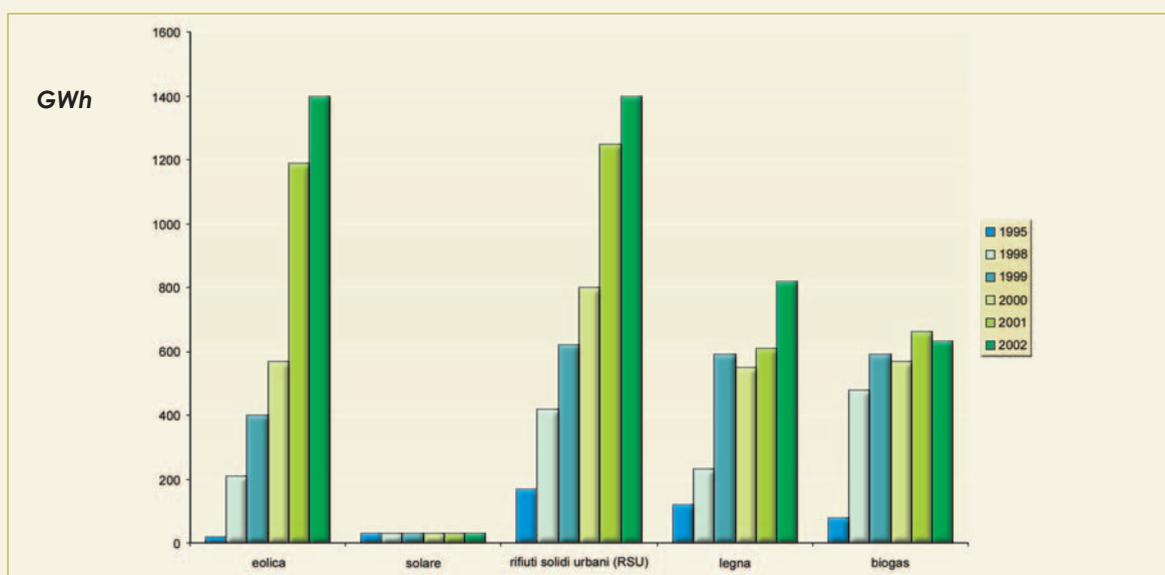


Fig. 2.3 - Energia da Fonti Energetiche Rinnovabili non tradizionali in Italia.

RISORSE DI BIOMASSA ATTUALI E POTENZIALI DI MAGGIOR RILIEVO IN ITALIA

- Biomasse forestali
- Residui agricoli, forestali e della lavorazione del legno, agro-industriali e dell'industria alimentare
- Rifiuti organici e reflui zootecnici
- Colture energetiche (bioetanolo, biodiesel)

te all'uso di fonti energetiche rinnovabili. Dal "Rapporto Energia e Ambiente" dell'ENEA (2003) emerge che il contributo delle fonti energetiche rinnovabili (FER) al bilancio energetico nazionale è cresciuto dai circa 14 Mtep del 1995 ai quasi 16,5 Mtep del 2001, con un aumento del 16,5% circa nell'intero periodo (in media, +2,4% ogni anno). Nello stesso periodo, l'energia prodotta dalle FER non tradizionali è

dono pratiche agronomiche a basso costo energetico (lavorazioni del terreno, concimazioni, irrigazioni) mentre la ricerca industriale si è occupata dei metodi di conversione della biomassa ad alto rendimento.

Alla meccanizzazione agraria spetta il compito di sviluppare tecniche e macchine che risolvano i problemi di raccolta e stoccaggio evidenziati nella tabella seguente.

UTILIZZO DI BIOMASSE DA COLTURE DEDICATE A FINI ENERGETICI	
VANTAGGI	SVANTAGGI
Riduzione della forte dipendenza dai prodotti di origine fossile, importati per il 90% dall'estero.	Bassa densità energetica delle biomasse.
Diversificazione delle fonti energetiche attraverso la valorizzazione e l'utilizzo di quelle autoctone e non inquinanti.	Conseguenti problemi gestionali e logistici (trasporto, stoccaggio, produzione agricola non costante durante l'anno e legata alle condizioni ambientali e meteorologiche = nessuna garanzia di una costante fornitura).
Riduzione delle emissioni di CO ₂ (non producono emissioni rilevanti o soltanto in misura ridotta considerandone l'intero ciclo di vita).	Tale produzione genera competizione nell'uso del territorio.
Possibilità di utilizzare terreni marginali o destinati a set-aside.	

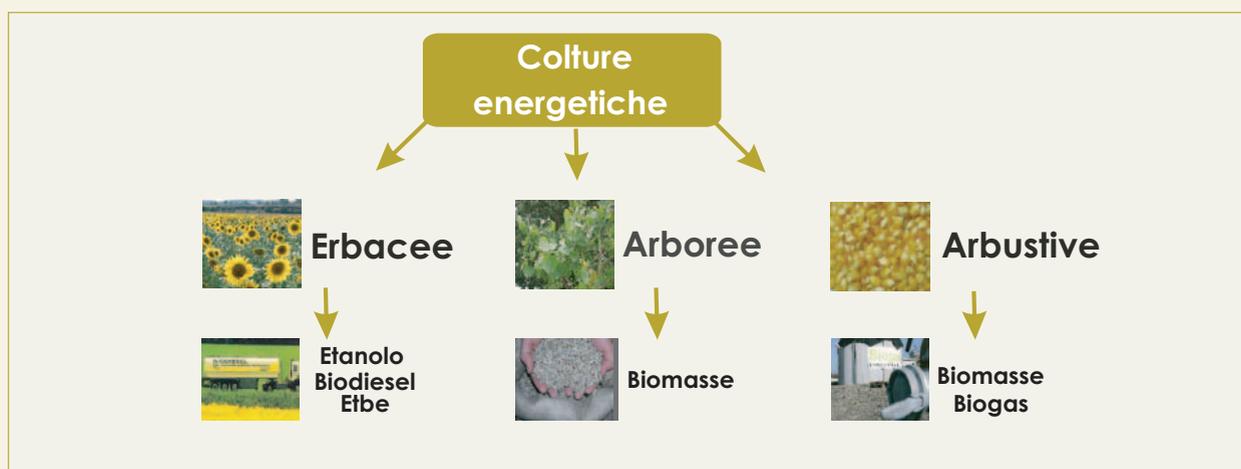


Fig. 2.4 - Colture energetiche: tipologie e prodotti ottenibili.

