SISS
SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO

Bollettino

della Società Italiana della Scienza del Suolo

Anno XLVII (1998) No. 1 Lit. 25.000

Spedizione in A.P. - 45% - Comma 20 lett. B art. 2 L. 662/96 Filiale di Roma

Bollettino

della Società Italiana della Scienza del Suolo

Anno XLVII

No. 1 1998

Presidenza: Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma
Tel. 06-7005413, Fax 06-7005711, e-mail: psequi@uni.net

Segreteria: Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Piazza M. D'Azeglio, 30 - 50121 Firenze
Tel. 055-2491227, Fax 055-241485, e-mail: arcara@dada.it

Sito: http://www.inea.it/isnp/siss/siss.htn

Grafica e impaginazione: *S.Federici & G.Grego design*, Roma

Lettera ai Soci

Paolo Sequi

Presidente della Società Italiana della Scienza del Suolo

Cari Colleghi e Amici,

la nuova veste che caratterizza questo numero del Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, primo del rinnovato Consiglio Direttivo, vuole testimoniare la volontà di migliorare veste grafica e contenuti, sperando di renderli più aderenti ai desideri dei Soci. Di nuovo nei contenuti ci sono i maggiori spazi dedicati all'attività degli organi direttivi della Società, oltre che a quella degli organismi di nuova costituzione, come Sottocommissioni, Gruppi di lavoro e Comitati Tecnici, nei quali riponiamo moltissima fiducia. Ma se le novità, che non sono in definitiva poi molte, rappresentano il frutto dello sforzo di conseguire un miglioramento che si potrà valutare solo in seguito, il nuovo numero vuole attestare soprattutto l'impegno di continuare la pubblicazione dell'organo societario.

In questo senso mi si permetta di ringraziare di cuore il prof. Giovanni Fierotti, che tanto ha voluto la nuova serie, della quale questo fascicolo è il nono numero, e tanto ha fatto per riprenderne la pubblicazione dopo la pausa di qualche anno. Nel periodo di interruzione della pubblicazione erano stati in molti a pensare che, pur se previsto dal regolamento della Società, il Bollettino fosse tutto sommato superfluo e quasi tutti, forse, avevano temuto che la sospensione fosse definitiva. Desidero dedicare personalmente a lui questo nuovo numero, con la mia affettuosa gratitudine per la via che ha aperto.

Del Bollettino non si intende solo proseguire le pubblicazioni: si vuole anche renderne regolare la cadenza e pervenire già a partire dal 1998 ad una periodicità trimestrale. La Società si sta maggiormente aprendo, quest'anno, agli Istituti di istruzione superiore e universitaria, agli Enti

pubblici e privati di ricerca, ai laboratori di analisi, agli Enti locali, alle Società: intende appoggiarsi a queste ultime per la collaborazione anche a livello di promozione pubblicitaria, per ripianare costi che negli ultimi periodi sono divenuti insostenibili. Crediamo che solo così la Società possa registrare quel processo di espansione e di crescita attiva che condiziona il successo di ogni attività.

Ai soci individuali, le persone fisiche che sempre hanno costituito il vero asse portante della nostra associazione, chiediamo un contributo ancora più convinto. Solo se ci staranno vicini con suggerimenti, apporti di idee, collaborazioni concrete, critiche costruttive, la Società avrà raggiunto i suoi obiettivi.

Come si può notare, al di là delle integrazioni che si sono sottolineate nelle prime righe, il Bollettino non presenta cambiamenti di rilievo nell'impostazione e nell'articolazione delle rubriche.

Si è pensato di affidare all'ultimo fascicolo di ogni anno le notizie di interesse generale, come l'elenco dei soci e le norme che regolano l'organizzazione della società; si è intenzionati a sollecitare maggiori contributi non solo dalle Commissioni e dai nuovi organismi, ma anche dai singoli soci. Di rinnovato chiediamo solo l'impegno, a tutti.

Società Italiana della Scienza del Suolo

Composizione del Consiglio Direttivo
28 novembre 1996

Presidente:
PAOLO SEQUI
Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 4, 00184 Roma
tel. 06 7005413, fax 06 7005711, e-mail psequi@uni.net

Presidente onorario:
FIORENZO MANCINI
Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Piazza D'Azeglio, 30, 50121 Firenze
tel. 055 2491228, fax 055 241485

Past President:
GIOVANNI FIEROTTI
Istituto di Agronomia - Cattedra di Pedologia, Università di Palermo
Viale delle Scienze, 90128 Palermo
tel. 091 596102, fax 091 6518222, e-mail fierotti@mbox.unipa.it

Consiglieri:
PIETRO VIOLANTE
Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli
Via dell'Università, 100, 80085 Portici (NA)
tel. 081 7885206, fax 081 7755130, e-mail pieviola@unina.it
PIER GIACOMO ARCARA
Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Piazza D'Azeglio, 30, 50121 Firenze
tel. 055 2491227, fax 055 241485, e-mail arcara@dada.it
NICOLA SENESI
Istituto di Chimica Agraria, Università di Bari
Via Amendola, 165/a, 70126 Bari
tel. 080 5442853, fax 080 5442813, e-mail nsenesi@mail2.clio.it
GUIDO SANESI
Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta,
Università di Firenze
Piazzale delle Cascine, 28, 51144 Firenze
tel. 055 330491, fax 055 321148, e-mail sanesi@csg.fi.cnr.it
ANGELO ARU
Dipartimento di Scienza delle Terra, Università di Cagliari
Via Trentino, 51, 09100 Cagliari
tel. 070 2006239, fax 070 282236, e-mail arua@vaxcal.unica.it

Rappresentante ISSS:
PAOLO NANNIPIERI
Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta,
Università di Firenze
Piazzale delle Cascine, 15, 50144 Firenze
tel. 055 32881, fax 055 333273, e-mail nannip@cscs.fi.cnr.it

Presidente I Commissione - Fisica del Suolo:
MARCELLO PAGLIAI
Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Piazza D'Azeglio, 30, 50121 Firenze
tel. 055 2491228, fax 055 241485, e-mail marcello.pagliai@dada.it

Componenti:
Ermanno Zanini
Ermanno Busoni
Girolamo Mecella
Patrizia Scandella (segretario)

Presidente II Commissione - Chimica del Suolo:
ANTONIO VIOLANTE
Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli
Via dell'Università, 100, 80085 Portici (NA)
tel. 081 7885207, fax 081 7755130, e-mail violante@unina.it

Componenti:
Carlo Gessa
Elisabetta Barberis
Mario Businelli
Alessandro Piccolo (segretario)

Presidente III Commissione - Biologia del Suolo:
LILIANA GIANFREDA
Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli
Via dell'Università, 100, 80085 Portici (NA)
tel. 081 7885225, fax 081 7755130, e-mail gianfred@unina.it

Componenti:
Brunello Ceccanti
Grazia Masciandaro
Flavia Pinzari
Stefano Grego (segretario)

Presidente IV Commissione - Fertilità del Suolo:
ANNA BENEDETTI
Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2-4, 00184 Roma
tel. 06 7008721, fax 06 7005711, e-mail nutrazotata@www.inea.it

Componenti:
Luciano Scarponi
Luigi Badalucco
Adele Figliolia
Maria Teresa Dell'Abate (segretario)

Presidente V Commissione - Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo:
SERGIO VACCA
Ente Autonomo del Flumendosa, Settore Salvaguardia del Territorio e dei Corpi Idrici
Viale Elmas, 116, 09122 Cagliari
tel. 070 201651, fax 070 274699

Componenti:
Franco Previtali
Ermanno Busoni
Andrea Giordano
Paolo Baldaccini (segretario)

Presidente VI Commissione - Tecnologia del Suolo:
DINO TORRI
Consiglio Nazionale delle Ricerche di Firenze, Istituto per la Genesi ed Ecologia del Suolo
Piazzale delle Cascine, 15, 50129 Firenze
tel. 055 3288290, fax 055 321148, e-mail dbtorri@csgccs.fi.cnr.it

Componenti:
Elisabetta Barberis
Marcello Pagliai
Marcello Raglione
Costanza Calzolari (segretario)

Presidente VII Commissione - Mineralogia del Suolo:

VALTER BOERO
Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali
Chimica Agraria, Università di Torino
Via Leonardo da Vinci, 44, 10095 Grugliasco (To)
tel. 011 6708510-8507, fax 011 4031819, e-mail boero@valnet.it

Componenti:

Aldo Mirabella
Francesco Biondi
Claudio Colombo
Paola Adamo (segretario)

Sindaci effettivi:

CARMELO DAZZI
Istituto di Agronomia, Università di Palermo
Viale delle Scienze, 90128 Palermo
tel. 091 6650247, fax 091 6518222, e-mail dazzi@mbox.unipa.it

ROSA FRANCAVIGLIA
Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2-4, 00184 Roma
tel. 06 7005299, fax 06 7005711, e-mail rfrancaviglia@uni.net

FRANCO PREVITALI
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Milano
Via Emanueli, 15, 20126 Milano
tel. 02 64474402, fax 02 64474400, e-mail previ@alpha.disat.unimi.it

Sindaci supplenti:

Stefano Canali
Silvia Dell'Orco

Bollettino No. 1

La Fisica del suolo per un ambiente sostenibile

M. Pagliai[a], E. Zanini[b], E. Busoni[c], G. Mecella[d] e P. Scandella[d]

a) Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, MiPA
Piazza M. d'Azeglio, 30 - 50121 Firenze

b) Dip. Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università di Torino
Via Leonardo da Vinci, 44 - 10095 Grugliasco (TO)

c) Istituto per la Genesi e l'Ecologia del Suolo, CNR
Piazzale delle Cascine, 15 - 50129 Firenze

d) Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, MiPA
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma

Gli aspetti più preoccupanti di degradazione del suolo, e quindi dell'ambiente, nelle aree interessate da agricoltura intensiva sono rappresentati dalle problematiche che si presentano nella comprensione e gestione dei processi di tipo fisico, quali l'erosione, il compattamento, la formazione di croste superficiali, la formazione di strati compatti lungo il profilo, la perdita di struttura, ecc., derivanti dalle attuali modalità e caratteristiche di impresa e di produzione.

Per lo sviluppo di un'agricoltura sostenibile è assolutamente indispensabile prevenire i suddetti fenomeni di degradazione del suolo attraverso nuovi modelli di sistemi colturali, alternativi a quelli convenzionali, atti a ridurre l'impatto ambientale delle attività agricole senza peraltro penalizzare la loro convenienza economica.

In questa ottica, il principale obiettivo della Fisica del suolo è quello di quantificare le qualità fisiche del suolo e quindi valutare l'adattabilità dei suoli ai nuovi modelli di gestione ed il recupero di modelli di gestione che tradizionalmente hanno dimostrato una elevata ecocompatibilità, nonché l'individuazione di quelli ottimali per la compatibilità fra produzione agricola e protezione e conservazione delle risorse naturali.

Bisogna inoltre ricordare che sostenibilità presenta molteplici accezioni: da quella di capacità d'uso di un ambiente, a quella, molto più definita, di possibilità, espressa come limite, di un suolo a sostenere certe pratiche di uso e gestione finalizzate ad una certa produzione; a quella, ancora, di possibilità, capacità di un suolo in un dato ambiente a produrre quanti - e qua-

litativamente senza generare effetti secondari nocivi per l'uomo (ecotossicità) la sua cultura passata, presente e futura nell'ambiente stesso (degradazione).

Il suolo è uno degli ecosistemi. Sue caratteristiche e qualità quali la struttura, i livelli energetici ed i flussi che avvengono nel suolo sono estremamente sensibili alle attività antropiche. Pratiche agricole quali le lavorazioni del terreno, il passaggio di macchine agricole, l'irrigazione, l'uso di acque saline e reflue, le colture stesse, ecc. possono modificare la struttura del suolo e quindi tutte le reazioni ed attività che avvengono in seno ad esso.

Per una corretta comprensione, modellizzazione e quantificazione di molti degli argomenti, qualità, processi, caratteri del suolo citati e di tanti altri ad essi connessi è necessario approfondire alcuni aspetti che in questa relazione saranno ricordati e sui quali molto lavoro deve essre ancora fatto in termini di comprensione, modellizzazione, sperimentazione, trasformazione e trasferimento dei risultati agli utenti, insieme allo sforzo di coinvolgimento per una loro attiva partecipazione, che implichi impiego di capitali umani, sociali, legislativi e finanziari.

La scelta della scala di indagine si presenta oggi come uno dei più interessanti aspetti della ricerca sui quali investire capacità di fantasia, approfondimento, sperimentazione, diffusione dei risultati. Per questo sarà trattata in primo luogo nella presentazione. Seguiranno analisi sullo stato dell'arte e delle problematiche tuttora aperte per una migliore comprensione di caratteristiche e qualità fisiche del suolo tanto sensibili per una valutazione della sostenibilità da essere in molti casi considerate indici e metro della stessa. Il problema della unificazione delle metodologie di raccolta dei dati (parametrizzazione) si lega intimamente a quanto fatto negli ultimi anni in varie sedi nazionali ed internazionali e soggiace ad una propria utilizzazione dei modelli, siano essi concentuali o di simulazione, qualitativi o quantitativi, di valutazione o di parametrizzazione, ecc. Di questo sarà trattato in un paragrafo. Infine l'aspetto del trasferimento dell'informazione agli utenti e la loro corresponsabilizzazione in un coinvolgimento, diciamo, socialmente olistico sarà presentato sulla scorta delle richieste esposte nel 5° Quadro dei programmi della UE.

Scala di indagine

Nella maggior parte delle scienze naturali le misure sono fatte puntualmente, cioè in un dato luogo ed in un dato tempo: la pedologia non fa eccezione. Al contrario, essa impone una discretizzazione ad un continuum, e

questo sia in termini spaziali che temporali, in quanto il suolo deve essere considerato come un sistema aperto agli scambi con l'ambiente in cui è inserito.

Anche la sostenibilità ambientale, del suolo, come qualunque sistema, può essere analizzata, interpretata, modellizzata a diverse scale di intensità di informazione. Un esempio può facilmente illustrare il concetto: le caratteristiche, qualità, ecc. del suolo considerate per una valutazione a livello di versante differiscono per tipo, qualità, quantità, ecc. da quelle analizzate a livello di bacino di ordine superiore, regione, ecc. In ogni caso, anche i modelli interpretativi saranno adeguati e richiederanno qualità e quantità di informazioni congrue.

Dall'ambiente, il suolo acquisisce, e ad esso rilascia, inputs energetici e di materia in un flusso di scambi continui e quindi temporali. Tutta la fisica, ma anche la fisico-chimica e microbiologia del suolo, attualmente modellizza i più diversi processi in termini spazio-temporali, sia mono- che bi- e tridimensionalmente.

Se partiamo dalla misura puntuale, ovvero effettuata in un punto del tempo e dello spazio, come possiamo trasferire l'informazione nello spazio e nel tempo? Quanta dell'informazione originale viene persa e quanta trasformata in analoga informazione utilizzabile in analoghi modelli di processi, di gestione e/o di valutazione? Sono queste le domande che sottendono la scelta di diverse scale di indagine, che si preferisce chiamare dettaglio (in quanto la parola scala può ingenerare confusione, perché molte delle caratteristiche che si usano non sono realmente rappresentate da grandezze scalari e d'altra parte non sono legate alla scala di rappresentazione). Il concetto di dettaglio implica qualità, intensità, accuratezza dell'indagine.

Per dare una risposta a tali domande bisogna partire da una serie di postulati, generalmente imposti dal problema che deve essere risolto. Il dettaglio di indagine deriva da questo **primo postulato**: il dettaglio di definizione del problema impone il dettaglio di indagine. Si crea un modello di risposta al problema. Si pone subito la domanda: se il modello prefigurato e le grandezze fisiche utili che vengono rilevate siano adeguati a dare risposte sufficientemente accettabili (attendibili!) per la soluzione del problema. Se (**secondo postulato**) il modello creato è consono alla definizione del problema, e si spera che lo sia, sorge la domanda a quale dettaglio devono essere rilevate le caratteristiche fisiche. È questo un punto focale della decisione. Noi sappiamo che in un dato panorama pedologico, l'ambiente ha discretizzato le caratteristiche fisiche in funzione dei rapporti ambientali, dei fattori di stato e delle driving forces, imponendo limiti (condizioni al contorno) che definiscono la funzionalità delle caratteristiche e quindi l'espressione dei processi, sia singoli che

sinergici. Il **terzo postulato** impone che fattori di stato, driving forces e funzionalità delle caratteristiche fisiche siano indagati a livelli di intensità e qualità consoni alla definizione del problema.

Se i tre detti postulati sono tenuti presenti, allora problema e modelli si presenteranno allo stesso livello di dettaglio e di conseguenza anche le risposte lo saranno.

Oggi la maggior parte delle caratteristiche fisiche funzionali del suolo possono essere parametrizzate con sufficiente attendibilità, ed i modelli dei processi fondamentali che avvengono nel continuum suolo-pianta-atmosfera appaiono essere per lo più tanto raffinati e fisicamente basati per dare risposte accettabilmente accurate al livello di singolo individuo pedologico: in termini pratici, del profilo. Se dal livello di profilo si passa ad un minore dettaglio, ad esempio lo stesso polipedon, ci accorgeremo che alcune caratteristiche rimangono abbastanza simili a quelle del profilo: la profondità degli orizzonti, la loro definizione e sequenza, ad esempio, mentre altre cominciano a presentare una certa variabilità che, parametrizzata, può divenire importante, soprattutto se riferita a quelle che sono le caratteristiche fisiche funzionali più importanti: quelle cioè legate alla geometria dei pori, alla loro continuità e persistenza, da cui derivano i rapporti energetici della fase liquida, i loro gradienti, ed in ultima analisi, i flussi massici ed energetici da questi determinati. La variabilità in questo caso definisce, in un certo senso, quanta dell'iniziale informazione viene persa, o meglio diviene incontrollabile aumentando l'entropia di un modello che, poniamo, abbia come input la relazione di ritenuta e la conducibilità idraulica media di quelle misurate. Lo stesso avviene se si adopera la moda o la mediana. A questo livello (polipedon) un'analisi della variabilità spaziale delle caratteristiche può aiutare a comprendere meglio quanto e quale errore venga immesso nel modello. Altrettanto si può dire se delle stesse caratteristiche si esegue una parametrizzazione temporale, cosa ovvia in certi suoli dinamici.

Se si passa via via a minori dettagli, e quindi al livello di Serie, di Famiglia di suoli, e così oltre, deve essere affrontato il problema della distribuzione delle caratteristiche fisiche funzionali su più ampi spazi ed ambienti. La soluzione non è facile e possono essere scelte varie strade: da quella della discretizzazione (rasterizzazione) per unità di superficie e di suolo omogenee e passaggio dell'informazione per cascata, tra raster considerati come cellular automata; a quella della catena, utilizzando espressioni funzionali delle caratteristiche fisiche catenarie; a quella di una geospazializzazione dei dati di input, utilizzando modelli nested, e così via. Questi modelli appaiono sufficientemente affidabili in tutti quegli ambienti in cui le definizioni dei limiti al contorno coincidono con reali e funzionali contorni am-

bientali (un versante, un piccolo bacino di 1° ordine, ecc.); perdono molta della propria attendibilità quando quelle richieste al contorno non sono rispettate o non sono ambientalmente vere.

Al variare di dettaglio bisogna tenere presenti i tre postulati e quindi proporre modelli che rispondano al problema con input che possono derivare dai dati puntuali ma che ne rappresentano una certa aggregazione di cui si conoscano i limiti e la rispondenza alla realtà. Si introduce a questo punto il concetto di livello di dettaglio. Questo, altro non è che un punto focale nella espressione delle possibilità focali di uno zoom: al variare della focale varia il dettaglio e l'ampiezza dello scenario in cui il problema si pone. Se tutti sono d'accordo che è impossibile riprendere un bel panorama con un'ottica macro grandangolare, devono accettare che è altrettanto impossibile affrontare problemi a livello di grande bacino con dati raccolti ed utilizzando modelli validi a livello di pedon: i due livelli non sono congrui.

Come agire dunque? Al termine di due recenti Workshops tenutesi a Wageningen nella primavera del 1994 ("Using existing soil data to derive hydraulics parameters for simulation models in environmental studies and in land use planning", Winand Staring Centre, 14-15/04/1994) e nell'estate 1996 ("Soil and water quality at different scales", SC-DLO, ISSS, AISS, BSS, 7-9/08/1996) i convenuti hanno in pratica rigettato la possibilità di utilizzare in modo estensivo modelli di trasferimento dell'informazione (upscaling, pedotranfer functions (PTF), ecc.): tali modelli per essere affidabili devono essere utilizzati limitatamente allo stesso livello del problema, in un ambiente naturalmente limitato. Per differenti livelli di informazione devono essere concepiti modelli differenti e per la loro applicazione devono essere utilizzati appropriati input. Tali input possono derivare da dati stoccati in data-base di tipo GIS, attraverso PTF appositamente validate per il livello di utilizzazione. Resta importante la strutturazione dei GIS con il massimo livello di dettaglio secondo normative unificate di misura, analisi, parametrizzazione e verifica spazio-temporale. Da tali GIS potranno essere attinte le informazioni spaziali e temporali immediatamente adatte o da cui derivare gli input per i modelli usati ai vari livelli di indagine.