Il settore delle biomasse energetiche risulta dunque particolarmente significativo in quanto aumenta le funzioni attribuibili all'agricoltura che si rivela sempre più un settore dalle nume-

rose potenzialità e strategico per raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale e di sviluppo territoriale sostenibile.



Rispetto a quello che sta succedendo sul nostro pianeta il ricorso alle colture energetiche non deve essere solo una scelta di convenienza economica bensì una scelta basata sul buon senso.

IL SUOLO NEL CICLO DEL CARBONIO

La sostanza organica (SO) del suolo costituisce l'insieme dei composti organici derivanti da materiale vivente o che lo è stato nel passato, con l'esclusione della sola biomassa vegetale vivente, che si trovano nel terreno o sulla sua superficie.

La SO viene generalmente espressa come carbonio ($C=SO/1,724$), il cui contenuto nel suolo

dipende dal bilancio tra gli apporti (sostanza organica esogena e residui animali e vegetali) e le perdite dovute a decomposizione attraverso la respirazione e l'ossidazione della sostanza organica e a fenomeni di erosione e di lisciviazione (Fig. 2.5). Essa è in grado di influenzare positivamente le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del terreno (Tab. 2.2).

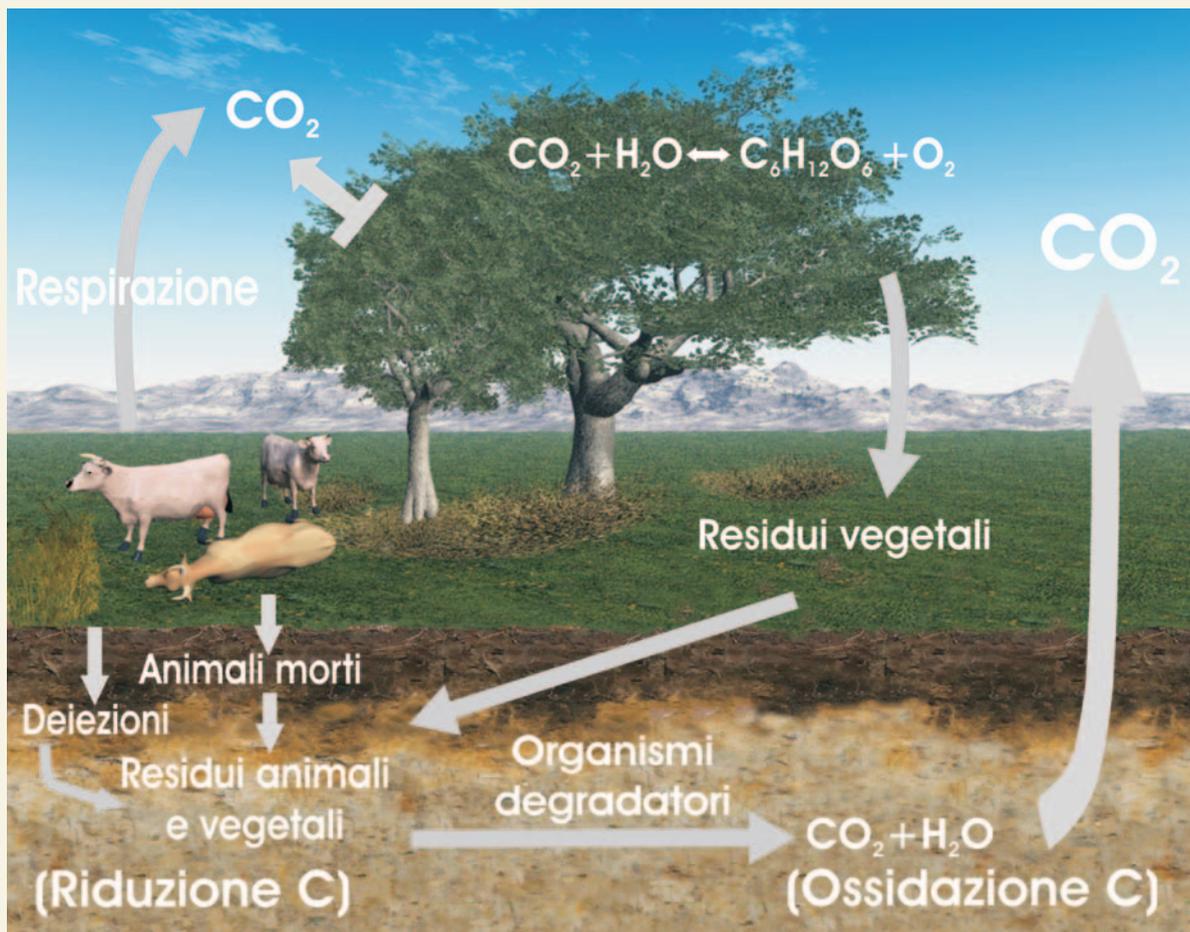


Fig. 2.5 - Rappresentazione schematica del ciclo del carbonio. Nel suolo agiscono contemporaneamente i processi di cattura e liberazione. Parte del carbonio contenuto nei tessuti di piante e animali morti viene ossidato ritornando come CO_2 nell'atmosfera ed in parte segue i processi di fissazione della SO fino ad entrare a far parte della frazione stabile del suolo.