Quanto detto, impone che la futura ricerca su PTF, su variabilità spazio-temporale delle caratteristiche fisiche, sulle qualità del suolo, su modelli applicativi e di valutazione venga impostata su diversi livelli di dettaglio, perché anche la sostenibilità in agricoltura, e non solo in essa, appare sempre più legata e determinata dal livello del problema da risolvere. A questo proposito, va ricordato che la somma della sostenibilità delle singole aziende, con i propri sostenibili livelli di conduzione, non necessariamente risulta nella sostenibilità generale dell'ambiente. Molti casi testimoniano il

fallimento di soluzioni sostenibili ad un certo livello, che non si sono poi manifestate tali a livelli di maggiore o minore dettaglio: un esempio per tutti può essere l'applicazione di modelli SPAC quando dal livello parcellare si passa a quello di versante, bacino, ecc. Se tale modello può permettere una migliore comprensione dei processi nel continuum di un piccolissimo ambiente, non riesce a tradurre altrettanta informazione su spazi e tempi maggiori. Per ragioni del tutto opposte, altrettanto può essere detto dell'utilizzazione del SCS-Curve Number Method quando utilizzato su piccoli bacini o su versanti. Il modello non è capace di determinare con maggiore accuratezza di quanta ne permetta su ambienti più ampi.

Molto lavoro è ancora da fare nell'affrontare i citati temi, ma la riuscita ricompenserà lo sforzo dell'impresa.

Struttura del suolo

Le caratteristiche fisiche del suolo sono in gran parte determinate dalle condizioni strutturali. La struttura del terreno determina sia l'efficienza sia l'entità dell'impatto delle pratiche agricole. Influenza, infatti, i limiti entro i quali il miglioramento genetico, il controllo delle infestanti, gli insetti, le malattie, la fertilità del suolo e l'acqua possono manifestarsi nel migliorare la produzione agricola. Influenza anche la perdita di elementi nutritivi attraverso l'erosione e la lisciviazione e perciò ha un grande significato nel determinare l'impatto ambientale di alcune pratiche agricole. La struttura del terreno è quindi molto sensibile alle attività umane e l'entità delle sue modificazioni in seguito a tali attività può palesarsi sia nel breve che nel lungo termine. La continua evoluzione delle tecnologie agricole può influire anche sul tempo di insorgenza delle modificazioni della struttura del terreno.

Per valutare l'impatto sul suolo delle attività antropiche è necessario quindi quantificare le modificazioni della struttura del terreno. La struttura altro non è che la combinazione di differenti tipi di pori con le particelle solide (aggregati) e quindi le sue modificazioni possono essere quantificate attraverso la completa caratterizzazione del sistema dei pori nel terreno. L'avvento delle tecniche di analisi di immagine ha consentito la determinazione quantitativa del sistema dei pori su sezioni sottili preparate da campioni indisturbati di terreno attraverso le tecniche della micromorfologia del terreno.

La micromorfologia è, infatti, basata sullo studio del terreno al microscopio ottico. A questo scopo è necessario preparare sezioni sottili di terreno seguendo una procedura che prevede il prelievo in campo del cam-

pione indisturbato, in modo tale, cioè, da non alterarne la struttura all'interno; successivamente, il campione viene indurito, impregnandolo sotto vuoto con una resina che ha la caratteristica di polimerizzare lentamente nel tempo, e che riempie gli spazi vani del terreno senza provocarne alcuna alterazione. Una volta indurito il campione può essere lavorato meccanicamente e, quindi, con apposite attrezzature, quali ad esempio una troncatrice a disco diamantato ed una lapidatrice, vengono preparate sezioni sottili di circa 30 mm di spessore, cioè trasparenti alla luce e quindi analizzabili al microscopio ottico (Murphy, 1986). Le dimensioni di tali sezioni dipendono dalle attrezzature di cui si dispone; per le indagini sulla struttura occorrono sezioni sottili di almeno 6x6 cm^2. Per lo studio della porosità è necessario che il campione sia indurito nel suo stato naturale e non sia, ad esempio, essiccato all'aria. In questo caso si avrebbe una alterazione della porosità dovuta al crepacciamento del campione durante l'essiccamento. Per ovviare a questo inconveniente, prima dell'indurimento con la resina, viene seguita una procedura, già messa a punto e riportata nella letteratura internazionale (Miedema et al., 1974; Murphy, 1986), la quale prevede la sostituzione dell'acqua del campione con l'acetone.

Sistema dei pori

È ormai noto che le lavorazioni tradizionali e intensive causano, nel lungo termine, un deterioramento delle condizioni strutturali del suolo dovuto anche e soprattutto all'impoverimento del contenuto di sostanza organica. Tale deterioramento si evidenzia in termini di riduzione di continuità e funzionalità del sistema dei pori. L'analisi di immagine su sezioni sottili preparate da campioni indisturbati di terreno consente la caratterizzazione della porosità e quindi consente di valutare l'impatto delle attività antropiche sulle qualità strutturali dei suoli.

Per una valutazione completa delle condizioni strutturali del terreno, oltre al valore totale della porosità, è necessario quindi conoscere prima di tutto la distribuzione dimensionale e la morfologia dei pori, proprio perché le funzioni (ritenzione e movimenti dell'acqua, crescita delle radici, ecc.) dei pori stessi dipendono dalla loro dimensione e dalla loro forma. Nella letteratura internazionale esistono innumerevoli sistemi di classificazione basati sulla dimensione dei pori; la più valida e più diffusa appare tuttora quella descritta da Greenland (1977) e riportata nella Tabella 1.

Tabella 1

Classificazione funzionale dei pori nel terreno in base alle loro dimensioni (Modificato da Greenland, 1977)

Diametro equivalente µm (10^{-6}m)		Potenziale dell'acqua (bar)		Nome
	<0,005		>-600	Spazi di legame
0,005	-0,5	-600	/-6	Pori Residui
0,5	-50	-6	/-0,06	Pori di Riserva
50	-500	-0,06	/-0,006	Pori di Trasmissione
	>500		<-0,006	Fessure (Spazi vani)

Secondo questa classificazione i pori più piccoli di 0,005 µm (diametro equivalente), detti "spazi di legame", svolgono un ruolo fondamentale nelle forze di legame fra le particelle primarie. I pori compresi fra 0,005 e 0,5 µm, detti "pori residui", sono importanti in quanto in essi avvengono le interazioni a livello molecolare. I pori compresi fra 0,5 e 50 µm, detti "pori di riserva", sono capaci di trattenere l'acqua abbastanza fortemente da non essere drenata facilmente per gravità, ma viceversa sono capaci di cederla alle piante. Essi costituiscono quindi la riserva idrica e di ioni nutritivi per le piante ed i microrganismi. L'appassimento delle piante comincia normalmente quando tutti questi pori si sono svuotati d'acqua, mentre il contenuto idrico presente, quando i pori di questa classe sono riempiti d'acqua, corrisponde approssimativamente alla capacità idrica di campo. I pori compresi fra 50 e 500 µm, detti "pori di trasmissione", sono quelli che consentono i movimenti dell'acqua e dell'aria utili per le piante e lo sviluppo delle radici. Molti autori hanno dimostrato che la gran massa dell'apparato radicale necessita di pori di 100-200 µm di diametro per svilupparsi (Russel, 1978; Tippkötter, 1983; Pagliai e De Nobili, 1993). La presenza di questi pori è inoltre essenziale per garantire e mantenere un ottimale stato di aggregazione (buone condizioni strutturali). I pori maggiori di 500 µm, detti comunemente "fessure o spazi vani", sono utili per la penetrazione delle radici principali, per l'aerazione e per il drenaggio, soprattutto nei terreni a tessitura fine, ma un'alta percentuale di questi pori (oltre il 70-80% della porosità totale) è generalmente un indice di scarse condizioni strutturali; basti pensare che le crepe superficiali, le quali si sviluppano dopo una pioggia violenta quando la stabilità degli aggregati è bassa, appartengono a questa classe dimensionale (Pagliai et al., 1983).

L'analisi di immagine è l'unico metodo che consente di caratterizzare la porosità non solo secondo la suddetta classificazione dimensionale, ma anche secondo la morfologia classificando, ad esempio, i pori in tre gruppi fondamentali quali: i pori regolari o rotondeggianti, irregolari e allungati e determinando inoltre la loro continuità, orientazione e arrangiamento nel terreno.

Dalla letteratura internazionale emerge che l'introduzione di sistemi di lavorazioni ridotti (a più bassi input energetici) e sistemi colturali alternativi a quelli convenzionali generalmente migliora le condizioni strutturali dei suoli, attraverso un aumento della continuità dei pori allungati e una più omogenea distribuzione dei pori stessi con una adeguata proporzione di quelli di trasmissione.

La presenza di tale adeguata proporzione dei pori di trasmissione allungati e continui, cioè non orientati parallelamente alla superficie del suolo, distribuiti omogeneamente lungo il profilo, garantisce l'infiltrazione e i movimenti dell'acqua. È stata infatti trovata una relazione fra la porosità rappresentata dai pori allungati e continui e la conducibilità idraulica in terreno saturo (Pagliai et al., 1995). Tale correlazione è del tutto assente, ad esempio, con i pori regolari e irregolari. La quantificazione di ciascun tipo di pori sulle sezioni sottili fornisce la possibilità di poter stimare parametri importanti per definire la qualità dei suoli, quali la conducibilità idraulica, non semplici da determinare (Cavazza, 1981; Miyazaki, 1993).

La quantificazione e la caratterizzazione del sistema dei pori consente quindi una appropriata valutazione sulla qualità del suolo e quindi sulle modificazioni indotte dall'impatto delle attività antropiche.

Stabilità degli aggregati

La stabilità degli aggregati è un altro importantissimo parametro al fine di valutare la qualità del suolo e si può definire come la capacità degli aggregati di terreno di resistere all'azione disgregante dell'acqua. Tale capacità dipende dalle forze di legame fra le particelle di terreno ed è legata alla presenza di sostanze cementanti sia organiche che inorganiche presenti nei suoli. Il cemento naturale per eccellenza è rappresentato dalla sostanza organica e l'impoverimento del suo contenuto nei suoli, in seguito all'eccessiva antropizzazione (lavorazioni intensive, disboscamenti, sbancamenti, ecc.), è la principale causa della perdita di stabilità strutturale, con tutto ciò che ne consegue (aumento dei rischi erosivi, compattamento, formazione di croste superficiali, ecc.).

Per far fronte a questo impoverimento, e quindi a questo tipo di degradazione strutturale, è in atto un notevole ripensamento sulla gestione agronomica del territorio attraverso l'introduzione di pratiche agronomiche alternative alle tradizionali, basate essenzialmente su più bassi input energetici e soprattutto, nell'ottica della nuova funzione ambientale che l'agricoltura moderna deve assolvere, attraverso l'utilizzazione agronomica di biomasse di rifiuto e di scarto. Gli esperimenti in questo senso hanno generalmente dimostrato un miglioramento sia della porosità sia del sistema dei pori, evidenziando però che il fattore limitante per tale utilizzazione è rappresentato dal rischio di inquinamento, soprattutto da metalli pesanti e sostanze tossiche che possono entrare nella catena alimentare con riflessi, quindi, per la salute umana.

Vista l'importanza di questo parametro, è opportuno soffermarsi sui metodi per la sua determinazione, i quali sono basati sull'assunto che i suoli possiedano una aggregazione minima in condizioni di saturazione d'acqua; è comune la valutazione della resistenza degli aggregati alla distruzione meccanica mediante abrasione in acqua. La quasi totalità di questi metodi sono basati sulla setacciatura ad umido. La percentuale di aggregati del suolo disintegrati, al netto della sabbia grossolana, dopo un tempo standard rappresenta un indice di stabilità strutturale (water stability index). Diversi tipi di pretrattamento dei campioni sono stati suggeriti per ridurre le perdite assai variabili nella fase di inumidimento (Cavazza, 1981; Haynes, 1993). Si tenga conto che l'umidità degli aggregati può essere critica ai fini di una buona analisi, in considerazione del fatto che esiste una relazione lineare tra stabilità strutturale e contenuto d'acqua degli aggregati prima dell'abrasione (Rasiah et al., 1992). Del resto è altresì rilevante l'instabilità indotta dall'aria occlusa e dai fenomeni di "swelling" all'interno degli aggregati; ciò indica che una speciale attenzione dovrebbe essere rivolta alla specifica distruzione degli aggregati umidi al raggiungimento della saturazione e ancora indipendente da fenomeni di abrasione meccanica. In condizioni standard è noto da tempo che la distruzione degli aggregati durante la setacciatura a umido è esponenziale. Valmis et al. (1988) hanno per primi suggerito un indice empirico di instabilità basato su una relazione esponenziale tra percentuale di massa di aggregati, corretta per la sabbia grossa, distrutti e il tempo di setacciatura.

L'analisi di questo trend esponenziale deve essere però approfondita tenendo conto sia della distruzione attiva a saturazione, sia di quella passiva per abrasione. Un modello semplice è stato recentemente proposto per controllare l'efficacia del metodo in termini di risposta alle differenti condizioni degli orizzonti superficiali (Zanini et al., 1997). Il modello

si riferisce concettualmente ad un sistema in cui gli aggregati secchi all'aria presenti alla superficie del suolo sono sottoposti a graduale inumidimento e sommersione, divenendo quindi soggetti all'azione distruttiva sia dell'acqua di ruscellamento, sia delle particelle in essa sospese e trasportate che esercitano un'azione abrasiva sulla superficie degli aggregati esposti. La disintegrazione netta di aggregati in tale sistema è pertanto limitata dal contenuto attuale di particelle primarie grossolane ed è determinata dalla progressiva dissoluzione di sostanze leganti e dalla abrasione meccanica delle particelle (Emerson, 1977; Collis-George e Green, 1979). Il modello matematico che risulta dalla formalizzazione quantitativa di questi assunti può essere un'equazione che descrive l'avvicinamento asintotico nel tempo t al massimo di disaggregazione, M, come un processo esponenziale di primo ordine:

$$Y(t)=M\ (1-e^{-nt})$$

dove n è l'espressione del tasso di cambiamento del sistema in relazione alla dissoluzione e all'abrasione. Il valore M è però raggiunto sia attraverso una progressiva disintegrazione, A, effettivamente indotta dai materiali dislocati durante la perturbazione superficiale, sia dalla destabilizzazione, B, operata dall'acqua nella fase di inumidimento per reazione dell'aria occlusa e per rigonfiamento. Considerando separatamente queste due componenti l'equazione standard diventa:

$$Y(t)=A\ (1-e^{-nt}) + B$$

Tale modello è stato validato su 99 suoli dell'Appennino rappresentativi di pedon con alto rischio erosivo e con significativa differenza nei fattori di aggregazione (Zanini et al., 1995). Sembra accertato quanto sia imprecisa la valutazione di un indice di stabilità ad un solo tempo di abrasione. Stime affidabili della stabilità strutturale possono essere fatte solo tenendo conto della cinetica di disaggregazione: le differenze tra le percentuali di disaggregazione tra due suoli possono completamente invertire il loro segno come conseguenza del diverso andamento esponenziale di tale processo nel tempo.

Compattamento

Il compattamento del terreno può essere provocato dalla combinazione di forze naturali, le quali agiscono internamente, e da forze di origine antropica legate alle conseguenze delle pratiche colturali. Queste ultime sono essenzialmente dovute al traffico delle macchine agricole ed hanno un

effetto compattante decisamente superiore alle forze naturali quali l'impatto della pioggia, il rigonfiamento e il crepacciamento, l'accrescimento radicale, anche perché l'ingegneria agraria, nell'ultimo ventennio, ha prodotto macchine di grandi dimensioni sempre più potenti e pesanti e la problematica inerente la messa a punto di pneumatici od equipaggiamenti a più bassa azione compattante è tutt'altro che risolta.

In determinati tipi di terreni dotati di scarsa capacità di rigenerazione strutturale, quali, appunto, i terreni argillosi sviluppati sui sedimenti di argille marine del Pliocene, l'effetto negativo di tale fenomeno può protrarsi a lungo nel tempo e molti dei fenomeni erosivi in zone declivi possono trarre origine od accentuarsi proprio in seguito al compattamento del terreno dovuto al passaggio di macchine agricole.

Esperimenti tendenti a quantificare il danno, in termini di porosità del terreno, provocato dal passaggio di trattori hanno evidenziato che la porosità totale diminuisce fortemente (3-4 volte) nelle aree compattate. Questo effetto appare ancora più accentuato nel caso di passaggi consecutivi sulla stessa traccia. La diminuzione di porosità interessa in modo preponderante i pori allungati, che sono i più importanti, come già ricordato, dal punto di vista agronomico, essendo quelli che determinano la qualità delle condizioni strutturali, e soprattutto ne viene ridotta la loro continuità.

L'esame microscopico delle sezioni sottili rivela come le variazioni di porosità in seguito al compattamento modificano la struttura del terreno. Nelle aree non compattate dei terreni coltivati la struttura è generalmente di tipo poliedrico da angolare a subangolare in tutto l'orizzonte lavorato, mentre nelle aree compattate e soprattutto nello strato superficiale (0-5 cm) i sottilissimi pori allungati si distribuiscono parallelamente alla superficie del terreno originando una struttura lamellare caratteristica dei terreni compattati. Quindi, anche la piccola quantità di pori allungati, non avendo continuità in senso verticale, è praticamente inutile ai fini dell'infiltrazione dell'acqua.

La diminuzione di porosità, associata a profonde modificazioni strutturali nelle zone compattate, è strettamente correlata con l'aumento della resistenza alla penetrazione del terreno, determinata con l'ausilio di un penetrometro manuale dotato di punta conica conforme alle metodologie standard.

I fenomeni di compattamento legati alla coltivazione intensiva del terreno non sono solo rappresentati dal compattamento superficiale dovuto al passaggio di macchine agricole ma possono anche verificarsi lungo il profilo colturale. Il caso più tipico è rappresentato dalla formazione di uno strato compatto al limite inferiore della lavorazione del terreno (suola d'ara-

tura). Tale discontinuità lungo il profilo altera i movimenti di drenaggio e può generare ristagni idrici i quali, oltre che a creare problemi di asfissia, contribuiscono alla dispersione delle particelle del terreno e quindi alla degradazione della struttura. I problemi connessi con la presenza di tale strato compatto si sono accentuati proprio in seguito alla eccessiva specializzazione avvenuta in agricoltura come, ad esempio, l'adozione di monosuccessioni continue con arature profonde. È facilmente intuibile che in terreni a tessitura fine la presenza di tale suola d'aratura, oltre ad un notevole ostacolo allo sviluppo delle radici in profondità, può creare notevoli problemi di drenaggio, come dimostrano le estreme conseguenze degli allagamenti registrati negli ultimi anni in occasione di eventi piovosi eccezionali concentrati in un breve periodo di tempo. Lavorazioni alternative alla tradizionale aratura, quali la discissura con "chisel", si sono rivelate più appropriate per mantenere condizioni più favorevoli di porosità ed una sua distribuzione più uniforme lungo il profilo colturale, e per evitare quindi la formazione di tali strati compatti.

Croste superficiali

Le lavorazioni intensive, oltre all'alterazione del sistema dei pori nel terreno, causano anche una diminuzione del contenuto di sostanza organica la quale si riflette sulla stabilità degli aggregati all'azione disgregante dell'acqua. Infatti, l'azione battente della pioggia provoca la distruzione meccanica degli aggregati e le particelle disperse nel successivo processo di essiccamento si rapprendono dando origine a sottili strati molto fragili e estremamente compatti quali, appunto, le croste superficiali. Tali croste sono estremamente dannose in quanto interrompono gli scambi gassosi suolo-atmosfera, riducono notevolmente l'infiltrazione dell'acqua, con conseguente aumento dei rischi erosivi, ed ostacolano l'emergenza del seme. Generalmente tali croste sono estremamente compatte ma talvolta possono anche presentare valori elevati di porosità. L'esame microscopico di queste croste rivela che esse sono formate da diversi strati sottili e compatti formati da materiali fini (limo e argilla) intercalati da materiali più grossolani e da pori, i quali possono avere forma sferica (vescicole) in quanto formati da bolle d'aria rimasta intrappolata nel terreno durante il processo di essiccamento, o possono essere pori allungati orientati parallelamente alla superficie del terreno e senza continuità in senso verticale, quindi praticamente nulli ai fini dell'infiltrazione dell'acqua. Talvolta, le croste superficiali possono essere formate da un sottilissimo strato di particelle fini, le quali formano una su-

perficie sigillante capace di ridurre drasticamente l'infiltrazione dell'acqua e gli scambi gassosi suolo-atmosfera. Al di sotto di questa sottilissima superficie sigillante si ritrovano, infatti, numerosi pori sferici (vescicole) originati da bolle d'aria rimasta intrappolata durante il processo di essiccamento. Tali pori sono distribuiti in bande parallele alla superficie del terreno e formano la tipica struttura vescicolare, la quale è indice di pessime condizioni strutturali ed è instabile e transitoria. Questo tipo di croste è molto diffuso nei terreni franco sabbiosi. Generalmente i terreni franco sabbiosi e i terreni alluvionali a tessitura franca o tendenzialmente limosi sono i più soggetti alla formazione di croste superficiali, soprattutto se interessati da lavorazioni convenzionali intensive.