Fisiche	Favorisce l'aggregazione e la stabilità delle particelle di terreno. Riduce il rischio di erosione del terreno, di ruscellamento superficiale dell'acqua, di compattazione e di formazione di croste superficiali. Regola le proprietà termiche del suolo. Rende i terreni più facilmente lavorabili.
Chimiche	Aumenta la capacità di scambio cationico del terreno. E' in grado di formare complessi stabili con metalli e di legare altri composti presenti in traccia, contribuendo a ridurre le perdite di micronutrienti, la tossicità potenziale dei metalli e dei prodotti fitosanitari nonché a mantenere in forma assimilabile alcuni ioni che altrimenti sarebbero fissati al suolo. Contribuisce alla capacità tampone nei confronti di agenti acidificanti contribuendo a mantenere il pH del suolo a valori naturali. Riduce le emissioni dei gas serra in atmosfera favorendo l'accumulo di carbonio nel terreno.
Biologiche	Fornisce l'energia metabolica necessaria per i processi biologici. Stimola l'attività enzimatica ed incrementa il numero delle specie e l'attività della mesofauna. Fornisce elementi nutritivi (azoto, fosforo e zolfo) agli organismi del suolo. Aumenta la resilienza del suolo.

Tab. 2.2. - Principali azioni della sostanza organica nel suolo.

In termini quantitativi di stoccaggio di carbonio gli oceani costituiscono il serbatoio prevalente ma in termini di importanza il serbatoio suolo-vegetazione è quello che prevale in quanto anche se le quantità sono minori (circa il 6% di quello degli oceani) le variazioni e gli scambi di carbonio risultano essere più rapidi ed inoltre il bilancio totale può essere influenzato direttamente dall'azione dell'uomo (controllo degli incendi, controllo dei fenomeni di erosione, mantenimento o ricostituzione della copertura

forestale, gestione agronomica) (Fig. 2.6).

Molti aspetti relativi alla gestione agronomica hanno un effetto positivo nei confronti della riduzione di gas serra ed in particolare dell'anidride carbonica favorendo la cattura di carbonio.

La delibera CIPE n. 123 del 19 Dicembre 2002 ha approvato il Piano di azione nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra. Il Piano individua i programmi e le misure da attuare per rispettare l'obiettivo nazionale di riduzione delle

emissioni dei gas serra stabilito dal Protocollo di Kyoto. Tale obiettivo impone che nel periodo 2008-2012 le emissioni di gas serra siano ridotte del 6.5%, rispetto al 1990, ossia non potranno superare i 487,1 Mt CO₂ eq, a fronte di una stima tendenziale delle emissioni al 2010 di 579,7 Mt CO₂ eq.; il gap da colmare risulta di 92,6 Mt CO₂ eq. L'idea di sfruttare la capacità di immagazzinamento di C dei suoli può essere una via percorribile per giungere a questo risultato (vedi box), soprattutto nei climi mediterranei nei quali l'influenza dell'uomo su perdite e accumuli può essere determinante.

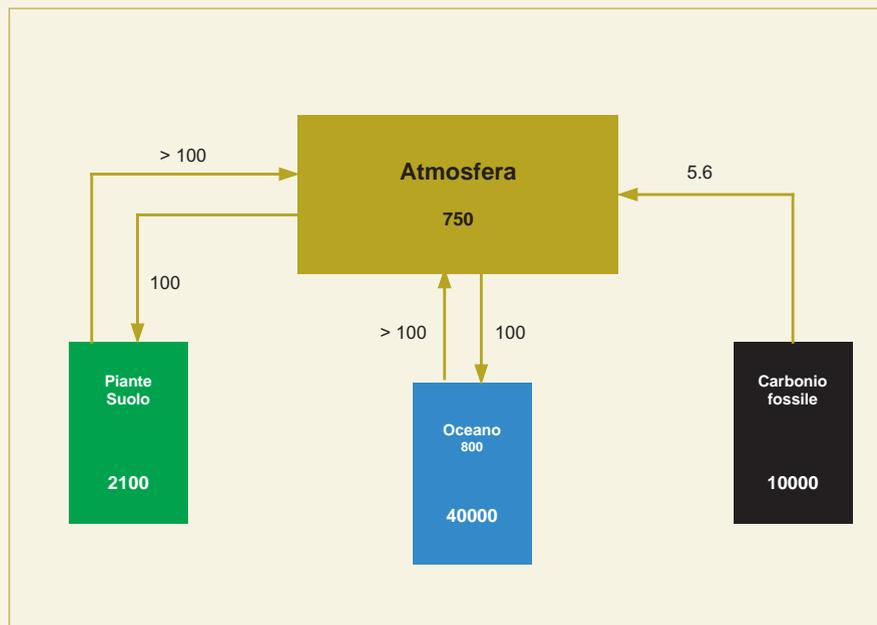


Fig. 2.6 - Flusso di carbonio (petagrammi di carbonio/anno). Entità e consistenza delle riserve di carbonio nei vari comparti.

FACCIAMO DUE CONTI...

A fronte di un "gap" da colmare di 92,6 Mt CO₂ eq, è sorprendente fare due conti: se un ettaro è composto da 5x10⁶ kg di suolo, se la SAU in Italia corrisponde a 13x10⁶ ha, la diminuzione o l'incremento di un semplice 0,1% di C nel suolo (corrispondente a 5x10³ kg di C, ossia 1,83x10⁴ kg di CO₂ emessa o fissata per ettaro) equivale, a livello dei soli suoli agricoli nazionali, a 238 Mt CO₂ eq, che come ordine di grandezza è circa la metà delle emissioni totali nazionali previste come obiettivo.



*"La terra pastosa che al taglio del vomere risulta quasi nera e di crosta cedevole è adattissima al grano".
Publio Virgilio Marone, 37-30 a.C. (Le Georgiche, L. II, 203-205)*

FILTRO, CAPACITÀ TAMPONE E TRASFORMAZIONE DI MATERIALI E SOSTANZE DIVERSE



Il suolo svolge una importante funzione protettiva, tramite un'azione di filtro e barriera, che permette di mitigare gli effetti delle sostanze inquinanti, ostacolandone il passaggio nelle acque sotterranee o nella catena alimentare. Esso è in grado di controllare il trasporto in profondità dei soluti e lo scorrimento delle acque in superficie, di regolare l'assorbimento da parte della vegetazione e di creare condizioni favorevoli alla degradazione delle sostanze inquinanti. Il valore protettivo delle coperture pedologiche dipende così dalle proprietà fisico-meccaniche del suolo, che determinano un'azione di filtro e di barriera al movimento degli inquinanti, dalle loro proprietà chimico-fisiche, che ne determinano la capacità tamponante, e dall'attività biologica, che consente la decomposizione biochimica e microbiologica delle sostanze immesse nel suolo. In generale le azioni di filtro e tampone sono meno pronunciate in suoli caratterizzati da elevata permeabilità e dalla presenza di falde poco profonde.

La crescita delle attività industriali, l'incremento dei consumi e la diffusione di pratiche agricole intensive hanno contribuito ad aumentare il numero delle potenziali sorgenti di contaminazione, influenzando direttamente la qualità dei suoli e limitandone molte importanti funzioni, inclusa la capacità di rimuovere i contaminanti dall'ambiente attraverso i processi di filtrazione ed assorbimento. Proprio questa capacità, assieme alla resilienza del suolo, cioè alla sua capacità di reagire agli influssi esterni, fanno sì che spesso i danni al suolo vengano evidenziati

solo quando sono in stato molto avanzato, a volte molto vicini alla fase di non reversibilità. Inoltre, la valutazione di eventuali danni al suolo risulta ancor più complicata dal fatto che la sua composizione e le conoscenze sugli equilibri chimico-fisici alla base delle sue interazioni con gli altri agenti naturali restano tuttora limitate, sia in termini qualitativi che quantitativi. Quando la capacità meccanica di filtrazione, chimico-fisica di tamponamento e quelle microbiologiche e biochimica di trasformazione sono esaurite, gli inquinanti organici e inorganici possono essere trasferiti dalla matrice suolo alle altre matrici ambientali e contaminare corsi d'acqua, falde acquifere e catene alimentari attraverso la loro assimilazione da parte della flora e della fauna. Meno conosciuta, ma altrettanto importante per gli equilibri ambientali, è la funzione di regolazione dei flussi idrologici tramite la quale viene controllato il deflusso delle acque superficiali limitando l'erosione dei suoli ed il rischio di inondazione.

Una precisa valutazione della capacità protettiva dei suoli è quindi di rilevante importanza nell'analisi di molte problematiche ambientali (contaminazione, eutrofizzazione, acidificazione, erosione, inondazioni ecc.) anche perché l'affidamento alla capacità depurativa del suolo è frequente in molte attività (es. spandimento di fanghi di depurazione urbana, smaltimento acque reflue urbane ed industriali). Tali valutazioni sono effettuate tramite vari modelli, generalmente basati sulle proprietà pedologiche quali permeabilità, profondità della falda superficiale, granulometria e sulle pro-

RESILIENZA E RESISTENZA DEL SUOLO

Il concetto di resilienza è stato introdotto di recente nella scienza del suolo in materia di ecologia del suolo e uso sostenibile con lo scopo di descrivere le risposte dei suoli ad impatti o disturbi di vario tipo.

La resilienza del suolo è comunemente definita come la capacità di recuperare la sua integrità funzionale e strutturale dopo un disturbo esterno continuando a svolgere regolarmente le sue funzioni.

Per resistenza del suolo si intende, invece, la capacità del suolo di mantenere invariate le proprie funzioni a seguito di un disturbo esterno.

Se il disturbo è troppo drastico od il suolo ha una elevata fragilità costituzionale si può avere una degradazione irreversibile in cui viene meno il recupero delle sue capacità funzionali in tempi ragionevoli (lo spazio della vita dell'uomo). In questo caso si ha, infatti, il superamento delle capacità di resilienza del suolo con un danno permanente oppure la necessità di un intervento di ripristino specializzato e costoso.