Recenti studi hanno evidenziato, comunque, che la formazione di tali croste può essere prevenuta o attenuata con l'adozione di sistemi di lavorazione del terreno alternativi rispetto, ad esempio, all'aratura profonda tradizionale, o con la somministrazione di materiali organici.

Erosione

L'erosione del suolo è senz'altro il maggior fattore responsabile della degradazione delle risorse ambientali. Stime recenti indicano che nel mondo 430 milioni di ettari, pari al 30% delle terre coltivate, sono irrimediabilmente distrutti dagli intensi fenomeni erosivi.

L'erosione è strettamente dipendente dalle proprietà fisiche del suolo, prime fra tutte, la porosità e la stabilità strutturale. Eppure, nonostante ciò, i numerosi modelli esistenti attualmente per la previsione di tale fenomeno non tengono conto in nessun modo di questi parametri, con la conseguenza che in pratica tali modelli si rivelano estremamente empirici e assolutamente non generalizzabili ad ambienti pedoclimatici diversi. Ad esempio, questi modelli non tengono conto della presenza di crepe nei terreni argillosi autostrutturanti, le quali regolano l'infiltrazione dell'acqua almeno nel periodo iniziale della pioggia. La quantificazione di questo tipo di porosità e della sua dinamicità può senz'altro aiutare nella valutazione dell'erosione del suolo.

L'introduzione di piccoli accorgimenti nella gestione del territorio, come l'introduzione di lavorazioni più ridotte che fra l'altro non alterano l'aspetto produttivo, l'evitare il compattamento lungo la direzione di massima pendenza, l'adozione dell'inerbimento nelle colture arboree, possono ridurre notevolmente l'entità e quindi la pericolosità del fenomeno erosivo. Le cause maggiori dell'insorgere dell'erosione, molto spesso sono dovute a grossi lavo-

ri extra agricoli, quali il disboscamento o operazioni di sbancamento per grosse opere pubbliche o private, senza tenere in debita considerazione le caratteristiche pedologiche e senza prevedere con sufficiente accuratezza le possibili alterazioni che possono essere indotte nel sistema idrologico.

Processi di trasporto

Per un ambiente sostenibile molto spesso interessa seguire non solo il moto dell'acqua nel suolo ma anche quello di un suo ben determinato soluto (NaCl, CO_2, NO_3^-, K^+, ecc.). Il processo di trasporto dei soluti ha un'importanza notevole in numerosi fenomeni quali:

- la salinizzazione, il dissalamento del suolo e l'utilizzazione dei terreni salsi;
- la migrazione degli elementi fertilizzanti, la perdita di elementi nutritivi per dilavamento, l'inquinamento per eutrofizzazione delle falde e dei corpi idrici ad esse collegati;
- la migrazione di fitofarmaci (erbicidi, anticritto gamici, insetticidi, nemato-cidi, ecc.) con relative conseguenze sulla loro efficacia, persistenza e possibilità di inquinamento;
- la pedogenesi, con problemi di differenziazione di orizzonti, di bilanci di elementi o sostanze, di equilibri dinamici, oscillazioni, pseudoequilibri, ecc.).

Lo studio fisico del movimento dei soluti risulta complesso per diversi motivi. Vi è innanzitutto il problema che una disforme distribuzione iniziale di soluti nella fase liquida implica disformità di potenziale osmotico e perciò in generale di potenziale totale dell'acqua e può quindi interagire sul movimento dell'acqua stessa. Il moto di ogni singolo soluto d'altra parte può interferire su quello degli altri (di particolare importanza è l'interazione tra ioni di carica opposta). Nel terreno agrario, inoltre, si ha per lo più a che fare con fasi aperte, sicché ogni variazione del potenziale chimico di un dato componente, in una data fase, induce uno scambio del componente stesso tra questa e le altre fasi del terreno. Anche il moto in fase solida vi può perciò interferire. A parte il moto insito nei processi di rigonfiamento e di assestamento, interessa ricordare il moto di trascinamento subito dalle particelle solide più fini unitamente alle sostanze su di esse adsorbite (migrazione dei

colloidi, ad es. dell'argilla, in orizzonti più profondi) e, in un certo senso, il movimento delle sostanze adsorbite, rispetto alla superficie solida su cui sono adsorbite (moto dell'acqua adsorbita, dei cationi adsorbiti, ecc.). Il numero dei componenti che entra macroscopicamente a far parte della fase gassosa è molto minore di quello dei componenti, che si rinvengono normalmente nelle altre due fasi, perciò per questi ultimi (ad es. quasi tutti i sali solubili e certi composti organici solubili o disperdibili in acqua) la fase gassosa non è praticamente accessibile in condizioni normali (ciò non avviene, ad es. per CO_2, O_2, così come per NH_3, per fumiganti, per certi erbicidi, ecc.)

Alcuni componenti sono in equilibrio chimico con altri componenti della stessa fase o di altre fasi (ad es. la CO_2 nella fase gassosa è in equilibrio con la CO_2 disciolta in acqua e questa è in equilibrio con l'HCO_3^- e $CO_3^=$ proveniente dalla dissoluzione dei carbonati). Ogni alterazione che si verifica in una fase sposta tutto questo sistema di equilibri con intuibili conseguenze. A tutto ciò si aggiunga che un gran numero di importantissime trasformazioni chimiche che avvengono nel terreno è promosso o controllato dall'attività dei microrganismi.

Nonostante i recenti notevoli e continui progressi per quello che attiene tali problemi, non sempre si riescono a spiegare completamente su base teorica i risultati sperimentali che si ottengono nelle condizioni di campo. Ciò dipende, almeno in gran parte, dalle complicazioni che normalmente presentano i casi pratici. Ad esempio quando la soluzione del suolo ha composizione uniforme nello spazio e nel tempo (movimenti in falde salse, prove di percolazione in regime permanente con determinate soluzioni), il trasporto dei soluti segue esattamente quello dell'intera soluzione ed obbedisce perciò a tutte le leggi del moto dei fluidi. Più in generale, però, la parte liquida del terreno non costituisce una fase omogenea e nel corso del moto fluido vengono a contatto soluzioni di composizione diversa. Nell'irrigazione con acque salse all'interno dei pori si evidenziano due fasi (acqua salsa ed acqua dolce meteorica) o tre fasi (acqua salsa, acqua dolce ed aria).

Il sistema dei pori nel terreno è costituito da un reticolo di pori anastomizzati che fanno sì che una porzione di liquido, che incontra lungo il suo percorso un bivio, tende a suddividersi e così farà ciascuno dei rami risultati al successivo bivio, col risultato che dopo un certo numero di passaggi la concentrazione del soluto risulterà dispersa nel piano trasversale a quello di avanzamento medio del fluido. In realtà i pori del terreno possono essere assimilati a tubi irregolarmente tortuosi e di diametro continuamente variabile, diverso per i vari filetti liquidi (McCoy et al., 1994).

Nel complesso perciò, per effetto di distribuzione delle velocità

effettive nei pori, per diversità del diametro degli stessi, e per la tortuosità del percorso effettivo, ci si deve attendere che ogni porzione di liquido tenda a separarsi continuamente dalle porzioni che le sono adiacenti o vicine in un dato istante, ossia che si abbia, tanto microscopicamente che macroscopicamente e per un insieme di ragioni, una dispersione idrodinamica.

Per affrontare su scala macroscopica questo tipo di problematiche, nonostante la carenza di ogni ragionevole base teorica, sono stati approntati alcuni modelli che, con equazioni simili a quelle formulate da Darcy, hanno dimostrato una buona aderenza alle realtà sperimentali.

Altri casi emblematici sono quelli dell'evaporazione dal terreno agrario o, un po' meno rigorosamente, l'assorbimento dell'acqua da parte delle radici. La modellizzazione di questi processi è ancora essenzialmente empirica. Infatti, durante il processo evaporativo, con l'aumentare della concentrazione dei soluti presso la superficie, questi tendono sempre più fortemente a spostarsi, per diffusione, in senso opposto al moto convettivo della soluzione.

L'accumulo dei sali in determinate zone del suolo (superficie del terreno, zona di intenso assorbimento radicale) esalta un altro processo. Una differente concentrazione dei soluti implica una differenza di potenziale osmotico che provoca un movimento del solvente (H_2O) contrario al moto della soluzione nel suo insieme. In pratica l'effetto del gradiente osmotico dell'acqua assume importanza solo quando l'umidità del suolo è bassissima (acqua igroscopica) o dove i gradienti di concentrazione sono elevati. Spesso sulla superficie del suolo si hanno zone asciutte e zone ancora umide: all'interfaccia tra queste situazioni si hanno certamente fenomeni di osmosi.

L'eterogeneità del suolo, soprattutto come stratificazione (differenze del grado di costipamento, di granulometria, di struttura), ma anche come semplice distribuzione dell'umidità, complica notevolmente il moto dei soluti. Un'importanza notevole può avere in questi processi l'esistenza di una rete di crepacciature; in questo caso non solo risulta fortemente influenzato il regime del flusso liquido, ma anche in fase di evaporazione si ha accumulo di sali sulle facce delle spaccature ed il successivo eventuale afflusso di acqua (moto vorticoso) dilava molto facilmente questi sali trascinandoli in profondità.

Tra i problemi di maggiore interesse pratico c'è quello del trasporto di sostanze, che possono essere prodotte o che possono scomparire nel terreno durante lo stesso trasporto, per effetto delle reazioni chimiche (trasformazione di carbonato di calcio insolubile in carbonato solubile o viceversa) o di quelle fisiche (dissoluzione del gesso), per attività microbiologiche (nitrificazione, denitrificazione, decomposizione di diserbanti) o per at-

tività degli apparati radicali (assorbimento di ioni nitrici o di altri elementi nutritivi). Tutte queste situazioni costituiscono casi di divergenza di flusso di soluti, ciascuno caratterizzato da una funzione che esprima in termini di altre variabili (profondità del suolo, tempo, umidità) le variazioni in aumento o in diminuzione del soluto in movimento.

Per tutti questi casi si deve tentare il ricorso ai procedimenti di calcolo numerico od a rilievi sperimentali. Non è raro il ricorso a semplicistiche formule teoriche, ad esempio quella del cosiddetto fabbisogno di dilavamento (leaching requirement) adottato nel caso di irrigazione con acque salmastre, che si fonda sulla semplice e semplicistica ipotesi di regime di moto permanente dei soluti.

In altri termini, per un ambiente sostenibile, almeno per quanto riguarda i processi di trasporto, la ricerca deve continuare ad applicare le conoscenze teoriche alle realtà pratiche e, quando questo non è possibile per la grande variabilità delle unità di suolo presenti nel nostro Paese, a formulare modelli che, anche se empirici e/o semideterministici, siano in grado di simulare con accettabile approssimazione i fenomeni pratici che vengono via via sperimentati.

Relazione fra proprietà fisiche, chimiche e biologiche

Un'altra importante relazione fra porosità, misurata mediante l'analisi di immagine di sezioni sottili, e attività enzimatiche del suolo è stata recentemente dimostrata. Infatti, è stato trovato che quanto più alta è la quantità di pori presenti nelle classi dimensionali 50-200 μm tanto più elevata è l'attività di diversi enzimi presenti nel suolo (Sequi et al., 1985; Pagliai e De Nobili, 1993; Giusquiani et al., 1995).

Necessità di standardizzazione dei metodi di analisi

Le misure di molte proprietà fisiche, quali, ad esempio, la struttura del terreno, sono molto complesse ed è impossibile definirle attraverso criteri univoci o con un unico tipo di determinazioni per tutti i tipi di suoli. Molti ricercatori, ad esempio, focalizzano le loro analisi su ciò che considerano rilevante per il loro scopo scientifico, mettendo a punto misure analitiche specifiche per precisi scopi in determinati progetti di ricerca. Nel contesto generale, quindi, gli studi su particolari proprietà fisiche del terreno contemplano un lar-

go numero di metodi analitici spesso usati in maniera diversa. Da qui la necessità di una standardizzazione dei metodi proprio per una maggiore possibilità di confronto dei risultati delle ricerche sviluppate nei vari laboratori. Tale esigenza è molto sentita anche a livello internazionale e di fatto le organizzazioni di normalizzazione dei metodi di analisi (ISO, UNI, ecc.) si stanno sempre più occupando anche dei metodi per le analisi fisiche del suolo.

Per questo la Commissione I (Fisica del suolo) della Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS) nell'ambito della sua attività ha ritenuto prioritario un programma di lavoro dedicato alla problematica dei metodi per le analisi fisiche del suolo.

Modellizzazione

Cosa sono i modelli fisici? Sono solo quelli basati su definite leggi fisiche? Se quanto è stato detto sulla scala di indagine può essere accettato, allora si può liberamente asserire che anche molti modelli di altra natura possono e devono poter utilizzare a pieno titolo le caratteristiche ed i processi fisici del suolo, parametrizzati o meno, come input di informazione. Il processo di modellizzazione è la prefigurazione di un sistema, semplice o complesso che sia: si attiva un gioco in cui partendo da alcuni concetti predefiniti, attraverso algoritmi di diversa natura, si cerca di ricostruire alcuni scenari di risposta a problemi utilizzando come input, informazioni acquisite che presentano una funzionalità atta a rispecchiare o riprodurre processi meglio o peggio conosciuti. I concetti di scatola nera, grigia o bianca derivano dal dettaglio di conoscenza che abbiamo dei processi. Esistono modelli fisici che presentano al loro interno un gran numero di scatole nere: il già ricordato SCS-Curve Number Method ne è un esempio. Al contrario, il modello del flusso idrico in moto stazionario in falda può essere considerato perfettamente fisico e, dato il grado di conoscenza che abbiamo di esso, rappresentare una scatola bianca.

Al variare del dettaglio alcune scatole possono cambiare di colore: ad esempio il processo d'infiltrazione può essere modellizzato facilmente su una piccola parcella, dell'ordine di pochissimi metri quadri, con condizioni al contorno ed al limite ben definite e quindi essere considerato una scatola bianca che può diventare completamente nera su spazi maggiori, quando non è possibile raggiungere altrettanto dettaglio; in questi casi il processo viene visto sotto un punto di vista completamente diverso. Da un modello Philips, ad esempio, si passa ad un modello a secchiello in cui il processo d'infiltrazione scade in una differenza tra i vari addendi che formano il ciclo idrologico.

Altri esempi possono essere facilmente presentati; quello che ci interessa è comunque vedere quali possono essere i temi di ricerca e di sperimentazione ai vari gradi di intensità di dettaglio su cui attivarsi nel prossimo futuro per rispondere al tema di questa discussione. Presentiamo di seguito alcuni punti importanti, da aggiungersi a quelli evidenziati sopra, non volendo in ogni modo essere completi ed esaustivi. I punti sono suddivisi per ordine di grandezza di dettaglio: non esiste una priorità tra i vari temi: ognuno può darsene una propria, a seconda degli interessi e delle proprie competenze.

Oggetti di lavoro per il futuro a grande dettaglio:

importanti per la costruzione di modelli atti a soluzioni di problemi di dettaglio superiore o minore.

Idrofobia dei suoli: si sa molto poco di come in presenza di idrofobia si esplichino i potenziali e di come avvengano i flussi; le teorie classiche non sono applicabili perché basate sul presupposto dell'idrofilia; l'idrofobia appare importante nei primi tempi dopo un incendio o quando si verifichi inquinamento da idrocarburi, derivati di catene lunghe di tipo plastica, ecc.

Stabilità strutturale e della geometria porale nei primi tempi dopo le lavorazioni: dinamica dell'accatastamento delle particelle e dei microaggregati e riduzione dei macropori; stabilità in funzione delle energie applicate, del tipo di attrezzi e di velocità di lavorazione in funzione di caratteristiche fisiche "permanenti" nei brevi tempi: S.O., granulometria, ecc.; compattazione da lavorazioni, self-compaction, ecc. Loro stagionalità e dipendenza dalle condizioni precedenti di umidità e di gestione (cicli colturali, lavorazioni, fertilizzazione, irrigazione, ecc.); crusting e sealing per gli stessi motivi.

Importanza delle caratteristiche e dei processi fisici del suolo sulla dinamica delle popolazioni micro- mesobiologiche e loro risposte alle influenze antropiche (e.g. sinergie nel recupero di suoli inquinati).

Influenza di quanto sopra sulle proprietà funzionali del suolo: relazioni di ritenuta ed energetiche; ampiezza dell'isteresi indotta dall'attività umana e loro distribuzione spazio-temporale.

Infiltrazione e flusso idrico in suoli dinamici: solo alcuni modelli hanno cercato di disegnare processi applicabili in tali situazioni.

Contemporaneità spazio-temporale di flussi idrici con caratteristiche di laminarietà e turbolenza: quali limiti di esistenza.

Definizione di dinamica parziale: fino a quando un suolo si comporta da reale suolo dinamico, in quali ambiti di umidità; con quali condizioni antecedenti ed ambientali.

Influenza della frazione granulometrica superiore ai 2 mm nelle relazioni funzionali predette.

Nuova modellistica delle relazioni radici-suolo: come le radici si comportano in condizioni di stress ambientale non dovuto alla riduzione di disponibilità idrica o di ossigeno; ricerca di acqua ed ossigeno da parte delle radici; loro capacità di adattamento all'ambiente.

Distribuzione spazio-temporale della capacità di ritenuta idrica, e conseguente creazione di gradienti energetici e quindi di flussi, in termini tridimensionali anisotropi, come conseguenza di variazioni stagionali delle risposte del suolo alla sua gestione e agli input ambientali.

Oggetti di lavoro per il futuro a minore dettaglio:
il livello di dettaglio a cui agire dipende dal problema.

Utilizzazione dell'informazione multispettrale, ricavata da remote e nearby sensing, in processi dinamici del suolo; derivazione da essa di proprietà funzionali e qualità fisiche del suolo; interfacciazione ai vari gradi di dettaglio delle caratteristiche e processi ambientali con quelli del suolo.

Modelli di interpretazione tra relazioni funzionali di tipo quantitativo e di tipo qualitativo.

Definizione univoca di qualità fisiche del suolo; che tipo di funzionalità si deve descrivere (casistica, modelli trasportabili, ecc.).

Nuovi modelli o vecchi modelli rivisitati: mono- o multidisciplinari di tipo trasversale e non additivo, per fini di valutazione e previsione per un'agricoltura precisa (precise agricultural management).

Trasporto dell'informazione agli utenti

In un momento in cui i finanziamenti nazionali per la ricerca scarseggiano tutti si rivolgono alle sedi internazionali per ottenerne. Spesso le proposte vengono rigettate perché le richieste non si adeguano alla strategia che tali sedi si sono date. Un esempio può essere fatto analizzando come e perché molti progetti di ricerca, seppur molto ben costruiti per quanto ri-

guarda la struttura della ricerca, non vengano poi premiati con il finanziamento. Ciò avviene perché spesso manifestano carenze nel coinvolgimento di utenti finali nel progetto. Il documento della Commissione UE "Towards the 5th Framework Programme. Scientific and technological objectives" specifica precisamente quanto segue:

- i progetti devono rispondere ai seguenti criteri, che riportiamo nella stesura originale:

Criteria related to economic development and scientific and technological prospects

The scientific and technological objectives selected must correspond to areas:

- *which are expanding and which create good growth prospects;*
- *in which European firms can and must become more competitive;*
- *in which prospects of significant technological progress are opening up.*

Criteria related to social objectives

The scientific and technological objectives selected must help to further understanding the major European Union social objectves reflecting the expectations and concerns of EU citizens:

- *improving employment;*
- *promoting the quality of life anf health;*
- *preserving the environmen*

Criteria related to the European "value added" and the subsidiarity principle

The scientific and technological objectives selected cannot be achieved through private research alone and are more effectively pursued at the European level and can be achieved more easily with projects at that level:

- *because a "critical mass" in human and financial terms needs to be established, and a mixture*

of complementarity expertise found in the various countries is needed;

- *because a significant contribution can be made in this way to the implementation of one or more European Union policies;*
- *because these objectives concern European problems, aspects of standardisation and the development of the European area.*

Come si vede, tutti progetti devono soddisfare condizioni di scientificità integrandole con condizioni di interesse socioeconomico, di valore aggiunto e di sussidiarietà. I criteri che sottostanno implicano una stretta relazione e compartecipazione con gli utenti che devono essere cooptati nel progetto. In mancanza di detti requisiti il progetto viene classificato in basso.