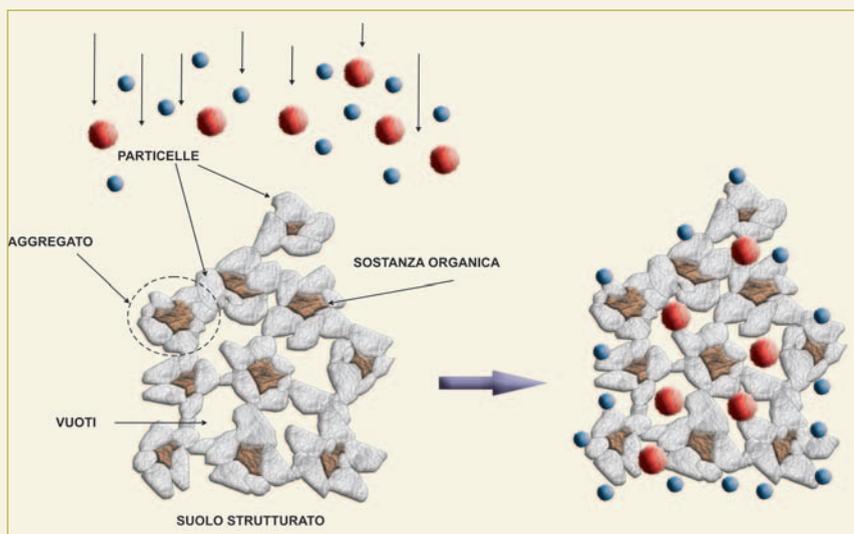


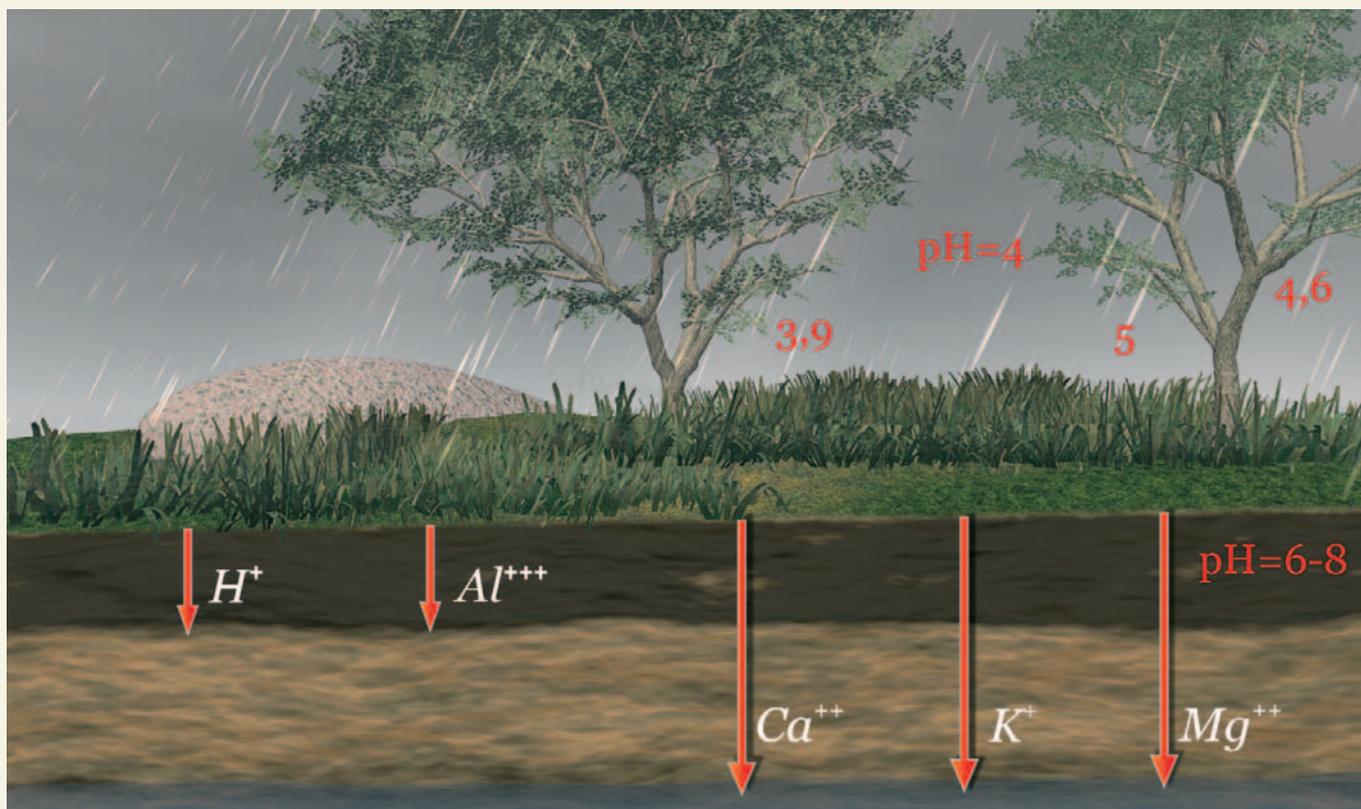
Fig. 2.7 - La struttura del suolo, dovuta alla presenza di aggregati stabili tra la sostanza organica e la componente minerale, impartisce al suolo stesso la capacità di agire da filtro nei confronti dei contaminanti. In particolare il terreno è in grado di "bloccare" i contaminanti, mediante processi di adsorbimento sia chimico (formazione di legami chimici tra la superficie delle particelle di suolo e i contaminanti) che fisico (intrappolamento dei contaminanti nei vuoti che caratterizzano la struttura del suolo).

prietà chimiche (pH e CSC) utilizzate come indicatori del potere tampone del suolo. Nelle valutazioni si tende, però, a considerare separatamente le relazioni tra la matrice suolo e il sistema delle acque profonde e quelle tra suolo ed acque superficiali. Se, pertanto, si può ritenere che la "capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee" corrisponda alla definizione di "capacità di attenuazione del suolo" prevista dal D.L.vo n.152/99 per la valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, non bisogna tuttavia dimenticare,

nel considerare le relazioni tra suoli ed ambiente nel suo complesso che, spesso, le caratteristiche (quali pendenza o bassa permeabilità) che rendono i suoli protettivi nei confronti delle acque sotterranee, favoriscono invece i movimenti laterali delle acque, determinando una minore capacità di protezione delle risorse idriche di superficie. Ad esempio, l'applicazione di prodotti fitosanitari può provocare la contaminazione di corpi idrici adiacenti le superfici trattate, qualora si inneschino processi di erosione e/o ruscellamento.

LA CAPACITÀ TAMPONE

La capacità tampone di un suolo consiste nella sua attitudine a neutralizzare l'effetto di sostanze acidificanti impedendo una variazione del suo pH. Essa è legata, in gran parte, al contenuto di cationi basici, alla quantità della componente argillosa e al contenuto di sostanza organica. Il rischio di acidificazione può derivare sia da fenomeni antropici quali piogge acide in seguito ad inquinamento atmosferico, sversamento di contaminanti ecc., sia da fenomeni naturali quali la crescita delle piante che, a seconda delle specie, può portare ad una acidificazione nel volume di suolo occupato dall'apparato radicale. La capacità tampone è la risposta naturale a tali fenomeni.



HABITAT BIOLOGICO E RISERVA GENETICA

Il suolo è un ambiente molto complesso che funziona da habitat per un elevatissimo numero di organismi concentrati in prevalenza nei primi centimetri dalla superficie (Fig. 2.8). Nell'intricata matrice tridimensionale del suolo, tali organismi interagiscono tra di loro in una fittissima rete alimentare, dando vita ad un complesso sistema di attività biologiche. Alcuni di questi vivono in maniera stabile all'interno del suolo, altri vi passano solo alcuni stadi del loro ciclo biologico, o lo utilizzano come protezione nei momenti di difficoltà e di stasi (cisti, impupamento, svernamento, estivazione); bisogna comunque sottolineare che, rispetto alla grande maggioranza di quelli che lo popolano, solamente una piccolissima percentuale è stata finora identificata e classificata.

Ad esempio, per quanto riguarda le comunità microbiche, si stima che il 99% sia ancora da identificare e studiare, costituendo la più

importante riserva di geni tra i vari comparti ambientali. Estendendo il discorso ad altre comunità di viventi, anch'esse ancora da scoprire, si arriva a parlare di una vasta riserva genetica che, oltre a contribuire alla loro stessa stabilità, potrebbe portare alla comprensione di funzioni e processi biologici importanti anche per la conservazione della specie umana.

Gli organismi edafici ("edaphon") contribuiscono attivamente a numerosi servizi critici per l'ecosistema quali:

- la formazione del suolo;
- la decomposizione della sostanza organica e di conseguenza la disponibilità di elementi nutritivi;
- la fissazione dell'azoto e il sequestro di carbonio;
- la soppressione o l'induzione di parassiti e malattie delle piante;



Fig. 2.8 - Alcuni microartropodi rappresentativi della mesofauna edafica. Da notare gli adattamenti anatomici, anche estremi, che coincidono con la perdita di occhi, pigmenti, zampe ed ali. a) Araneide; b) Formicide; c) Coleottero; d) Diplopode; e) Coleottero; f) Collembolo; g) Collembolo; h) Chilopode; i) Collembolo; l) Collembolo; m) Larva di dittero; n) Larva di coleottero.

- la bonifica, tramite processi biologici ("bioremediation"), dei suoli contaminati e degradati (per mezzo della detossificazione dei contaminanti e il restauro delle proprietà e dei processi fisici, chimici e biologici).

Dal punto di vista funzionale, invece, questi organismi sono riuniti in tre grandi gruppi che svolgono ognuno un importante ruolo specifico nell'ecosistema suolo (Fig. 2.9).

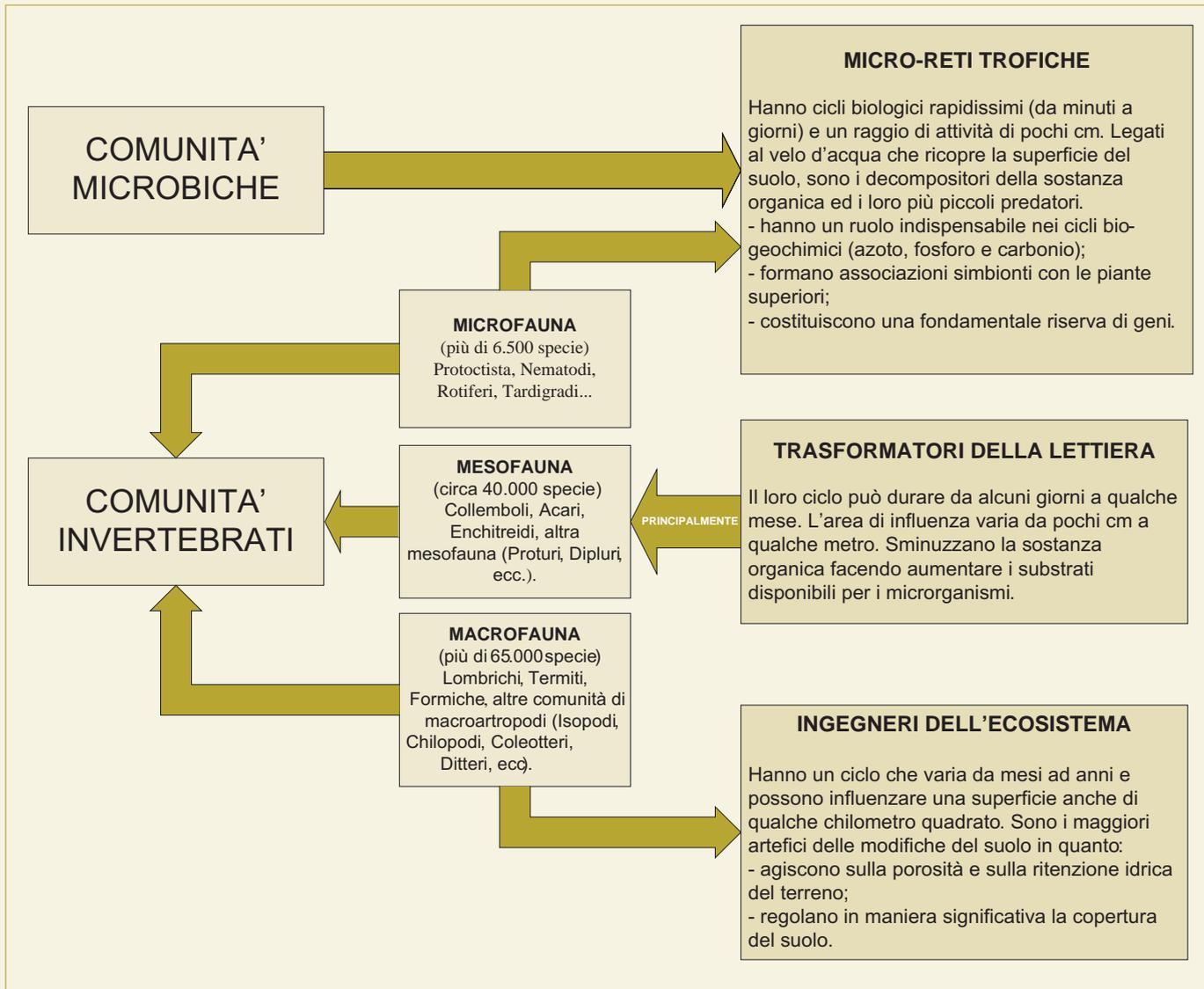


Fig. 2.9 - Gruppi e funzioni dei microrganismi del suolo.



"L'aratro è una delle invenzioni più antiche e più preziose dell'uomo, ma molto prima che fosse introdotta il suolo era in realtà arato regolarmente dai lombrichi e non smetterà mai di esserlo. È lecito dubitare che esistano molti altri animali il cui ruolo, nella storia del globo, abbia avuto un'importanza pari a quella di queste creature d'organizzazione così inferiore"
 Charles Darwin, 1881

IL SUOLO E LA CITTA'

Il suolo è uno degli elementi chiave dell'ecosistema città in quanto supporta diverse importanti attività che vi avvengono, in questo senso è quindi più giusto parlare di "suolo urbano". Il termine suolo urbano è una generalizzazione che viene usata per intendere un qualsiasi suolo, naturale, modificato o creato dall'uomo, che esiste in un'area urbana od industriale. In queste aree il suolo esplica una serie di funzioni del tutto particolari che si sovrappongono a quelle classiche (Fig. 2.10).