Appare chiaro, da quanto sopra, che da oggi in poi non sarà possibile fare ricerca su progetti importanti ed a largo respiro se non diventando in un qual senso dei manager che progettano in maniera muldisciplinare, trasversalmente ai vari gruppi disciplinari, e con il coinvolgimento attivo dei diretti destinatari della ricerca. Nei documenti ufficiali è quasi sparita la dizione "ricerca di base": viene sempre più valorizzata la ricerca che può tradursi in breve tempo in nuova tecnologia in aree strategiche per la UE.

Se tali principi saranno tenuti presenti ed attuati anche in Italia, il problema di raggiungere gli utenti sarà automaticamente superato. Gli utenti stessi diverranno soggetti di programmazione della ricerca scientifica e tecnologica.

Bibliografia

CAVAZZA, L. 1981. Fisica del terreno agrario. UTET, Torino.

COLLIS-GEORGE, N. e GREEN R.S.B. 1979. The effect of aggregate size on the infiltration behaviour of a slaking soil and its relevance to ponded irrigation. Australian Journal of Soil Research, 17: 65-73.

EMERSON, W.W. 1977. Physical properies and structure. In: Soil factors in crop production in a semi-arid environment. J.S. Russel e E.L. Green (editori), Queensland University Press, Brisbane, pp. 78-104.

HAYNES, R.J. 1993. Effect of sample pretreatment on aggragate stabilty measured by wet-sieving or turbidimetry on soils of different cropping history. Journal of Soil Science, 44: 261-270.

GIUSQUIANI, P.L., PAGLIAI, M., GIGLIOTTI, G., BUSINELLI, D. e BENETTI, A. 1995. Urban waste compost: effects on physical, chemical and biochemical soil properties. Journal of Environmental Quality, 24: 175-182.

GREENLAND, D.J. 1977. Soil damage by intensive arable cultivation: temporary or permanent? Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 281: 193-208.

MCCOY, E.L., BOAST C.W., STEHOUWER, R.C. e KLADIVKO, E.J. 1994. Macropore hydraulics: taking a sledghammer to classical theory in soil processes and water quality. R. Lal e B.A. Stewart (editori), Lewis Publisher.

MIEDEMA, R., PAPE, TH. and VAN DE WALL, G.J. 1974. A method to impregnate wet soil samples, producing high quality thin sections. Netherlands Journal of Agricultural Science, 22: 37-39.

MIYAZAKI, T. 1993. Water flow in soils. M. Dekker Inc., New York.

MURPHY, C.P. 1986. Thin section preparation of soils and sediments. A B Academic Publishers, Herts. pp. 149.

PAGLIAI, M. and DE NOBILI, M. 1993. Relationships between soil porosity, root development and soil enzyme activity in cultivated soils. Geoderma, 56: 243-256.

PAGLIAI, M., LA MARCA, M. and LUCAMANTE, G. 1983. Micromorphometric and micromorphological investigations of a clay loam soil in viticulture under zero and conventional tillage. Journal of Soil Science, 34: 391-403.

PAGLIAI, M., RAGLIONE, M., PANINI, T., MALETTA, M. and LA MARCA, M. 1995. The soil structure after ten years of conventional and minimum tillage of two Italian soils. Soil and Tillage Research, 34: 209-223.

RASIAH, V., KAY, B.D. e MARTIN, T. 1992. Variation in structural stability with water content: influence of selected soil properties. Soil Science Society of America Journal, 56: 1604-1609.

RUSSELL, E.W. 1978. Arable agriculture and soil deterioration. In: Transactions of the 11th International Congress of Soil Science, 19-27 June 1978 at University of Alberta, Edmonton. Canadian Society of Soil Science, Alberta, Vol. 3: 216-227.

SEQUI, P., CERCIGNANI, G., DE NOBILI, M. and PAGLIAI, M. 1985. A positive trend among two soil enzyme activities and a range of soil porosity under zero and conventional tillage. Soil Biology Biochemistry, 17: 255-256.

TIPPKÖTTER, R. 1983. Morphology, spatial arrangement and origin of macropores in some hapludalfs, West Germany. Geoderma, 29: 355-371.

VALMIS, S., KERKIDES, P. e AGGELIDES, S. 1988. Soil aggregate instability index and statistical determination of oscillation time in water. Soil Science Society of America Journal, 52: 1188-1191.

ZANINI, E., BONIFACIO, E. e NIELSEN, D.R. 1995. Comparison of aggregate breackdown in pasture topsoils. Kearney Foundation of soil Science Conference Proceedings: "Vadose zone hydrology - cutting across disciplines", Davis, California, Poster Session, pp. 169-170.

ZANINI, E., BONIFACIO, E. e NIELSEN, D.R. 1997. Topsoil aggregate breackdown: I. modelling under water-saturated conditions. Soil Science (in corso di stampa).

Il ruolo della Chimica del Suolo per un ambiente sostenibile

Antonio Violante

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"
Via Università, 100 - 80085 Portici (NA)

La ricerca di Chimica del Suolo riveste ruolo di centralità non solo per lo sviluppo di una agricoltura moderna e tecnologicamente avanzata ma anche per la difesa del suolo dagli inquinanti, per l'accertamento ed il controllo dello scadimento delle condizioni dell'ambiente e per la definizione dei limiti di corretta utilizzazione del suolo e delle acque.

Il suolo è la sede destinata ad accogliere rifiuti di diversa natura, compresi quelli provenienti dal disinquinamento dell'aria e dell'acqua. Le sostanze inquinanti sono distribuite per circa il 90% nel suolo e, in misura minore nei sedimenti, nelle acque, nell'aria e negli organismi acquatici (Tabella 1).

Tabella 1

Distribuzione (%) di sostanze inquinanti in differenti ambienti naturali (da Crosby 1982)

	Distribuzione (%)
Aria	0.35
Acqua	0.01
Sedimenti	9.1
Suolo	90.5
Plancton	0.01

Le sostanze tossiche nei suoli coltivati comprendono composti dannosi alla vita vegetale ed animale e composti che, contaminando la catena alimentare, creano gravi danni alla salute dell'uomo (Tabella 2).

Tabella 2

Elenco delle sostanze classificate tossiche e nocive. (da Basile, 1995)

1	Aresenico e suoi composti
2	Mercurio e suoi composti
3	Cadmio e suoi composti
4	Tallio e suoi composti
5	Berillo e suoi composti
6	Composti di cromo esavalente
7	Piombo e suoi composti
8	Antimonio e suoi composti
9	Fenoli e loro composti
10	Cianuri, organici ed inorganici
11	Isocianati
12	Composti organoalogenati esclusi i polimeri inerti e altre sostanze considerate presenti nell'elenco
13	Solventi clorurati
14	Solventi organici
15	Biocidi e sostanze fitofarmaceutiche
16	Prodotti a base di catrame derivanti da procedimenti di raffinazione e residui catramosi derivanti da operazioni di distillazione
17	Composti farmaceutici
18	Perossidi, clorati, perclorati e azoturi
19	Eteri
20	Sostanze chimiche di laboratorio non identificabili e/o sostanze nuove i cui effetti sull'ambiente non sono conosciuti
21	Amianto (polveri e fibre)
22	Selenio e suoi composti
23	Tellurio e suoi composti
14	Composti aromatici policiclici (con effetti cancerogeni) (IPA)
25	Metalli carbonili
26	Composti di rame solubili
27	Sostanze acide e/o basiche impiegate nei trattamenti in superficie dei metalli
28	Policlorodifenili, policlorotrifenili e loro miscele (PCB)

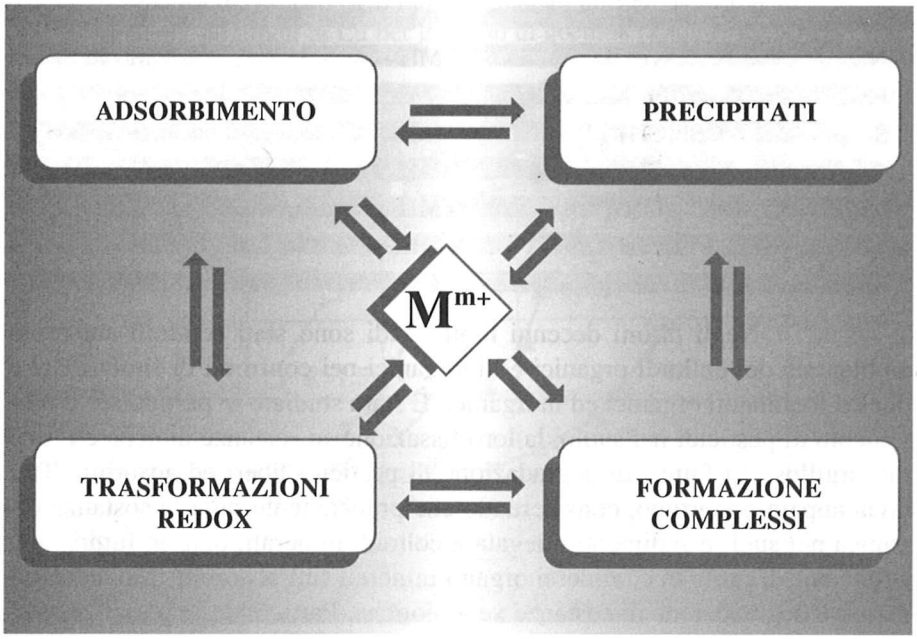
Sostanze organiche tossiche che arrivano al suolo derivano dall'applicazione di erbicidi, insetticidi, fungicidi e nematocidi (Guenzi, 1974) e da altri innumerevoli composti chimici di sintesi. I processi e i meccanismi che governano il destino di sostanze tossiche nei suoli agrari includono repulsioni elettrostatiche, reazioni di adsorbimento nonspecifico, adsorbimento specifico, desorbimento, reazioni di precipitazione, dissoluzione, ossida-

zione, riduzione, complessazione, idrolisi, isomerizzazione, oltre a reazioni fotochimiche e di trasformazione, catalizzate dalle superfici di minerali argillosi, e a processi biotici. L'importanza relativa di questi processi è funzione della natura delle sostanze tossiche e dei suoli.

La caratterizzazione delle forme chimiche di elementi pesanti (As, Cr, Hg, Pb, Ni, Cd, Se etc.) è di fondamentale importanza per determinarne la mobilità, la biodisponibilità ed il grado di tossicità. La specie di ciascun elemento che predomina in suoli diversi dipende dalle caratteristiche dei componenti organici ed inorganici in essi presenti. Variazioni di pH, di potenziale redox, di composizione mineralogica, di contenuto di carbonio organico o di attività microbiologica può drasticamente variare la reattività di ioni metallici. Nei suoli, in particolare nella rizosfera, e nei sedimenti variazioni di potenziale redox, che possono interessare anche micrositi, determinano processi di solubilizzazione ed insolubilizzazione di contaminanti con formazione di specie più o meno tossiche. Le condizioni del suolo determinano anche il prevalere di elementi pesanti in forme solubili, insolubili o fissate ai colloidi e, conseguentemente, la velocità di trasformazione da forme termodinamicamente instabili a forme metastabili o stabili (Figura 1).

Figura 1

Possibili trasformazioni di elementi pesanti nel suolo



In suoli con caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e mineralogiche diverse possono formarsi e prevalere specie idrolitiche e complessi dello stesso elemento che presentano gradi di tossicità diversi gli uni dagli altri sia nei confronti dei vegetali che degli animali (Tabella 3). È quindi estremamente importante, anche se molto difficile, prevedere la formazione di specie ad alto grado di tossicità che potrebbero formarsi in particolari condizioni ambientali.

Tabella 3

Tossicità di alcune specie di elementi (in tracce) nei suoli (da Mc Bride,1994)

Elemento	Forma più tossica	Fitotossicità	Tossicità negli animali
Ag	Ag^{+}	H*	H
As	AsO_4^{3-}, $As(CH_3)_3^{(g)}$	M	L
B	$B(OH)_3$	M	L
Ba	Ba^{2+}	L	H
Be	Be^{2+}	MH	H
Cd	Cd^{2+}	MH	H
Co	Co^{2+}	MH	M
Cr	$CrO_4^{2-}(Cr^{3+})$	MH	(H) M
Cu	Cu^{2+}	MH	M
Hg	Hg^{2+}, $(CH_3)_2Hg$ (g)	H	H
Mo	MoO_4^{2-}	M	M
Ni	Ni^{2+}	MH	M
Pb	Pb^{2+}	M	H
Sb	$Sb(OH)^{-}_6$?	M	H
Se	Se_4^{2-}	MH	H
Ti	$Ti(OH)_3^{0}$?	MH	H
V	$VO_2(OH)^{-}_2$?	H	H
Zn	Zn^{2+}	LM	LM

Negli ultimi decenni molti studi sono stati condotti sul ruolo ambientale dei colloidi organici ed inorganici nei confronti di fitofarmaci e di altri inquinanti organici ed inorganici. È stato studiato in particolare il movimento di pesticidi nel suolo, la loro fissazione su sostanze umiche e minerali argillosi e i fattori di degradazione di pesticidi liberi ed adsorbiti. Tuttavia appare opportuno, considerando che praticamente tutta la sostanza organica nei suoli e sedimenti è legata a colloidi minerali, dare in futuro più attenzione al ruolo di complessi organo-minerali sull'adsorbimento, desorbimento e degradazione di sostanze xenobiotiche. Particolare importanza rive-

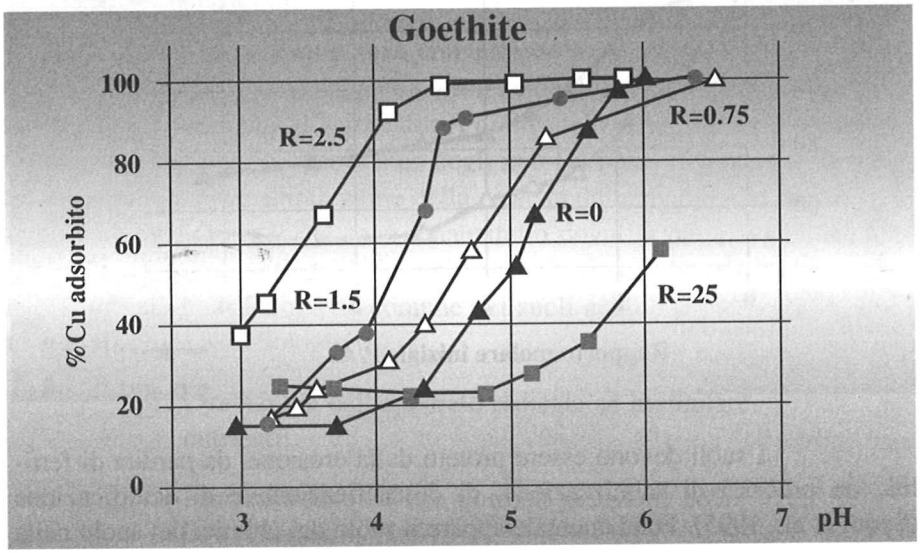
stono, altresì, le indagini sulle reazioni di polimerizzazione di sostanze fenoliche catalizzate da componenti inorganiche del suolo (trasformazioni abiotiche; Ruggiero et al.,, 1996).

Pochi studi sono stati condotti sul ruolo che essudati radicali e biomolecole, rilasciate da microorganismi, esercitano sulla mobilità e possibile disponibilità per le piante di elementi pesanti, radionuclidi e altri inquinanti organici ed inorganici attraverso reazioni di desorbimento, di chelazione e di solubilizzazione.

Le piante rilasciano molti ioni e composti nella rizosfera, come protoni, leganti organici, enzimi etc (Marschener, 1995). Questi composti e ioni alterano profondamente le proprietà dell'ambiente suolo che circonda l'apparato radicale delle piante e possono influenzare la fissazione sui colloidi del suolo e la disponibilità per le piante di innumerevoli sostanze tossiche. Ad esempio, leganti organici a basso peso molecolare, che presentano elevata capacità a complessare cationi metallici o a fissarsi su colloidi a carica variabile (ossidi di Al e Fe) possono influenzare notevolmente la disponibilità di contaminanti in forma cationica ed anionica. In Figura 2 è riportata l'influenza di concentrazioni crescenti di ossalato sull'adsorbimento del Cu su una goethite di sintesi a pH diversi.

Figura 2

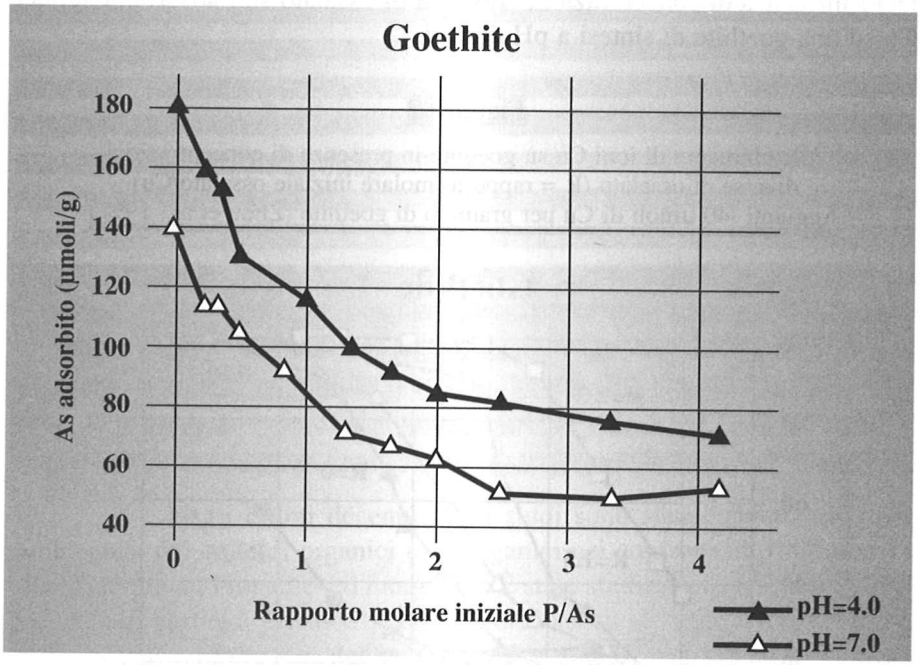
Adsorbimento di ioni Cu su goethite in presenza di concentrazioni diverse di ossalato (R = rapporto molare iniziale ossalato/Cu) Aggiunti 40 μmoli di Cu per grammo di goethite (Zhou et al., 1997)



Appare evidente come basse concentrazioni di ossalato facilitino l'adsorbimento degli ioni Cu, mentre elevate quantità del legante organico rendano gli ioni Cu meno adsorbibili sulle superfici della goethite. Purtroppo a tutt'oggi scarsissimi sono gli studi sul destino di metalli pesanti e di altri contaminanti organici ed inorganici presenti all'interfaccia suolo-radice. Anche l'interazione tra sostanze xenobiotiche e nutrienti ha ricevuto scarsa attenzione. In vero nei suoli agrari.nutrienti diversi possono influenzare notevolmente la fissazione di sostanze inquinanti sui colloidi del suolo. In Figura 3 viene riportato l'adsorbimento di ioni arseniato su una goethite a pH 4.0 e 7.0 in assenza ed in presenza di quantità crescenti di ioni fosfato. Appare evidente come gli ioni fosfato inibiscano la fissazione di ioni arseniato sul minerale a carica variabile.

Figura 3

Quantità di arseniato (As) adsorbito su goethite a pH 4.0 e 7.0 in presenza di quantità crescenti di fosfato. Aggiunti 250 mmoli di arseniato per g di goethite (Liu e Violante, 1997)



I suoli devono essere protetti dalla erosione, da perdita di fertilità, da processi di salinizzazione, di desertificazione e di acidificazione (Sequi et al., 1995). Fondamentale appare il ruolo dei chimici del suolo nella

comprensione dei meccanismi che concorrono a degradare i suoli. Come esempio, valga l'enorme contributo dato dalle ricerche dei chimici del suolo negli ultimi 20 anni sulla chimica dell'alluminio negli ambienti sottoposti ad intensa acidificazione (Sposito, 1996). Una approfondita conoscenza della reattività, trasformazioni, tossicità dell'alluminio e delle sue specie idrolitiche è di importanza fondamentale poichè consente la salvaguardia di ambienti naturali da guasti ecologici, la prevenzione da possibili danni alla vita vegetale ed animale, interventi efficaci per la correzione di suoli acidi, la comprensione di importanti processi pedogenetici e geochimici (Sposito, 1996).

Negli ultimi decenni in molti ambienti naturali, in particolare nelle aree industrializzate del nord America, del nord Europa e dell' Asia, è stato riscontrato un forte accumulo di alluminio, ben oltre i valori medi, in conseguenza di incremento dell' acidità delle precipitazioni atmosferiche (acid rains) dovuto all'uso di combustibili fossili che liberano nell'aria ossidi di zolfo e di azoto acidificanti. In Figura 4 vengono indicate le aree nel mondo caratterizzate da forte acidificazione naturale di suoli, laghi e fiumi (Figura 4A) e le zone che per inquinamento atmosferico vanno incontro a processi di acidificazione sempre più spinti e di elevata gravità (Figura 4B).

È stato accertato che la forte acidificazione di alcuni ambienti naturali ha provocato danni ecologici di enorme gravità, come, ad esempio, l' eccezionale moria di pesci in molti fiumi e laghi. L'anomalo incremento dell'acidità dell'ambiente può causare accumulo di ioni alluminio, oltre certi valori critici, in piante ed animali e, conseguentemente, attraverso la catena alimentare nell'uomo.

Per molti anni è stata convinzione generale che la scarsa fertilità dei suoli acidi fosse dovuta alla tossicità degli ioni idrogeno e a carenza di Ca, Mg e K. In realtà il valore di pH di un suolo dovrebbe essere inferiore a 3 prima che l'effetto fitotossico degli ioni H^+ possa diventare apprezzabile per molte piante. L'inibizione della crescita delle piante e lo scarso sviluppo dell'apparato radicale sono innanzitutto dovuti a più elevate quantità di monomeri e polimeri dell'alluminio solubili o scambiabili. La tossicità dell' alluminio è un fenomeno comune nei suoli acidi e si evidenzia su due importanti processi fisiologici:

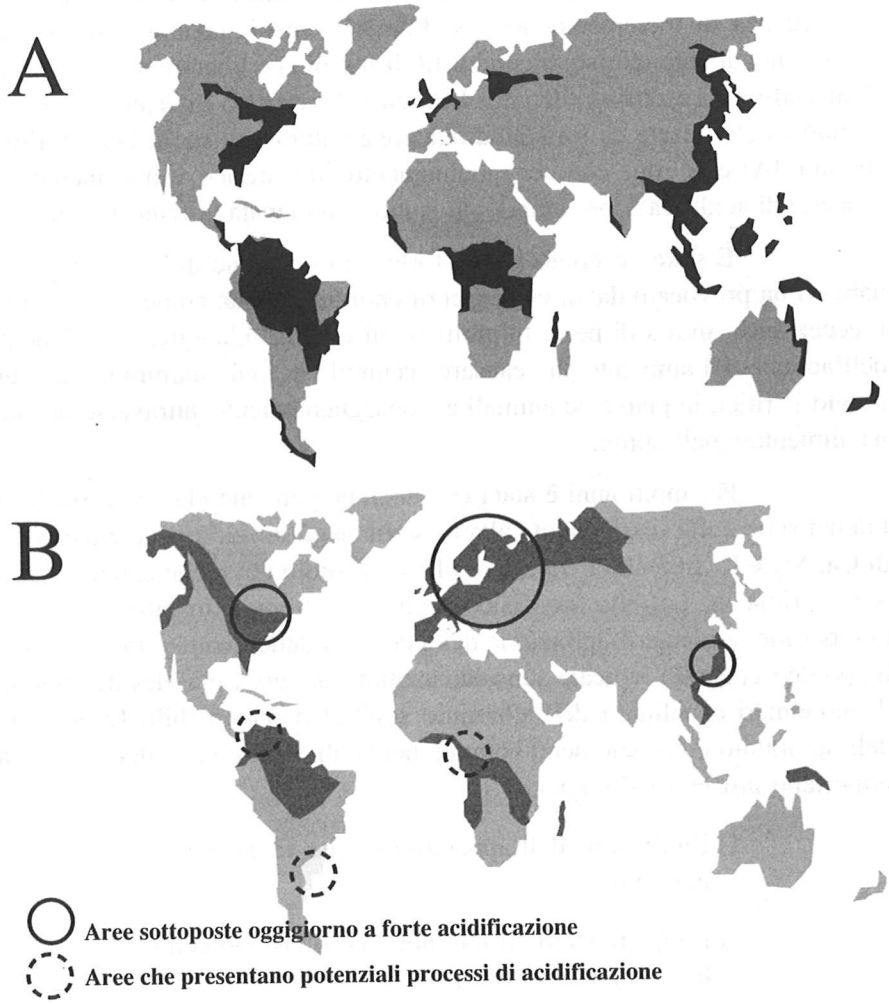
1) l'inibizione dell'apparato radicale ad assimilare nutrienti;

2) l'impedimento ad una normale divisione cellulare (Gitelman, 1989).

Gli ioni alluminio inibiscono già a livello radicale l'assimilazione da parte dei vegetali di macro e micro nutrienti, quali fosforo, calcio, zinco, ferro, boro, molibdeno etc., fissandosi sulla parte esterna o negli spazi intercellulari delle radici formando polimeri o ossidi che interagirebbero con i nutrienti bloccandoli. Essi possono anche penetrare all'interno delle cellule delle radici esercitando un effetto tossico diretto. E' stato accertato che ioni alluminio possono fissarsi al DNA e agendo come forti anelli di congiunzione tra i due filamenti dell'acido deossiribonucleico ne inibiscono lo svolgimento.

Figura 4

Aree (in nero) di suoli naturalmente acidi (A). Aree sottoposte ad intensa acidificazione per inquinamento atmosferico (piogge acide) (B) (da Rodhe, 1989)



Conseguentemente la divisione cellulare viene compromessa e la crescita delle radici viene notevolmente ridotta. Nel citoplasma e nei mitocondri gli ioni alluminio si fissano su alcuni enzimi (ad esempio le chinasi) bloccandone l'azione.

L'aumento del contenuto di alluminio nell'organismo umano può causare seri danni alla salute e persino la morte (alluminopatie, quali la demenza da dialisi e la malattia di Alzheimer)(Gitelman, 1989).

È estremamente difficile definire e valutare la qualità di un suolo (Doran et al., 1994). Certamente la determinazione di alcune proprietà chimiche e chimico-fisiche del suolo, quali il pH , la salinità, il contenuto di sostanza organica , la capacità di scambio cationico, la tessitura, la densità, la capacità a trattenere acqua, la determinazione del contenuto di elementi pesanti, sostanze organiche tossiche, nitrati e sostanze radioattive oltre, ad altri importanti paramentri fisici e biologici, sono indicatori indispensabili per la valutazione della qualità di un suolo. Tuttavia la risoluzione di gravissimi problemi di inquinamento richiede da parte dei chimici del suolo approfondite ricerche di base sulle reazioni di adsorbimento e desorbimento di sostanze inquinanti, sulla formazione di complessi di coordinazione tra metalli pesanti e gli innumerevoli complessanti riscontrabili nei suoli, sui processi di trasformazione di fitofarmaci, sulle reazioni chimiche e biochimiche tra componenti del suolo e inquinanti organici ed inorganici.

Bibliografia

BASILE G. (1995) Inquinamento del suolo. "Difesa del suolo e tutela dell'ambiente (Basso F., Editore). Capitolo 13, 405-438.

CROSBY D.G. (1982) Environmental chemistry: An overview. Environ. Toxicol. Chem. 1, 1-8.

DORON J. W., COLEMAN D.C., BEZDICEK D.F., STEWART B.A. (1994) Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA Special Publication N. 35 Pp. 244.

GITELMAN H. J. (1989) Aluminum and Health. A critical Review. Marcel Dekker, Inc. New York, Pp. 294.

GUENZI W.D. (1974) Pesticides in soil and water. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

LIU F., VIOLANTE A. (1997) Competitive adsorption of phosphate and arseniate on goethite. Soil Sci. Soc. Am. J. (in stampa).

MARSCHNER H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd Edition. Academic Press Limited, London. Pp. 889.

Mc BRIDE M.B. (1994) Environmental chemistry of soil, New York Oxford University Press.

RODHE H. (1989) Acidification in global perspective. Ambio, 18, 155-163.

RUGGIERO P. , DEC J., BOLLAG J.M. (1996) Soil as a catalytic system. Soil Biochemistry. Capitolo 3, 79-122.

SEQUI P. et al. (1995) Il suolo. In La protezione dell'ambiente in Italia

La Biologia del suolo per un ambiente sostenibile

Liliana Gianfreda

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"
Via Università, 100 - 80085 Portici (NA)

La risoluzione dei numerosi problemi che derivano dal crescente inquinamento dell'ambiente, dovuto a cause naturali e ad interventi antropici, è di particolare rilevanza sociale e notevoli sforzi di ricerca di base e applicata sono necessari per trovare soluzioni che consentano di contenere e prevenire l'inquinamento, senza causare perturbazioni sensibili agli equilibri naturali.

Tutti gli ecosistemi sono soggetti ad inquinamento. Tra essi, il suolo rappresenta quello sicuramente più esposto e riflessi fortemente negativi sulla produzione agricola e sulla qualità delle colture possono derivare dall'accumulo e dalla presenza in esso di sostanze ad alto potenziale tossico. Recentemente, un notevole interesse è rivolto ai concetti "qualità e salute del suolo", avendo preso coscienza che le funzioni del suolo sono di importanza vitale non solo per la produzione del cibo ma anche per il mantenimento della qualità dell'ambiente a livello locale, regionale e mondiale (Doran and Parkin, 1994).

Nel suolo un ruolo estremamente importante viene svolto dalle componenti biologiche in esso esistenti. La micro e macrofauna e i microrganismi del suolo sono essenziali per le numerose funzioni che essi esplicano e che contribuiscono a conservare i giusti equilibri tra la produzione agricola e la qualità dell'ambiente (Smith and Paul, 1989, Crossley et al., 1989). Un'altra componente biologica, o più propriamente biochimica, di notevole importanza è costituita dalle attività enzimatiche del suolo, che concorrono a numerosi processi biochimici necessari per il mantenimento di uno stato biologico attivo del sistema (Kiss, et al., 1975).

Tali componenti (micro e macrofauna, microrganismi, enzimi e apparati radicali) sono gli artefici di tutte le attività biologiche che avvengo-

no nel suolo, quali la mobilizzazione dei minerali, la mineralizzazione delle sostanze organiche o l'immobilizzazione dei nutrienti. Esse possono agire da bioindicatori per il monitoraggio dello "stato di salute" del suolo e possono costituire dei potenziali agenti bio-tecnologici per ottimizzare la produttività e per il recupero di sistemi inquinati (Tabella 1).

Tabella 1

Ruolo reale e potenziale delle componenti biologiche del suolo

1. Artefici dell'attività biologica
   - mobilizzazione dei minerali
   - mineralizzazione delle sostanze organiche
   - immobilizzazione dei nutrienti attraverso reazioni di ossidazione e riduzione o attraverso modificazioni ambientali
2. (Bio)Indicatori per il monitoraggio dello "stato di salute" del suolo
3. Agenti bio-tecnologici per ottimizzare la produttività e per il recupero di sistemi inquinati

Pure se i microrganismi e gli enzimi svolgono un ruolo predominante nel determinare le numerose trasformazioni biochimiche e biologiche che assicurano alle piante il corretto equilibrio tra le sostanze nutritive e quelle di scarto, la micro e la macrofauna contribuiscono anche esse al complesso biochimismo del suolo, mediando numerose funzioni che o intervengono direttamente sulle trasformazioni biologiche o creano delle condizioni di reazioni più favorevoli a che queste si compiano. Esse, infatti, favoriscono il contatto fra i residui vegetali e gli agenti decompositori attraverso il rimescolamento della sostanza organica all'interno del profilo del suolo modificano le proprietà del suolo facilitando l'aerazione e quindi stimolano indirettamente la decomposizione; possono mineralizzare direttamente la biomassa vegetale o, infine, possono incrementare l'area superficiale dei rifiuti organici indirettamente, muovendosi attraverso depositi di biomassa vegetale, o direttamente, attraverso azioni di masticazione e lacerazione (Crossley et al., 1989).

Definire, tuttavia, quale sia il contributo della "Biologia del suolo per un ambiente sostenibile" non risulta immediato e semplice. Infatti, il suolo costituisce un complesso sistema fatto di fasi diverse, che possono cambiare nel tempo e nello spazio, e di intricate interazioni fra una

matrice fisica e chimica di composizione altamente variabile e le comunità viventi in esso presenti. Di conseguenza, esso può costituire spesso un habitat ostile per lo sviluppo, il mantenimento e l'attività delle sue componenti biologiche.

Conoscenze fondamentali necessarie

Una completa valutazione dei processi biologici che avvengono nel suolo richiede, necessariamente, un'approfondita conoscenza delle relazioni fisiche esistenti *in situ* fra le componenti biologiche e le particelle del suolo, della fisiologia microbica *in situ,* delle proprietà dell'ecosistema che controllano i processi del suolo e la natura delle reazioni biochimiche di interesse.

È inoltre indispensabile poter disporre di metodiche analitiche appropriate e standardizzate e soprattutto di metodi di campionamento e di conservazione del campione da analizzare tali che sia mantenuta l'integrità della componente biologica e siano mantenute le funzioni attive ad un livello rappresentativo dei processi che avvengono *in situ.*

Per valutare l'attività microbica di un suolo esistono numerosi metodi che si basano sulla misura diretta della biomassa microbica o dell'attività deidrogenasica, sulla determinazione dell'attività di alcuni enzimi specifici o della produzione dell'ATP. Esistono, tuttavia, ancora numerose difficoltà nel valutare l'attività microbica di un suolo, poiché alcuni metodi forniscono una misura della popolazione microbica totale (cellule attive ed inattive), mentre altri metodi danno una stima solo di cellule capaci di catabolizzare una particolare reazione. Inoltre, le procedure sperimentali utilizzate, le costanti utilizzate nei calcoli e l'interpretazione dei risultati possono essere fortemente influenzate dalle proprietà basilari del suolo (umidità, pH, contenuto di sostanza organica, etc.).

Analogamente, la valutazione dell'attività enzimatica di un suolo, che come è noto si basa sulla misura della comparsa di prodotti o di scomparsa del substrato in condizioni definite di reazione (concentrazione saturante di substrato, pH ottimale, temperatura ottimale, agitazione) presenta svariati problemi quali la difficoltà nel valutare esattamente il contributo dei catalizzatori inorganici alla reazione in esame o quello delle varie componenti enzimatiche che costituiscono l'attività totale di un enzima nel suolo, nell' eliminare o almeno contenere l'eventuale crescita microbica e la sintesi enzimatica *de novo* durante il saggio di attività.

Un'altra componente del suolo da dover considerare, anche se non strettamente biologica, è la sostanza organica (Tabella 2).

Tabella 2

Funzioni della sostanza organica nel suolo

1. Influenza la struttura del suolo
2. È fonte e stoccaggio di N, P, S, micro e macronutritivi per le piante e i microrganismi
3. Esercita capacità tamponanti
4. Interagisce con i pesticidi e contribuisce alla loro degradazione
5. Agisce da substrato per i macro e microrganismi
6. Esercita azione fisiologica diretta sulla crescita delle piante

Infatti, la sostanza organica contribuisce in modo significativo all'attività biologica del suolo in quanto essa esplica numerose funzioni, che sono indispensabili per la vita degli organismi del suolo. Di conseguenza essa esercita un effetto diretto sulla qualità del suolo e esplica un ruolo vitale sulla fertilità del suolo.

Le componenti biologiche come bioindicatori

Se consideriamo che le funzioni precipue di un bioindicatore sono quelle di

a) monitorare i cambiamenti biologici e biochimici di un suolo in seguito ad effetti antropici e ambientali;

b) rendere evidenti tali cambiamenti;

c) fornire un rapido segnale dei cambiamenti avvenuti,

possiamo affermare che i microrganismi e le attività enzimatiche possono funzionare da bioindicatori perché rispondono abbastanza rapidamente agli stress ambientali e alle variazioni antropiche quali cambiamenti climatici, aggiunta di fertilizzanti, presenza di inquinanti, pratiche agricole, etc (Visser and Parkinson, 1992, Dick, 1994).

Nello scegliere un parametro da utilizzare come bioindicatore è necessario, tuttavia, tenere presente numerosi criteri.

Infatti un buon bioindicatore deve essere misurabile in un ampio spettro di tipi e di condizioni di suoli, deve essere misurato in modo facile ed economico, deve essere sensibile ma non labile e soprattutto deve avere una validità scientifica generale. Ad esempio, un indicatore ideale della biomassa microbica dovrebbe essere presente in tutte le cellule alla stessa concentrazione e indipendentemente dalla specie e dallo stato di crescita, dovrebbe essere rapidamente decomposto dopo la morte della cellula, essere quantitativamente estraibile dal suolo ed essere facilmente dosabile.

Le componenti biologiche come agenti biotecnologici

Un ruolo estremamente importante che i microrganismi e gli enzimi possono svolgere in futuro, posto che i problemi prima accennati connessi alla determinazione di tali attività siano risolti, è quello di funzionare da ottimi agenti nei processi biotecnologici (Alexander, 1994). Alcune possibili funzioni dei microrganismi nella biotecnologia del suolo sono elencati nella Tabella 3.

Tabella 3

Biotecnologia del suolo - Inoculo di microrganismi

1. Nutrizione vegetale
   - azotofissatori (rizobi, azospirillum)
   - produttori di siderofori
   - rizobatteri
   - micorrize
2. Controllo di agenti patogeni biotrofici e necrotrofici
   - antagonismo e competizione
   - produzione di antibiotici in situ
   - produzione di enzimi litici
3. Proprietà fisiche
4. Detossificazione di sistemi inquinati
   - pesticidi
   - fenoli
   - metalli pesanti
   - oli

Essi possono, infatti, contribuire in modo significativo ad incrementare la nutrizione vegetale, a controllare gli agenti patogeni biotrofici e necrotrofici, e a detossificare sistemi inquinati. Basti pensare al ruolo importantissimo che svolgono da sempre gli azotofissatori, per considerare le potenzialità che questi microrganismi possono assumere nell'aumentare ad esempio le riserve di azoto disponibile nella nutrizione azotata.

Analogamente, i microrganismi possono controllare la presenza di agenti patogeni attraverso meccanismi di antagonismo e competizione o attuando la produzione *in-situ* di antibiotici o di enzimi litici. Numerose evidenze sperimentali sono anche disponibili sulle capacità di microrganismi nel trasformare sostanze ad alto contenuto inquinante, come i pesticidi, i fenoli o i metalli pesanti, in prodotti non tossici.

Analoghe potenzialità sono presentate dagli enzimi in forma libera o immobilizzata (Tabella 4). Infatti, anche gli enzimi possono contribuire in modo sostanziale a favorire la disponibilità di nutrienti, a controllare la proliferazione di agenti patogeni o ad attuare la detossificazione di sistemi inquinati.

Resta comunque implicito che qualunque sia lo scenario futuro nell' utilizzo delle grandi potenzialità che presentano le componenti biologiche del suolo, qualunque prospettiva di intervento si voglia attuare, per sfruttare tali potenzialità o per migliorare quelli già esistenti, deve necessariamente non contrastare i criteri fondamentali che definiscono un ambiente sostenibile e cioè la salvaguardia dell'ambiente e della salute umana, l'ottimizzazione e il miglioramento della produzione e la convenienza da un punta di vista economico.

Tabella 4

Biotecnologia del suolo - Uso di enzimi liberi ed immobilizzati

1. Disponibilità di nutrienti
   - fosfomonoesterasi
2. Degradazione di residui agricoli
   - enzimi cellulolitici e ligninolitici
3. Controllo di agenti patogeni
   - enzimi cellulolitici e ligninolitici
4. Detossificazione di sistemi inquinati
   - pesticidi
   - fenoli

Bibliografia

ALEXANDER M. (1994) Biodegradation and Bioremediation. Academic Press, New York.

CROSSLEY D.A. JR., D.C. COLEMAN and P.F. HENDRIX (1989) The importance of the fauna in agricultural soils: Research and perspectives. Agric. Ecosystem. Environ. 27:47-55.

DICK R.P. (1994) Soil enzyme activities as indicators of soil quality. in Defining Soil Quality for a Sustainable Environment (J.W. Doran, D.C. Colemna, D.F. Bezdicek and B.A. Stewart, Ed.s), pp.107-124, SSSA Special Publication, N. 35, Madison, WI.

DORAN J.W. and T. B. PARKIN (1994) Defining and assesing soil quality. in Defining Soil Quality for a Sustainable Environment (J.W. Doran, D.C. Coleman, D.F. Bezdicek and B.A. Stewart, Ed.s), pp. 3-21, SSSA Special Publication, N. 35, Madison, WI.