Fig. 2.10 - Specifiche funzioni svolte dai suoli urbani.

Quello di suolo urbano è quindi un concetto molto vasto e, in accordo con le funzioni specifiche che esso svolge, anche le forme con cui si presenta sono diverse (Fig. 2.11, Fig. 2.12, Fig. 2.13).



Fig. 2.11 - Central Park, New York: esempio di forte contrasto tra suoli a funzione ricreativa e di verde pubblico con quelli che ospitano il tessuto cittadino in tutte le sue componenti.



Fig. 2.12 - Filari e alberature ai lati delle strade rappresentano piccoli lembi spesso in sofferenza di suolo affiorante che sfuggono all'effetto "sigillante" di strade, marciapiedi ed edifici.



Fig. 2.13 - Recupero di un Brownfield. I suoli di questa vecchia area industriale sono stati recuperati e destinati ad accogliere un'area ricreativa che interessa la collettività.

Le pressioni antropiche, associate ai fattori naturali, hanno un significativo impatto sulla fisica, sulla chimica e sulla biologia di questi suoli, tanto che le loro caratteristiche possono allontanarsi moltissimo da quelle naturali arrivando a costituire un insieme di caratteri tipici e ricorrenti. Di seguito verranno citati solo alcuni esempi.

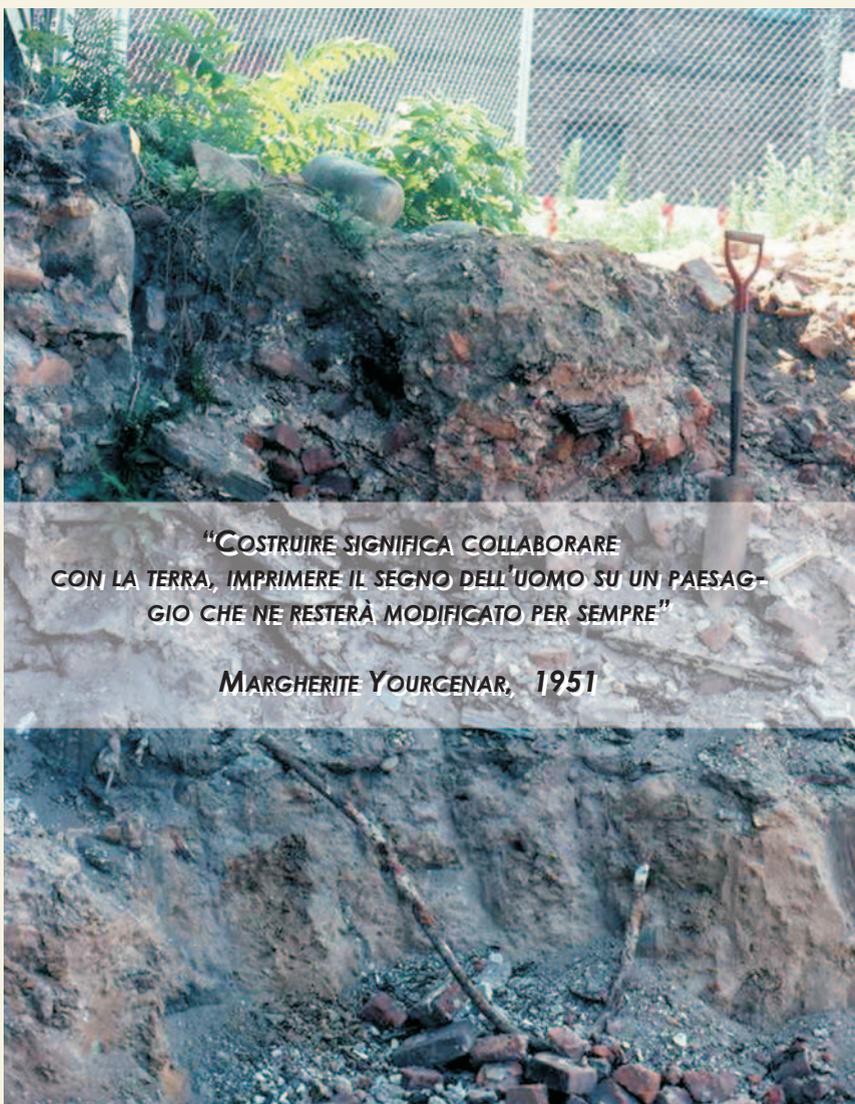
Innanzitutto esiste una forte discontinuità nel profilo verticale con transizione tra gli orizzonti, spesso rappresentati da riporti, altrettanto marcato è anche la discontinuità orizzontale dovuta alla natura stessa del tessuto urbano. Comune è la mancanza dell'orizzonte organico superiore sostituito da pavimentazioni varie ed asfalto. La forte compattazione, la presenza di croste superficiali o di pavimentazioni altera i movimenti di acqua attraverso il profilo, impedendoli, o formando condizioni asfittiche per mancato drenaggio.

La mancanza dell'orizzonte organico, anche quando il suolo è libero da coperture artificiali, unitamente agli apporti di numerose sostanze naturali e non (specialmente metalli pesanti) ed in concentrazioni tali da risultare tossiche, porta a modificazioni dell'attività degli organismi viventi al suo interno fino alla loro scomparsa totale. E' da notare che questo fattore influ-

sce in modo negativo sul vigore della vegetazione.

Il pH spesso risulta molto alto e ciò dipende dall'uso irriguo di acque dure, dal rilascio di carbonati da cementi e materiali da costruzione o, molto spesso, dallo spandimento di sale come antigelo per le strade (vedi problema della salinizzazione).