KISS S., M. DRAGAN-BULARDA and D. RADULESCU (1975) Biological significance of enzymes in soil. Adv. Agron. 27:25-87.

SMITH J.L. and E.A. PAUL, (1989) The significance of soil microbial biomass estimations in soil. Soil Biochemistry Vol. 6, pp. 357-396, Marcell Dekker, N.Y.

VISSER S. and D. PARKINSON (1992) Soil biological criteria as indicators of soil quality: Soil microorganisms. Am. J. Altern. Agric. 7:33-37.

LA FERTILITÀ DEL SUOLO E LA NUTRIZIONE DELLE PIANTE PER UN AMBIENTE SOSTENIBILE

Anna Benedetti [a], Luciano Scarponi [b], Adele Figlioia [a], Luigi Badalucco [c], Maria Teresa dell'Abate [a].

a) Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Via della Navicella,.2 - 00184 Roma

b) Istituto di Chimica Agraria, Borgo XX Giugno, 72 - 06100 Perugia

c) Dipartimento di Agrobiologia e Agrochimica, Via de Lellis - 01100 Viterbo

Premessa

Parlare oggi di fertilità del suolo e nutrizione delle piante non può prescindere dal parlare di sostenibilità ambientale, sociale ed economica; infatti la gestione della nutrizione delle piante è un tema di fondamentale importanza, sia relativamente alla produzione agricola vera e propria, che alla conservazione delle risorse naturali.

L'agricoltura comporta inevitabilmente l'asportazione di elementi nutritivi dal suolo, pertanto, se la produzione agricola deve basarsi su pratiche sostenibili, è fondamentale per gli equilibri naturali che gli elementi nutritivi vengano reintegrati, soprattutto attraverso la valorizzazione di residui e rifiuti organici provenienti dalle stesse pratiche agro-zootecniche.

La perdita della fertilità del suolo è il punto di partenza del degrado ambientale molto spesso generato dalla perdita di sostanza organica e fertilità biologica non efficacemente compensate dalle pratiche agricole e da adeguati piani di fertilizzazione. Il recupero delle biomasse organiche derivanti dai cicli di produzione e consumo possono far fronte almeno in parte al depauperamento umico, ma la nutrizione delle colture comunque non può prescindere dall'uso di risorse esogene al sistema, quali appunto i concimi minerali.

Nei Paesi industrializzati le istanze ambientali e gli accordi internazionali sul commercio pongono dei vincoli alla produzione agricola ed attualmente costituiscono i principali limiti alla sostenibilità del settore. Nei Paesi in via di sviluppo, invece, i principali limiti allo sviluppo rurale vengono imposti dalla scarsità delle fonti addizionali di elementi nutritivi e dal loro conseguente elevato costo.

Nella consultazione degli esperti FAO tenutasi a Roma nel 1993 sull'ottimizzazione della nutrizione delle piante è stato individuato quale punto chiave ***il sistema integrato per la nutrizione delle piante*** mirato alla conservazione ed al miglioramento della produttività dei suoli attraverso un uso bilanciato dei fertilizzanti minerali in associazione a fonti organiche di elementi nutritivi e pratiche agronomiche in grado di favorire i processi di fissazione biologica dell'azoto atmosferico. Lo sviluppo di un sistema integrato per la nutrizione delle piante prevede la gestione della nutrizione delle piante e della fertilità del suolo a livello aziendale tenendo conto delle caratteristiche e della disponibilità delle risorse locali.

Il Sistema Integrato per la Nutrizione delle Piante viene concepito come uno

> ***"strumento sociale, economico ed ecologico per la protezione della fertilità dei suoli agricoli e per la garanzia di una sufficiente produzione vegetale".***

Esso è applicabile su almeno tre livelli: il campo coltivato, l'azienda agricola, il territorio rurale. In quest'ottica, tutte le fonti nutritive per le colture potenzialmente asportate dall'agricoltore e tutti i fattori decisionali relativi al loro impiego devono essere considerati unitamente all'impatto sulle risorse naturali degli stessi elementi utilizzati per la nutrizione vegetale.

Con particolare attenzione per i Paesi in via di sviluppo emerge dallo studio della FAO "Agriculture: towards 2000" che dopo l'acqua ed il suolo, la disponibilità dei nutrienti sia per le piante la più importante componente in grado di supportare una maggiore produttività. Tale realtà comunque non è molto dissimile dalle zone semiaride del Mediterraneo. La risorsa suolo è infatti tra le più esposte al degrado ed alla perdita di fertilità, la risorsa acqua ha costituito da sempre un problema e la disponibilità dei nutrienti soprattutto di provenienza organica, è stata e resta deficitaria.

Gli Esperti della consultazione FAO hanno altresì individuato cinque linee d'intervento prioritario per la realizzazione del sistema di nutrizione integrata delle colture e precisamente:

1. Conoscenza dei diversi aspetti della nutrizione delle piante per l'ottimizzazione della risposta alle esigenze della produzione agricola.
2. Conoscenza delle relazioni che legano la gestione di un sistema integrato di nutrizione delle piante con la sostanza organica e la biomassa microbica del suolo.

3. Conoscenza delle fonti rinnovabili di elementi nutritivi di provenienza naturale per le piante.
4. Conoscenza della tipologia e qualità di fonti di elementi nutritivi a livello aziendale ed extraziendale.
5. Gestione della nutrizione delle piante a livello aziendale, di bacino e di territorio.

Fonti di elementi nutritivi per le colture

Il suolo è la fonte primaria di elementi nutritivi per le colture la cui disponibilità è limitata nel tempo. Inoltre le riserve nutritive proprie del suolo costituiscono dal punto di vista concettuale una fonte di difficile definizione dal momento che l'assorbimento delle sostanze da parte delle piante è differente a seconda del tipo di coltura e del tipo di terreno. Infatti è possibile effettuare solo una stima approssimativa di tale dotazione condizionata peraltro dal tipo di suolo, dalla coltura, ecc. Il pool degli elementi della nutrizione in forma disponibile per una data coltura ad un dato momento in un dato suolo è la risultante della differenza tra la disponibilità di nutrimento per le piante da tutte le fonti presenti e le perdite degli stessi dal sistema suolo-pianta. Pertanto si deve ricorrere al concetto di pool di elementi della nutrizione vegetale come una realtà dinamica in continua evoluzione. Inoltre altro problema di non semplice soluzione sussiste nella scarsa correlazione tra il pool di sostanze nutritive disponibile e l'ammontare complessivo assimilato dalla coltura.

Alla luce di tutto questo ancora oggi definire il livello ottimale di qualità del suolo per la nutrizione delle piante è un compito assai arduo che comunque non può prescindere da un'accurata conoscenza dei cicli degli elementi nutritivi, dai quali dedurre i bilanci e quindi procedere alla definizione degli specifici interventi per garantire da un lato, la sostenibilità delle produzioni, dall'altro quella dell'ambiente.

Non è ancora stata chiarita completamente per carbonio, azoto e fosforo la suddivisione del loro bilancio nei singoli pool funzionali e i flussi esistenti, al fine di quantificarne l'efficienza. Molto si sta ottenendo con l'ausilio delle tecniche isotopiche. Ad esempio, nel caso dell'azoto, proprio attraverso lo studio dell'efficienza del fertilizzante marcato per le colture, si è osservato quanto abbia importanza dal punto di vista quantitativo il pool dell'ammonio di interstrato nel bilancio complessivo dell'azoto (Figura 1) e

come possano essere stravolti i flussi che regolano gli scambi tra i diversi pool azotati se questo comparto risulta più o meno disponibile per le colture (Nannipieri, 1996).

Figura 1

Le fonti di elementi nutritivi per le piante, dunque, possono sinteticamente essere riconosciute nella:

- riserva inorganica del terreno;
- fertilizzazione attraverso sia i mezzi tecnici tradizionali, che mediante il recupero di residui organici ed inorganici;
- sostanza organica del suolo;
- fissazione biologica dell'azoto;
- deposizione atmosferica di particolari (deposizione e trasporto eolico);
- irrigazione ed esondazione di acque superficiali.

Ai fini di una gestione integrata delle fonti nutritive per le colture sarà pertanto essenziale combinare tutti questi diversi apporti di elementi nutritivi, che risulteranno non solamente complementari bensì sinergici. Infatti la moltiplicità delle possibili combinazioni rende facilmente applicabile il sistema integrato di nutrizione delle piante a tutte le realtà agricole.

Problema di non facile soluzione nella nutrizione integrata delle colture riguarda altresì il reperimento delle fonti nutritive addizionali per le colture, nello spazio e nel tempo.

Ottimizzare ad esempio l'uso dei residui a livello aziendale in primo luogo comporta una educazione dell'agricoltore verso questa pratica, che non sempre sarà la più semplice perchè ne deriveranno problemi di stoccaggio, varietà, tipologia, di qualità e di quantità, nonchè di autorizzazioni, ecc.

Non sarà dunque la più conveniente per conseguire gli obiettivi prefissati nel breve periodo, ma certamente lo sarà nel tempo.

Elementi indesiderati

Il limite principale all'uso in agricoltura di materiali organici di risulta è costituito dagli elementi indesiderati, in particolare i metalli pesanti le cui concentrazioni al di sopra di certi valori limite, possono dar luogo a fenomeni di tossicità per le colture o entrare nella catena alimentare. Detti metalli infatti, una volta giunti nel suolo, possono rimanere in forma solubile con tendenza ad essere lisciviati verso le falde acquifere, o andare incontro a fenomeni di insolubilizzazione e fissazione ed accumularsi

nello strato arabile con rischio di tossicità per il suolo e per le piante. Non è da trascurare inoltre il fatto che la sostanza organica a basso peso molecolare, solubile in acqua, nei materiali organici di scarto può favorire la solubilizzazione di altri elementi o composti indesiderati. Questi processi di immobilizzazione e mobilizzazione sono regolati sia dalle proprietà chimico-fisiche dei suoli quali pH C.S.C. qualità e quantità della sostanza organica, delle argille e degli ossidi, che da quelle microbiologiche. D'altra parte, l'apporto di biomasse in genere, con i contaminanti in esse contenuti possono influenzare l'attività microbica del suolo causando la scomparsa di alcune popolazioni o deprimendone l'attività con conseguente effetto sulla fertilità dei suoli.

I metalli pesanti apportati al suolo con le biomasse di recupero sono presenti in concentrazioni ed in forme diverse asseconda del materiale di partenza e dei trattamenti che questo ha subito.

È quindi estremamente importante tenere conto della composizione delle biomasse di recupero che si destinano all'impiego agricolo cercando di privilegiare quelle che contengano le più basse concentrazione di detti metalli o comunque individuando quelle realtà pedo climatiche meno sensibili alla presenza di questi elementi.

I paradigmi della fertilità' del suolo e della nutrizione delle piante

P.A. Sanchez, Presidente della IV commissione dell'ISSS, suggerisce due diversi paradigmi per conseguire nel contempo la fertilità del suolo e la nutrizione delle piante e precisamente:

> ***1) Superare le limitazioni del suolo attraverso l'applicazione di fertilizzanti in modo da garantire alle piante il necessario.***

Tale paradigma, elaborato in passato, quando non venivano legati i concetti di sostenibilità della produzione e dell'ambiente, ha comportato la formulazione di un secondo paradigma più attento alla conservazione delle risorse.

> ***2) Ottimizzare l'efficienza dei fertilizzanti al fine di diminuire l'uso facendo affidamento in maggiore misura sui processi biologici sfrut-***

tando sia l'adattamento del germoplasma all'ambiente che l'aumento delle attività biologiche del suolo.

Sanchez propone 10 punti essenziali per applicare con successo il secondo paradigma e precisamente:

1 Analisi delle necessità dell'agricoltore;

2 Individuazione dei fattori limitanti del suolo;

3 Miglioramento del germoplasma;

4 Relazioni pianta-suolo in un dato ambiente pedoclimatico;

5 Uso strategico dei fertilizzanti;

6 Bilancio degli elementi nutritivi;

7 Controllo biologico dell'erosione;

8 Strategie per la raccolta dell'acqua in ambienti aridi;

9 Protezione dell'atmosfera mediante una migliore gestione del suolo (deforestazione, controllo delle emissioni, ecc.);

10 Realizzazione di un disegno politico di base.

Applicabilità e ricaduta

Il secondo paradigma si traduce applicativamente nella redazione ***dei piani di fertilizzazione integrata***.

Essi sono il documento che in funzione delle caratteristiche del suolo, del clima, delle colture previste e della produzione attesa (obiettivo di produzione) determina quantità, tempi e modalità di distribuzione dei fertilizzanti.

Per quanto riguarda la realtà italiana il recepimento della direttiva 91/676, concernente la protezione delle acque dai nitrati, e dei regolamenti 2078/92 CEE e 2080/92 CEE relativi ai metodi di produzione agricola e governo delle foreste compatibili con le esigenze di protezione dell'ambiente e con la cura dello spazio naturale impone anche a livello legislativo attenzione per le relazioni che legano l'agricoltura all'ambiente. Pertanto il

modello proposto nel sistema integrato della nutrizione delle piante costituirà nel prossimo futuro lo strumento guida alla redazione di disciplinari di produzione integrata e codici di buona pratica agricola.

Studi Necessari

Appare evidente che il punto centrale degli studi sulla fertilità e la nutrizione delle piante resta tuttora quello della individuazione dei pool che costituiscono i cicli degli elementi nutritivi e soprattutto i flussi che regolano gli interscambi.

Molto è stato fatto in questo senso nell'ambito del progetto finalizzato PANDA, ma ancora molto resta da fare (AA.VV. 1996).

Da quì derivano una serie di altri suggerimenti come ad esempio quello di intensificare gli studi sui sistemi di assorbimento radicale, oppure sulla relazione esistente tra la disponibilità degli elementi nutritivi e l'asportazione totale. Un filone di ricerca applicata potrebbe anche essere quello di individuare e tarare metodi analitici idonei alla comprensione delle reali disponibilità nutritive di singole colture.

Un settore tutto da verificare riguarda l'impatto sulla fertilità del suolo dell'immissione di organismi geneticamente modificati nei circuiti agricoli sia l livello di equilibri ecologici globali che a livello di singoli comparti.

Dall'esame dei contributi presentati nell'ambito di questo Convegno nella IV Commissione, attualmente l'interesse maggiore dei ricercatori italiani sembra essere rivolto al recupero dei rifiuti e dei residui dei cicli di produzione e di consumo nei diversi aspetti che vanno dalla caratterizzazione dei prodotti di trasformazione, all'impatto sull'ambiente e sulla fertilità degli elementi indesiderati in essi contenuti, alle risposte agronomiche e produttive, nonchè alla comprensione delle migliori strategie per il ripristino e conservazione della fertilità organica dei suoli con particolare riguardo alle condizioni climatiche italiane, mentre non sempre viene contemporaneamente preso in considerazione il sinergismo tra produzione sostenibile ed ambiente sostenibile.

Le ricerche dunque sulla fertilità e la nutrizione non potranno non tenere conto in futuro di quanto richiesto dall'Agenda 21 che suggerisce di intraprendere nuove strategie per l'incremento della produzione agricola ma nel contempo impone la conservazione delle risorse naturali per le generazioni future.

Bibliografia

AA.VV. Giornate di Studio PANDA (1996). *Agricoltura Ricerca*, pp.163.

BENEDETTI A., SEQUI P. coordinatori (1995). *Codice di Buona Pratica Agricola per la Protezione delle Acque dai Nitrati*. Edagricole

FAO (1988). *"World Agricolute: Towards 2000"*. N. Alexandratas ed London-Belhaven Press, pp.338.

FAO (1995). Report of Expert Consultation on Integrated Plant Nutrition Systems. *Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin,* 12, R.Dudal, R.N. Roy Eds.

NANNIPIERI P. (1996). "Bilancio del Fertilizzante Azotato", *Agricoltura e Ricerca,* 163, pp.112-118.

SANCHEZ P.A. (1994)."*Tropical Soil Fertility Research: Towards the Second Paradigm*". Proceedings of 15th World Congress of Soil Scence, Acapulco Mexico July 10-16 pp.65-88.

La Classificazione e la cartografia dei suoli per un uso sostenibile delle risorse ambientali

Sergio Vacca [a], Paolo Baldaccini [b], Franco Previtali [c], Ermanno Busoni [d], Andrea Giordano [e]

a) Ente Autonomo del Flumendosa, Settore Salvaguardia Territorio - Viale Elmas, 116 - 09122 Cagliari
Università di Sassari, Corso di Laurea in Scienze Ambientali, sede di Nuoro

b) Dipartimento Ingegneria del Territorio, Università di Sassari - Via De Nicola - 07100 Sassari

c) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Milano
Via Emanueli, 15 - 20126 Milano

d) Istituto per la Genesi ed Ecologia del Suolo del Consiglio Nazionale delle Ricerche
Piazzale delle Cascine, 15 - 50129 Firenze

e) Dipartimento di Economia e Ingegneria Agraria, Forestale e Ambientale, Università di Torino
Corso Raffaello, 8 - 10126 Torino

Riassunto

La classificazione e la cartografia dei suoli hanno un ruolo nella sostenibilità dell'uso delle risorse ambientali che è strettamente collegato a quello che rivestono nella Valutazione e nella Pianificazione delle Terre.

Il concetto di sostenibilità, che rappresenta l'elemento centrale degli indirizzi e delle azioni di sviluppo promosse da molte Comunità nazionali e dagli Organismi internazionali (Rapporto Brundtland, W.C.E.D. 1987 - Conferenza mondiale su Ambiente e Sviluppo, Rio de Janeiro, 1992, AGENDA 21 - Trattato dell'Unione Europea, 1992 - V Programma d'Azione "Towards sustainability", 1992 - International Conference on Mediterranean Desertification, Creta 1996), costituisce una delle basi della Pianificazione dell'utilizzazione delle terre.

Elementi fondamentali del processo di Pianificazione sono gli stadi dell'*Inventario* e della *Valutazione*.

Nel primo dei due stadi è basilare la conoscenza dei suoli, particolarmente attraverso la Classificazione e la Cartografia ; nel secondo stadio, l'analisi e la descrizione dei "tipi di utilizzazione delle terre", la definizione delle "unità di terre" ed infine la "classificazione dell'attitudine delle terre" costituiscono altrettante riaffermazioni particolarmente del ruolo della Cartografia.

Collateralmente, va effettuata la valutazione dello stato delle ri-

sorse ambientali con particolare riferimento a quei processi di degradazione ricompresi sotto il termine di "desertificazione". La Comunità scientifica internazionale si è accordata per fissare delle priorità che riguardano: le ricerche sul fenomeno ; la messa a punto di strategie globali per combatterlo; la sostenibilità e le misure di mitigazione.

Il ruolo della Classificazione e della Cartografia dei suoli è, in questa materia, legato all'analisi della risorsa in funzione della valutazione della dinamica del suo potenziale.

Gli argomenti accennati costituiscono il tema del lavoro che la V Commissione intende sviluppare con particolare riferimento alla Pianificazione di Bacino, a cui la normativa vigente affida il ruolo di stabilire le direttive per la gestione ottimale delle risorse dell'ambiente, salvaguardandone il potenziale.

Premessa

Nella Conferenza mondiale di "Ecological Economics", tenutasi a Stoccolma nel 1992, si è constato che il sistema in cui viviamo, la Terra, è un sistema finito e, come tale, presenta dei *vincoli :* vincoli di territorio, vincoli di assorbimento di inquinanti e rifiuti, vincoli relativi ai grandi cicli della vita (acqua, ossigeno, ecc.). È all'interno di questi vincoli, che possono costituire altrettanti limiti, che deve muoversi - sempre secondo la Conferenza di Stoccolma - la programmazione economica, in sintonia con i ritmi della natura e con le dinamiche dei cicli biogeochimici globali.

Si tratta di un problema di relazioni ed interdipendenze. I vincoli definiscono la *carrying capacity* del pianeta, ossia la capacità di sostenere la popolazione e tutte le altre forme viventi (vegetali ed animali) di cui l'uomo e la natura hanno bisogno per sopravvivere: questa è la base della *sostenibilità*. (Dejak et al. 1996)[1]

Il concetto di *sostenibilità* era diffuso già nell'antichità e fu, per la prima volta, il poeta latino Tito Lucrezio Caro a scrivere, nel suo *De rerum natura*, che *nessuno è proprietario della vita, ma questa è usufrutto di tutti;* e, inoltre, *che l'attività biologica è una proprietà planetaria, una continua interazione di atmosfera, oceani, piante, animali.*

Se questo concetto viene sistematizzato a livello internazionale dall'UNEP nel Rapporto Brundtland (1987), che definisce *sostenibile un uso che non comporti una severa e permanente compromissione delle risorse e*

che sia praticabile per un periodo indefinito di tempo, è, tuttavia, la F.A.O. (1976), col suo *A Framework for Land Evaluation*[2], che pone *l'uso sostenibile* alla base della metodologia di Valutazione delle Terre.

La pianificazione dell'uso delle terre come base della sostenibilità

I conflitti tra le diverse forme di utilizzazione del territorio sono così fortemente sviluppati da costituire una delle preoccupazioni più gravi per la conservazione delle risorse: tra agricoltura ed usi urbani, per la crescente espansione delle città; tra agricoltura, pastorizia ed esigenze di conservazione dell'ambiente (Aru et al, 1981).

Per quel che riguarda il primo degli aspetti considerati, va osservato come negli Stati dell'Unione Europea, una delle regioni maggiormente abitate del pianeta, il 79% della popolazione viva nelle aree urbane ; in Giappone il 77%, negli USA il 76%, nell'Europa Centrale e dell'Est il 67%, nei paesi in via di sviluppo, il 35% (Ravanello, 1996). I processi di urbanizzazione hanno mostrato nel quarantennio 1950-1990 un incremento costante, pur con diverse modalità e ragioni, in tutte le aree del pianeta.

Ne è derivato un forte incremento dei fenomeni di consumo delle terre, di inquinamento dei suoli e delle acque, della riduzione della biodiversità, e via elencando. In una parola l'incremento della desertificazione, come fenomeno di destabilizzazione (reversibile) o distruzione (irreversibile) delle risorse dell'ambiente (Giordani & Zanchi, 1995).

Emerge perciò l'esigenza, sempre più pressante, di stabilire una corrispondenza, la più razionale possibile, tra le risorse del territorio, il loro potenziale e le utilizzazioni, in modo da massimizzare le produzioni durevoli, soddisfare i bisogni delle popolazioni e preservare gli ecosistemi fragili ed il patrimonio genetico.

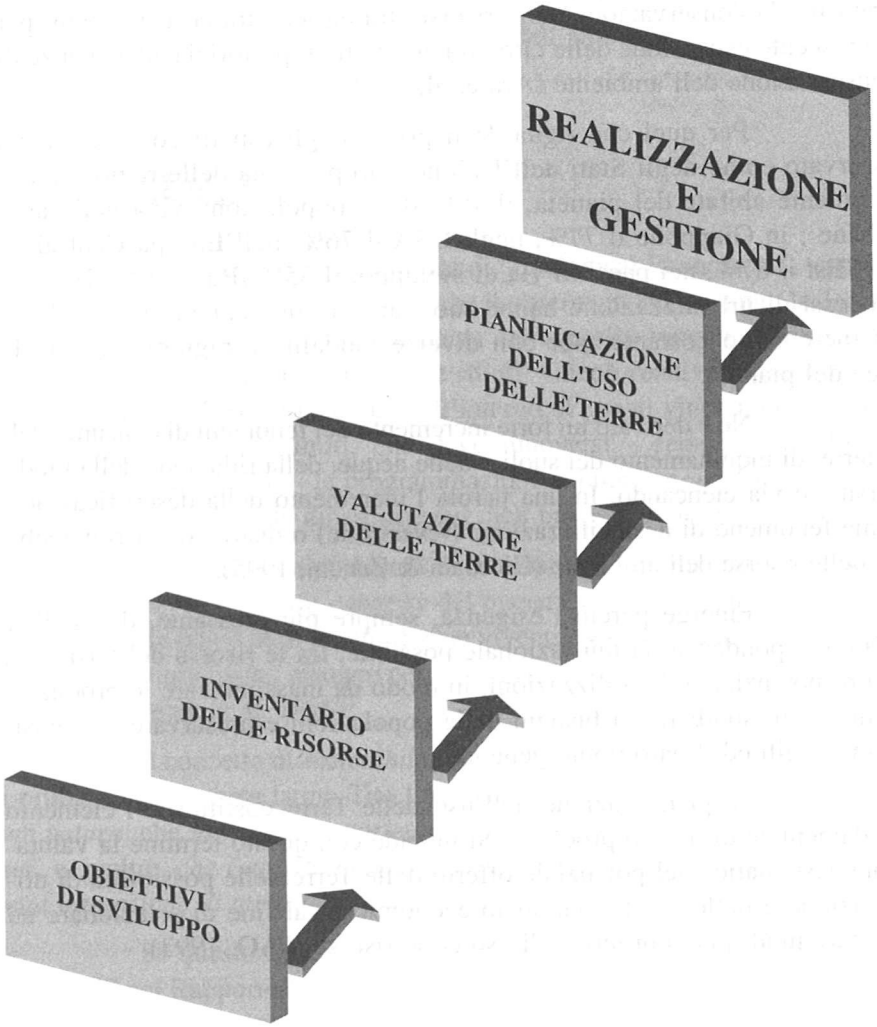
La pianificazione dell'uso delle Terre costituisce l'elemento fondamentale di questo processo. Si intende con questo termine la valutazione sistematica del potenziale offerto dalle Terre delle possibilità di utilizzazione e delle condizioni socio-economiche, al fine di selezionare ed adottare modi più appropriati di uso delle risorse (FAO, 1993).

La Valutazione delle Terre e la Pianificazione

Nel processi di pianificazione, le procedure di Valutazione delle Terre costituiscono il fondamentale raccordo tra *l'Inventario delle Risorse dell'Ambiente* e le *Decisioni concernenti la Pianificazione e la Gestione delle Terre (FAO, 1976, 1983, op. cit.,1993)*. (Figura 1).

Figura 1

Sequenza di operazioni in un processo di pianificazione



È, infatti, a seguito dei risultati della Valutazione che può essere assunta la decisione sia di realizzare un progetto, sia di orientarsi verso altre forme di sviluppo ; ma può anche emergere la necessità di ridefinire gli obiettivi iniziali e, conseguentemente, di procedere ad approfondimenti maggiori.

Nell'adottare procedure di valutazione occorre comunque, e sempre, tener presente che si devono applicare modelli valutativi con differenti gradi di informazione, in funzione del problema da risolvere e del livello di intervento da fare. Ciò è implicito nella definizione di approccio *olistico,* sia esso puro ovvero basato su attributi ; questi ultimi, in questo caso, diventano "condizioni costringenti", *constraints,,* del modello di valutazione adottato.

La valutazione, inoltre, pur non costituendo di per sé una presa di decisione, può e deve tradursi in *raccomandazioni,* indirizzate ai pianificatori od utilizzatori.

Gli obiettivi delle procedure di Land Evaluation, delineati in una sequenza di lavori della F.A.O. (1976, 1983, 1984, 1985)[3], riguardano *la scelta della migliore utilizzazione possibile di ciascuna unità di terre, considerando le esigenze fisiche, socio-economiche e di conservazione indefinita del potenziale delle risorse naturali,* costantemente soggette alle pressioni *della rapida crescita demografica e dell'espansione urbanistica.* Non va qui sottaciuta la tendenza ad intensificare la produttività delle attuali colture o ad estendere la superficie delle coltivazioni, con conseguenze, talora devastanti, sullo stato delle risorse dell'ambiente.

Delimitando il campo di osservazione a quelle attività, come l'agricoltura (nell'accezione più ampia del termine), la cui sopravvivenza dipende strettamente dalle risorse dell'ambiente, appare indispensabile definire, a livello operativo, metodologie d'analisi e di valutazione per una *sostenibilità ambientale* dell'utilizzo delle risorse.

È appena il caso di ricordare come la Scienza del Suolo, con il concorso delle diverse discipline che vi afferiscono, ha avuto la grande capacità di costruire da sé le *basi epistemologiche* della *sostenibilità ambientale.*

I concetti di Terre e Unità di Terre

Va qui richiamata la definizione di Terre, come traduzione in italiano del termine Land (Brinkman, 1973, FAO, 1976, CEE DG XI, 1982), il cui concetto è stato meglio chiarito da Giordano (1989), soprattutto nei

rapporti con il termine Territorio, che - secondo l'Autore - presenta una più spiccata valenza amministrativa. Va inoltre richiamata la definizione di *Unità di Terre*, che viene qui riportata nel senso dato da Giordano (1989, op. cit.) di *sintesi integrata e dinamica delle forze naturali e delle forze antropiche che agiscono nell'area considerata.*

Il rilevamento delle Terre e la definizione e delimitazione delle Unità di Terre può avvenire secondo un approccio cosiddetto *olistico,* oppure per *singoli attributi.* Nel primo caso tutti gli attributi dell'ambiente (clima, vegetazione, usi del suolo, rilievo, rocce, suoli) vengono analizzati contemporaneamente, evidenziando le interazioni ed interdipendenze tra le diverse componenti e definendo così le Unità di Terre.

Nel secondo caso, una delle componenti delle Terre (ad esempio il suolo) viene presa come riferimento per la procedura di Valutazione ; questa componente sarà definita *discriminante*, mentre le altre, che pure concorreranno a descrizione delle terre, saranno considerate come *descrittori.*

Gli indicatori di sostenibilità agro-ambientale

Tra le pressanti preoccupazioni degli organismi internazionali, che tengono sotto osservazione il problema della *sicurezza alimentare a livello planetario,* assume grande rilievo la *complementarietà del binomio Ambiente-Agricoltura.* La Commissione delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile, a seguito della Conferenza mondiale su Ambiente e Sviluppo, tenutasi a Rio nel 1992, ha raccomandato a tutti i Paesi partecipanti di elaborare degli *Indicatori Agro-ambientali* (Parris, 1996)[4] per:

- fornire informazioni sullo stato dell'ambiente e sulle modificazioni che sono indotte particolarmente dal settore agricolo;
- individuare le relazioni di causa-effetto tra agricoltura e politica agricola da una parte ed ambiente dall'altra;
- contribuire allo sviluppo di misure atte ad incoraggiare un'agricoltura sostenibile ed a valutarne l'efficacia.

L'OCDE Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (Parris, 1996, op. cit.) ha stilato una lista di 13 indicatori, raccomandandone ai Paesi membri l'adozione come prioritaria per l'approfondi-

mento, in prima approssimazione, dell'analisi teorica dei legami tra agricoltura e ambiente, in vista di una successiva verifica sperimentale: *1) Fertilizzanti - 2) Pesticidi - 3) Utilizzazione delle risorse idriche - 4) Gestione e conservazione delle Terre - 5) Qualità dei suoli e Qualità delle Terre - 6) Qualità delle acque - 7) Gas ed effetto serra - 8) Biodiversità - 9) Habitat naturali - 10) Paesaggi - 11) Pratiche di gestione aziendale - 12) Risorse finanziarie delle attività agricole - 13) Aspetti socio-culturali.*

Come si potrà agevolmente notare, si tratta di una lista di elementi che definiscono le Qualità delle Terre, ossia quelle proprietà delle Terre che *influiscono in modo particolare sull'attitudine ad un determinato tipo di utilizzazione* (FAO, 1976, 1983, op. cit.).

La classificazione e la cartografia dei suoli nella descrizione delle qualità delle terre

Le qualità delle terre (FAO, 1976, 1983) possono riguardare - come è noto:

- la produzione di colture agrarie o altre forme di sviluppo della vegetazione;
- le produzioni degli animali domestici;
- la silvicoltura;
- gli aspetti gestionali in senso lato.

Tra le qualità si annoverano: *la disponibilità in acqua, la disponibilità in elementi nutritivi, la disponibilità in ossigeno a livello di apparati radicali, la facilità di lavorazione delle terre, la salinità e l'alcalinità, la tossicità del suolo, la resistenza all'erosione,* e via elencando.

La loro descrizione e la loro stima saranno fondamentalmente basate sull'*Inventario delle Risorse;* come unità geografica di riferimento (FAO, 1976) viene solitamente considerata quell'entità concettuale prima definita come *Unità di Terre* o *Unità Cartografica delle Terre.* Questo termine, in ragione della dimensione dell'area da valutare, e, quindi, della scala delle carte, può essere riferito agli elementi maggiori presi a base della Valutazione.

Ad esempio, per l'agricoltura non irrigua (FAO, 1983):

- i Grandi tipi climatici, i Periodi vegetativi e le Zone agroclimatiche;

- le Province di terre, i Sistemi di terre e gli elementi dei Sistemi di terre;
- le Serie di suolo, le Associazioni di suoli e altre Unità pedologiche e cartografiche (Dent & Young, 1981); le Soilscape Functional Units "SFU" (Busoni, 1994, Fitzpatriks, 1994).

Va, a questo punto, ricordato che la procedura di Valutazione riguarda le Terre nel loro complesso, ricomprendendo in questa entità il Suolo come risorsa fondamentale.

Una definizione di Suolo, che sia in linea con il concetto di *sostenibilità ambientale,* appare quella formulata da Buol et al. (1973), che lo considera "*un sistema aperto, un' entità evolvente entro un flusso di elementi geologici, biologici, idrologici e meteorologici*".

Il suolo costituisce, pertanto, un sistema dinamico, caratterizzato non solo da una sua intima evoluzione, ma che partecipa anche alla modificazione di alcuni elementi ambientali quali la copertura vegetale, il microclima, la morfologia. Questi fatti lo collegano funzionalmente all'ambiente (fisico) circostante e ne fanno uno degli elementi centrali di una catena che, attraverso i cicli bio-fisico-chimici, salda la biosfera con la litosfera e l'idrosfera. Si intende, con questo, riferirsi anche ai cicli che avvengono in ambienti estremi (deserto, artico, ecc.) o/e in stagioni nelle quali gli aspetti biologici e quelli chimico-biologici sono nettamente meno importanti e più lenti e deboli.

Il ruolo della classificazione dei suoli

Non si intende qui fare alcun richiamo alla classificazione dei suoli, né - tanto meno - ai numerosi sistemi di classificazione - perfettamente noti a tutti - che privilegiano, di volta in volta, l'aspetto ecologico, quello applicativo, o cercano di costituire una sintesi tra queste diverse tendenze.

La classificazione dei suoli mira (Costantini, in : Cremaschi & Rodolfi, 1991) a raggruppare individui a diverso grado omogenei per genesi e proprietà. Vengono, perciò, riconosciuti come obiettivi della classificazione dei suoli :

- l'organizzazione delle conoscenze sui suoli al fine di consentirne l'individuazione e la memoria;

- la comprensione delle relazioni esistenti tra gli individui e le classi;
- la suddivisione dei suoli in gruppi omogenei per fini pragmatici;
- la trasferibilità delle informazioni relative ai suoli;
- l'offerta di uno strumento che agevoli la successiva rappresentazione cartografica dei suoli.

Le informazioni "pedologiche", richieste dalla procedura di valutazione per la descrizione delle Qualità delle Terre, riguardano un insieme di caratteristiche, considerate come "parametri diagnostici", quali la morfologia del profilo, la fisica, la chimica, la mineralogia, la biologia dei suoli, ecc., che conducono, nel loro insieme, alla Classificazione dei suoli. Questo fa della Classificazione un supporto indispensabile per le procedure di Valutazione delle Terre.

Il ruolo della cartografia dei suoli

Gli studi sulle risorse, realizzati in funzione di una trasformazione delle utilizzazioni delle Terre, possono essere condotti a scale diverse a seconda dei livelli di intervento, da quello a scala nazionale o regionale, a scala di bacino idrografico, a scala comprensoriale, comunale o aziendale.

A ciascun livello corrisponde, cartograficamente, una scala di rappresentazione e, corrispondentemente, un livello di intensità di informazioni, dal *riconoscimento* al *grande dettaglio*.

Negli studi di grande dettaglio, corrispondenti a scale grafiche superiori a 1 :10.000, le cartografie sono rappresentate (FAO, 1985) da:

- carte dei suoli che indicano caratteristiche particolari o fasi di serie;
- carte topografiche di corrispondente dettaglio;
- carte catastali;
- carte delle risorse idriche (idrogeologiche, idrografiche, idrologiche, ecc.);
- carte dell'uso delle terre;
- carte vegetazionali;
- ecc.

A livelli di dettaglio diversi corrispondono cartografie che rappresentano i suoli e le altre risorse dell'ambiente a livelli di intensità corrispondente.

L'unità cartografica di riferimento, a qualunque scala, sarà, come accennato in precedenza, l'*Unità di Terre* (FAO, 1976, op. cit.), in cui, a seconda delle condizioni, il rilevamento delle risorse potrà essere di tipo *olistico* o per *singoli attributi*. In quest'ultimo caso potrà essere il suolo, inteso come *ecotopo* (Dent & Young, 1981, op. cit. ; Naveh & Lieberman, 1994) a rappresentare le Terre come elemento discriminante.

Un esempio di pianificazione : il piano di bacino

Il piano di bacino idrografico, inteso come l'entità geografica di riferimento, previsto dalla Legge 183/89 (artt. 17 e seguenti) è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificati e programmati gli interventi a difesa del suolo. Esso individua prescrizioni e vincoli finalizzati alla conservazione ed alla tutela dell'ambiente ed è coordinato con i programmi nazionale e regionali di sviluppo economico e di uso del suolo. (Capria, 1990).

In base all'art. 17 della L 183, il piano di bacino, in particolare, deve realizzare l'analisi degli elementi fisici, geografici, naturali ed economici che contraddistinguono e caratterizzano il territorio quale oggetto delle previsioni generali e, quindi, quale presupposto per ogni intervento di settore (Cutrera, 1990).

Il piano deve perciò:

a) fornire il quadro conoscitivo del sistema fisico, delle utilizzazioni del territorio previste dagli strumenti urbanistici, dei vincoli relativi al bacino;

b) consentire l'individuazione e quantificazione delle situazioni di degrado del sistema fisico e delle relative cause;

c) emanare le direttive cui si deve informare la difesa del suolo, la sistemazione idrogeologica ed idraulica e l'utilizzazione delle acque e dei suoli;

d) fornire l'indicazione delle opere necessarie;

e) realizzare la programmazione e l'utilizzazione delle risorse idriche, agrarie, forestali ed estrattive;

f) permettere l'individuazione delle azioni, delle norme d'uso e dei vincoli finalizzati alla conservazione del suolo ed alla tutela dell'ambiente;

g) consentire la prosecuzione ed completamento di opere di difesa del suolo;

h) prevedere la realizzazione delle opere di protezione dei litorali marini;

i) effettuare la valutazione preventiva del rapporto costi-benefici e dell'impatto ambientale delle opere;

j) fornire l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche;

k) fornire prescrizioni contro l'inquinamento del suolo e disciplinare l'accumulo nel terreno di discariche di rifiuti civili ed industriali che comunque possano incidere sulla qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei;

l) indicare le misure per contrastare i fenomeni di subsidenza;

m) effettuare il rilievo conoscitivo delle derivazioni idriche in atto;

n) effettuare il rilievo delle utilizzazioni diverse;

o) realizzare il piano delle possibili utilizzazioni future;

p) indicare le priorità degli interventi.

Un esame, anche sommario, dei contenuti del piano di bacino evidenzia il fondamentale contributo che le Scienze della Terra, ed in particolare la Pedologia, danno alla sua impostazione. Va, infatti, evidenziato il ruolo della Scienza del Suolo nella redazione del quadro conoscitivo del sistema fisico nell'individuazione delle situazioni di degrado, nella difesa del suolo, nella programmazione dell'utilizzazione delle risorse e via elencando, fino alla pianificazione delle possibili utilizzazioni future, in cui, ai diversi livelli interpretativi, valutativi ed operativi, gioca un ruolo determinante la Land Evaluation.

Conclusioni

Crediamo, in conclusione, di poterci porre delle raccomandazioni sulle strade da percorrere nella ricerca. Questi i punti salienti :

- Finalizzazione degli scenari in cui agire in termini di Ecologia del Paesaggio come base interpretativa ed operativa, implicante necessariamente un concorso multidisciplinare;
- Scelta del livello interpretativo a seconda dei problemi da risolvere;
- Differenziazione delle scale interpretative dei paesaggi pedologici, in funzione dell'intensità di informazione;
- Differenziazione di modelli operativi alle varie scale;
- Nuovi strumenti interpretativi dei paesaggi pedologici;
- Nuovi strumenti interpretativi di "ecotopi", e livelli superiori di paesaggio, in termini olistici, in cui la valutazione e l'utilizzazione degli attributi possano essere effettuate ai vari livelli di intensità di informazione.

Sono questi i campi nei quali devono, tuttora, essere poste le basi teoriche e quindi quelle sulle quali costruire modelli interpretativi, valutativi, sperimentali ed operativi.

Bibliografia

ARU A., BALDACCINI P., MELIS R.T., VACCA S., 1981, Evaluation of soil losses caused by urban expansion of the city of Cagliari and its hinterland, Int. Symp.: Soil Problems in urban areas, Berlin, 7-9 sept. 1981. Buol S. W., F.D. Hole, R.J. Mc Cracken, 1973, Soil Genesisi and Classification, Iowa State Univ.