Lo studio della natura e delle dinamiche dei suoli urbani è stato finora abbastanza marginale. Poco si conosce riguardo alle loro potenzialità ed altrettanto carenti sono le conoscenze circa le implicazioni che certi processi (es. accumulo di inquinanti) possono avere sulla salute umana. Una più approfondita conoscenza di tali suoli sarebbe fondamentale anche in tema di pianificazione, in quanto potrebbe guidare le scelte fino al punto di evitare di commettere errori con risvolti non solo in termini ecologici ma anche monetari.



**"COSTRUIRE SIGNIFICA COLLABORARE
CON LA TERRA, IMPRIMERE IL SEGNO DELL'UOMO SU UN PAESAGGIO
CHE NE RESTERÀ MODIFICATO PER SEMPRE"**

MARGHERITE YOURGENAR, 1951

QUANDO L'UOMO È IL FATTORE PRINCIPALE DELLA FORMAZIONE DEL SUOLO

Storicamente le aree urbane sono state ignorate dalla cartografia dei suoli e dagli studi sulla formazione del suolo. Oggi si riconosce che queste aree sono di primaria importanza per la popolazione umana e come tale è fondamentale una introduzione dei suoli urbani nella classificazione ufficiale. Per la WRB (World Reference Base for Soil Resources) gli Anthrosol rappresentano suoli impostati su suoli naturali pesantemente modificati dall'attività umana, che viene così considerata un fattore della pedogenesi e dall'apporto di energia, materiali e sostanze di origine antropica.

LUOGO E MEZZO DI CONSERVAZIONE E TRAMITE DI ACCESSO A GIACIMENTI PALEONTOLOGICI ED ARCHEOLOGICI DI FONDAMENTALE SIGNIFICATO CULTURALE

Il suolo, come parte del territorio in cui è inserito, è stato da sempre analizzato e studiato in riferimento al suo interesse economico rappresentato dalle sue qualità primarie, riconducibili alla sua fertilità e alla sua produttività agricola. Tuttavia, negli ultimi anni sono stati valutati anche altri aspetti, prima non adeguatamente riconosciuti, che considerano il suolo

per investigare eventi sismici del passato (attraverso lo studio di "paleoterremoti" e la ricerca paleosismologica, vedi Fig. 2.15). Inoltre, nei suoli antropizzati, la presenza di insediamenti archeologici può consentire di porre in luce quei tratti paesaggistici indotti dall'uomo (ad esempio disboscamenti intensivi o particolari pratiche agricole) utili a stimare l'uso del territorio

da parte delle passate comunità (Fig. 2.16).

Questa nuova interpretazione rappresenta sicuramente un valido strumento di conoscenza del territorio e di tutte le valenze ad esso connesse, finalizzato ad una gestione consapevole, di tutela e conservazione dei beni culturali/ambientali e ad una corretta programmazione territoriale da parte delle Amministrazioni Pubbliche. La comunità scientifica è impegnata ad individuare, inventariare e proporre pedositi; recentemente sono emersi in letteratura contributi di pedologi italiani volti alla classificazione del suolo secondo differenti tipologie e gradi di interesse culturale (Fig. 2.14). Si tratta di segnalazioni propositive che, seppur d'importanza, necessiteranno di verifica e discussione soprattutto perché non sono state ancora raggiunte metodologie standard di studio e di larga diffusione. Bisogna tuttavia evidenziare che il forte degrado cui sono soggetti molti paleosuoli impone una maggiore attenzione da parte delle Amministrazioni locali affinché vengano tutelati alla pari di altri "monumenti naturali". Fra le molteplici cause che sono alla base di tale incuria vi è sicuramente la mancanza di un'adeguata legislazione e l'assenza delle popolazioni locali nei problemi di gestione del territorio.



Fig. 2.14 - Carta di prima approssimazione dei principali suoli di interesse culturale, sovrapposti alla carta delle Soil Region.

un importante luogo e mezzo di conservazione di una serie di valori a tutti gli effetti assimilabili al "bene culturale".

Da questo punto di vista, infatti, il suolo riveste un'importanza ed un interesse culturale notevole in quanto può conservare importanti testimonianze geo-paleontologiche, archeologiche e/o geo-archeologiche. I suoli dei giacimenti geologici e paleontologici possono, ad esempio, registrare eventi naturali molto antichi, come le trasformazioni dovute alle eruzioni vulcaniche, le glaciazioni e i cambiamenti climatici oppure costituire uno strumento essenziale

per investigare eventi sismici del passato (attraverso lo studio di "paleoterremoti" e la ricerca paleosismologica, vedi Fig. 2.15). Inoltre, nei suoli antropizzati, la presenza di insediamenti archeologici può consentire di porre in luce quei tratti paesaggistici indotti dall'uomo (ad esempio disboscamenti intensivi o particolari pratiche agricole) utili a stimare l'uso del territorio da parte delle passate comunità (Fig. 2.16). Questa nuova interpretazione rappresenta sicuramente un valido strumento di conoscenza del territorio e di tutte le valenze ad esso connesse, finalizzato ad una gestione consapevole, di tutela e conservazione dei beni culturali/ambientali e ad una corretta programmazione territoriale da parte delle Amministrazioni Pubbliche. La comunità scientifica è impegnata ad individuare, inventariare e proporre pedositi; recentemente sono emersi in letteratura contributi di pedologi italiani volti alla classificazione del suolo secondo differenti tipologie e gradi di interesse culturale (Fig. 2.14). Si tratta di segnalazioni propositive che, seppur d'importanza, necessiteranno di verifica e discussione soprattutto perché non sono state ancora raggiunte metodologie standard di studio e di larga diffusione. Bisogna tuttavia evidenziare che il forte degrado cui sono soggetti molti paleosuoli impone una maggiore attenzione da parte delle Amministrazioni locali affinché vengano tutelati alla pari di altri "monumenti naturali". Fra le molteplici cause che sono alla base di tale incuria vi è sicuramente la mancanza di un'adeguata legislazione e l'assenza delle popolazioni locali nei problemi di gestione del territorio.