CREMASCHI M., RODOLFI G., 1991, Il Suolo, NIS, Roma.

CAPRIA A., 1990, La Legge Quadro sulla Difesa del Suolo N. 183, in Quaderni Riv. Giuridica dell'ambiente, p.17-76, Giuffrè, Milano.

CUTRERA A.,1990, Una Legge per la Pianificazione dell'Ambiente Fisico, in Quaderni Riv. Giuridica dell'Ambiente, p. 1-14 Giuffrè, Milano.

DENT D., YOUNG A., 1981, Soil survey and Land Evaluation, Allen & Unwin, London.

DEJAK C., PITEA D., ROSSI C., TIEZZI E., 1996, Chimica Fisica per Scienze Ambientali, Etaslibri, Milano.

F.A.O., 1976, A Framework for Land Evaluation, Soil Bull. N. 32, Rome.

F.A.O., 1983, Guidelines: Land Evaluation for rainfed agriculture, Soil Bull. N. 52, Rome

F.A.O., 1984, Guidelines : Land Evaluation for forestry, Forestry Paper, n. 70, Rome.

F.A.O., 1985, Guidelines: Land Evaluation for irrigated agriculture, Soil Bull., n. 55, Rome.

F.A.O., 1993, Directives pour la planification de l'utilisation des terres, Coll. FAO: Dév. 1, Rome.

GIORDANI, ZANCHI C., 1985, Fisica del Suolo, Patro, Bologna

GIORDANO A., 1983, Osservazioni sui Termini: Land, Land Evaluation, Terra Terreno e Territorio, in Atti Conv. Land Evaluation, Firenze.

PARRIS K., 1996, Agriculture et environnement: la complementarieté durable, in l'Observateur de l'OCDE, dec. 1996, Paris.

RAVANELLO L., 1986, Toward sustenable planning and management of suburban agricoltural areas in metropolitan context: the Bologna case study, EAME, European postgraduate program 1995/96 (n.p.)

VACCA S., 1992, La valutazione dei caratteri del territorio nella pianificazione, Franco Aneli, Milano.

Note

[1] Dejak C., Pitea D., Rossi C., Tiezzi E., Chimica Fisica per Scienze Ambientali, Etaslibri, Milano.

[2] F.A.O., 1976, A Framework for Land Evaluation, Soil Bull. N. 32, Rome.

[3] F.A.O., 1983, Guidelines: Land Evaluation for rainfed agriculture, Soil Bull. N. 52, Rome - F.A.O., 1984, Guidelines: Land Evaluation for forestry, Forestry Paper, n. 70, Rome. - F.A.O., 1985, Guidelines: Land Evaluation for irrigated agriculture, Soil Bull., n. 55, Rome.

[4] Parris K. , 1996, Agriculture et environnement: la complementarieté durable, in l'Observateur de l'OCDE, dec. 1996, Paris.

TECNOLOGIA E CONSERVAZIONE DEL SUOLO PER UN USO SOSTENIBILE DELL'AMBIENTE

Dino Torri e Costanza Calzolari

Istituto per la Genesi e l'Ecologia del Suolo
Piazzale delle Cascine, 15 - 50129 Firenze

Sommario

La gestione sostenibile dell'ambiente passa attraverso diversi prodotti che sono studiati e prodotti nell'ambito della Tecnologia e Conservazione del suolo. Tra questo si richiama la rappresentazione, tramite algoritmi appropriati, delle qualità e del comportamento del suolo in modelli di previsione dei bilanci idrici, dell'erosione, dei rischi di esondazione. L'interazione tra la scala di rappresentazione dei processi e la scala propria a cui i processi si sviluppano genera una serie di potenziali problemi che richiedono di essere correttamente studiati e risolti al fine di produrre strumenti capaci di generare scenari credibili alle scale di rappresentazione (e quindi di gestione) del suolo e dell'ambiente.

La variabilità spaziale è un'altro aspetto, anche strettamente legato al precedente, che deve essere esaminato all'interno di questa sezione. Infatti,parte della variabilità è legata a fattori naturali, parte a attività antropiche. Queste ultime, attraverso le lavorazioni del terreno riescono a produrre movimenti di suolo, ridistribuzione dello stesso almeno dieci volte più intensi dell'erosione idrica. Essendo tale ridistribuzione modellizzabile, può essere stimata ed utilizzata per migliorare l'efficienza delle pratiche agronomiche.

1. Introduzione

I campi oggetto di ricerca nell'ambito delle attività della Sezione di Tecnologia e Conservazione del Suolo, ricoprono le possibili interazioni tra suolo e tecniche di controllo delle acque, tecniche di lavorazio-

ne del terreno, sistemazioni collinari, ecc. Più in generale, tutte le tecniche sviluppate per la conservazione del suolo e tutte le interazioni tra suolo e tecnologie possono essere oggetto di indagine nell'ambito di questa sezione. Analogamente, l'erosione del suolo e la produzione di ruscellamento superficiale ed ipodermico, la conoscenza delle quali è alla base di gran parte delle tecniche di conservazione del suolo, sono anch'esse oggetto di studio all'interno di questa sezione, soprattutto relativamente alla rappresentazione dei vari processi nei codici dei modelli. Anche in questo caso si tratta di tecnologie applicate, in questo caso informatiche, e anche queste hanno una ricaduta in termini di descrizione del suolo e del suo comportamento attraverso parametri ed algoritmi.

Queste tematiche sono estremamente ampie e trasversali alle altre sezioni, tanto che prodotti che potrebbero essere attribuiti a questa, vengono invece attribuiti ad altre sezioni. Si è così deciso di circoscrivere i contenuti dell'intervento ad alcuni problemi di base per la gestione del suolo, legati alla produzione di ruscellamento, all'erosione, alle qualità del suolo ed alle loro interrelazioni. In particolare cercheremo di rendere evidente l'effetto che la scala a cui i processi vengono rappresentati ha in rapporto alla fisica dei processi stessi ed introdurremo alcune problematiche relative alla variabilità spaziale ed alle sue cause.

Le tematiche scelte possono avere un notevole portato relativamente al suolo come elemento centrale per mantenere la nostra invadente presenza compatibile con questo ambiente. Occorre, infatti, tener presente che la gestione del territorio avviene mediante decisioni che vengono prese sulla base di scenari descritti ad una scala comoda per chi tali decisioni deve prendere. Una non corretta rappresentazione, alla scala prescelta, degli eventi determinanti un possibile scenario può dar luogo a scelte errate con forti ricadute negative per l'ambiente. Contemporaneamente una corretta conoscenza della variabilità spaziale delle qualità del suolo può aiutare a migliorare la tecniche di uso del suolo stesso, con beneficio dell'ambiente.

2. La modellistica ed il fattore scala

Nella Tab. 1 sono riportati schematicamente alcuni processi caratteristici dell'erosione idrica e della generazione di ruscellamento superficiale in funzione delle scale proprie alla quali i suddetti processi si manifestano compiutamente e si sviluppano (Morgan, 1995, Torri, 1996).

A macro-scala hanno importanza i fenomeni che riducono la capacità di invaso superficiale del suolo, quali la formazione di zone sigillate, per impatto delle gocce e per deposizione (come vedremo a differente capacità di infiltrazione), la modificazione della rugosità idraulica, la produzione di larga parte dei sedimenti che verranno successivamente allontanati dai flussi incanalati. I processi che regolano questi fenomeni sono quelli di *slaking*, dispersione ed impatto delle gocce. A questa scala si ha una variazione nel tempo sia della conducibilità satura del suolo (cambia la geometria dello straterello di superficie) che dell'aspetto generale della superficie del suolo (particolarmente nei seminativi).

A meso scala si affronta il problema della classica dicotomia tra erosione diffusa ed incanalata (rill ed interrill). Qui, l'acqua riesce ad incanalarsi e ad incidere piccoli rigagnoli (rill). Nella modellistica, quando il problema viene trattato al massimo dettaglio, i processi tipici delle zone di interrill vengono descritti per una situazione media e affiancati alla simulazione di ciò che avviene in un rigagnolo "medio". A questa scala diventano importanti i processi legati alla crepacciatura del suolo: il ruscellamento che si genera nelle zone tra crepacci viene inghiottito dal crepaccio a valle. L'acqua sottratta al ruscellamento superficiale viene, almeno in parte, restituita ad esso al primo fosso, strada-fosso ecc. capace di intercettarla. Questo tipo di processi può caratterizzare un campo di piccole dimensioni come un intero versante.

Tabella 1

Processi relativi alla generazione di ruscellamento e all'erosione in funzione della scala

Scala	Ruscellamento	Erosione
MACRO (fino ad alcuni m^2)	**Rusc. Diffuso, Infiltraz. eq. di Richard, Sealing e Crusting Ponding**	**Dinamica struttura di sup. Distruzione zolle**
MESO (dal campo, fino a bacini di 1-2 km^2)	**Rusc. incanalato, saturo, crepacciature**	**dicotomia rill-interrill, eph. gully**
MICRO (fino a bacini di alcuni km^2)	**Deflussi di falda**	**Gully (fino a calanchi e biancane)**

Nel caso di un versante e, a maggior ragione, di un piccolo bacino, anche i deflussi in falda possono divenire importanti. È in questa situazione che, con una modellizzazione bidimensionale dei flussi nel suolo (inclusi quelli in falda), è possibile simulare flussi compositi con generazione di ruscellamento superficiale anche di tipo saturo, cioè dovuto a saturazione del terreno o a fenomeni di risorgive temporanee.

Considerando un intero versante o un piccolo bacino, durante eventi di particolare rilievo (comunque con periodo di ritorno intorno a 1-7 anni), si possono generare incisioni incanalate di notevoli dimensioni ("ephemeral gully") attraverso processi ancora non descritti in nessun modello disponibile.

Naturalmente, quando le dimensioni dell'area esaminata sono sufficientemente grandi da permettere la comparsa di ephemeral gully, queste stesse aree possono essere in grado di sostenere anche fossi ormai troppo profondi e larghi per poter essere eliminati con interventi contenuti. In questo ambito possono rientrare buona parte dei bacini interessati da forme calanchive.

È evidente che a questa scala, i processi di rill/interrill perdono di importanza e possono essere descritti con algoritmi meno dettagliati che non quanto richiesto per i processi di meso-scala. È invece la dinamica dei movimenti di massa che caratterizzano l'evoluzione dei versanti calanchivi che assume maggiore importanza. In generale, occorre spesso descrivere il comportamento di eventuali falde, anche relativamente profonde, tanto da rientrare più propriamente nell'area di studio della idrogeologia.

Esiste poi la necessità di applicazioni a scala ancora più piccola, su aree estese come, ad esempio, interi bacini di fiumi (Tevere, Sieve). A questa scala si perdono ulteriori dettagli e i processi di produzione di sedimenti e di generazione di ruscellamento possono essere ancora più aggregati e semplificati.

Molti processi, tra quelli più o meno esplicitamente richiamati, richiedono ulteriori studi rivolti ad una miglior comprensione delle loro dinamiche, altri invece necessitano di una formulazione matematica utilizzabile nella modellistica, altri infine richiedono stimatori delle "costanti" che compaiono nelle equazioni o negli algoritmi descrittivi ad essi associati.

La prima necessità è ovvia a qualsiasi ricercatore. La seconda è una necessità dovuta all'esigenza di riportare la descrizione del processo nell'ambito delle cose calcolabili e quindi utilizzabili in un computer. La terza nasce da una serie di esigenze pratiche: difficoltà a determinare alcuni para-

metri (per esempio, potenziale matriciale, conducibilità idrica, stabilità della struttura, erodibilità del suolo, ecc.) per mancanza di standard di riferimento o per difficoltà intrinseche nelle analisi o nella raccolta dei campioni, costo delle analisi, ecc.

Nel passaggio dalla scala propria dei processi in esame a quella del modellista, e più in generale dell'utilizzatore, si generano ulteriori campi di indagine (Figura 1).

Il passaggio di scala è necessario sia quando occorra lavorare ad una scala particolare per necessità dovute ad un particolare tipo di utilizzazione, sia perché i processi stessi, come evidenziato, hanno scale proprie, talvolta nettamente differenti. Il cambiamento di scala avviene anche a livello della variabile tempo, spesso per la discrepanza fra la scala temporale dei processi, quella dei dati in input e degli intervalli temporali interni al modello. Ad esempio il passo temporale appropriato per esaminare la dinamica del processo di *ponding*, parametro importante per utilizzare correttamente le equazioni di infiltrazione, è di alcuni minuti, mentre i dati meteo sono spesso forniti su base giornaliera.

Il procedimento corretto vorrebbe allora che gli algoritmi che vengono utilizzati a scala diversa da quella propria venissero modificati così da tener conto della variabilità spazio-temporale interna a quella che diviene, alla nuova scala, l'unità spazio-temporale minima percepita dal modello (USTM). Questo modo di procedere, schematizzato in Figura 1, produce dei vantaggi (riduzione delle variabili, dei dati di input e, usualmente, dei tempi di esecuzione) ed un certo numero di svantaggi. Il fatto di non valutare le variabilità interna ad ogni USTM comporta la comparsa di relazioni spurie. Un esempio è dato dal fenomeno dell'apparente aumento di intensità di infiltrazione finale (che a tutti gli effetti è proporzionale alla conducibilità idrica satura del suolo) con l'aumentare del ruscellamento superficiale o della intensità di pioggia (Hawkins, 1982). Questo fenomeno è dovuto in realtà a diversi tipi di variabilità spaziale. Qui di seguito possiamo esaminare alcuni esempi:

metri (per esempio, potenziale matriciale, conducibilità idrica, stabilità della struttura, erodibilità del suolo, ecc.) per mancanza di standard di riferimento o per difficoltà intrinseche nelle analisi o nella raccolta dei campioni, costo delle analisi, ecc.

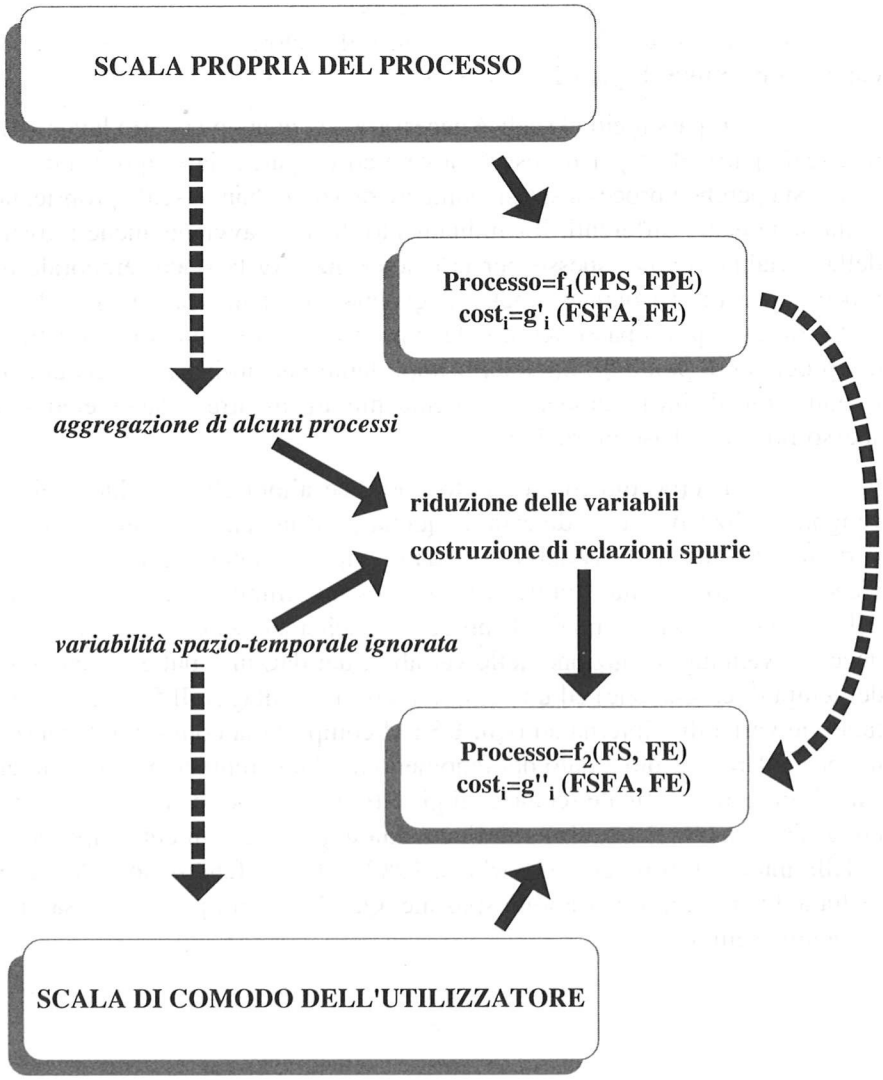
Nel passaggio dalla scala propria dei processi in esame a quella del modellista, e più in generale dell'utilizzatore, si generano ulteriori campi di indagine (Figura 1).

Il passaggio di scala è necessario sia quando occorra lavorare ad una scala particolare per necessità dovute ad un particolare tipo di utilizzazione, sia perché i processi stessi, come evidenziato, hanno scale proprie, talvolta nettamente differenti. Il cambiamento di scala avviene anche a livello della variabile tempo, spesso per la discrepanza fra la scala temporale dei processi, quella dei dati in input e degli intervalli temporali interni al modello. Ad esempio il passo temporale appropriato per esaminare la dinamica del processo di *ponding*, parametro importante per utilizzare correttamente le equazioni di infiltrazione, è di alcuni minuti, mentre i dati meteo sono spesso forniti su base giornaliera.

Il procedimento corretto vorrebbe allora che gli algoritmi che vengono utilizzati a scala diversa da quella propria venissero modificati così da tener conto della variabilità spazio-temporale interna a quella che diviene, alla nuova scala, l'unità spazio-temporale minima percepita dal modello (USTM). Questo modo di procedere, schematizzato in Figura 1, produce dei vantaggi (riduzione delle variabili, dei dati di input e, usualmente, dei tempi di esecuzione) ed un certo numero di svantaggi. Il fatto di non valutare le variabilità interna ad ogni USTM comporta la comparsa di relazioni spurie. Un esempio è dato dal fenomeno dell'apparente aumento di intensità di infiltrazione finale (che a tutti gli effetti è proporzionale alla conducibilità idrica satura del suolo) con l'aumentare del ruscellamento superficiale o della intensità di pioggia (Hawkins, 1982). Questo fenomeno è dovuto in realtà a diversi tipi di variabilità spaziale. Qui di seguito possiamo esaminare alcuni esempi:

Figura 1

Cambiamenti di scala ed effetti sulla rappresentazione dei processi



FS=fattori suolo
FE=fattori esterni al suolo
FPS, FPE = FS ed FE propri del processo
FSFA=FS di facile acquisizione

f, g=funzioni o algoritmi
cost=costanti
i=indice

1) All'interno della USTM possono esistere più tipi di suolo nei quali si ha una diversa velocità finale di infiltrazione: la più bassa sarà quella che permette un minimo di ruscellamento anche durante piogge di bassa intensità; all'aumentare di quest'ultima anche i suoli dove si ha un maggior tasso di infiltrazione finale contribuiranno al ruscellamento causando l'aumento della infiltrazione media. Una spiegazione intuitiva è fornita dalla seguente formula che calcola il tasso di infiltrazione media nel caso di suoli a differente tasso di infiltrazione:

$$\bar{i}(t) = \sum_{i_j(t) \leq P(t)} A_j i_j(t) + P(t) \sum_{i_j(t) > P(t)} A_j$$

dove A_j è la frazione della superficie totale caratterizzata da un tasso di infiltrazione $i_j(t)$ all'istante t, mentre l'intensità di pioggia è $P(t)$. Il secondo addendo è minore della infiltrazione potenziale, essendo P inferiore ai vari i.

2) Nel caso della superficie di un suolo lavorato (Figura 2), la microtopografia fa sì che le zone in microrilievo vengano normalmente sigillate per impatto delle gocce di pioggia (*sealing* strutturale), mentre le zone in microdepressione vengano sigillate per deposizione; il *sealing* strutturale ha conducibilità sature nettamente superiori al *sealing* deposizionale. Avviene allora che quando l'intensità della pioggia è bassa, solo le zone sigillate per deposizione contribuiscono allo scarso ruscellamento; la maggiore capacità di infiltrazione delle zone con *sealing* strutturale, morfologicamente rilevate rispetto alle prime, contribuisce alla riduzione del ruscellamento prima permettendo l'infiltrazione di gran parte della pioggia che cade su di esse, seguendo lo schema dell'equazione sopra riportata; successivamente, dal momento in cui lo spessore dell'acqua di ponding o di ruscellamento è sufficiente a ricoprire le zone relativamente più elevate si può osservare un ulteriore aumento di tasso di infiltrazione medio.

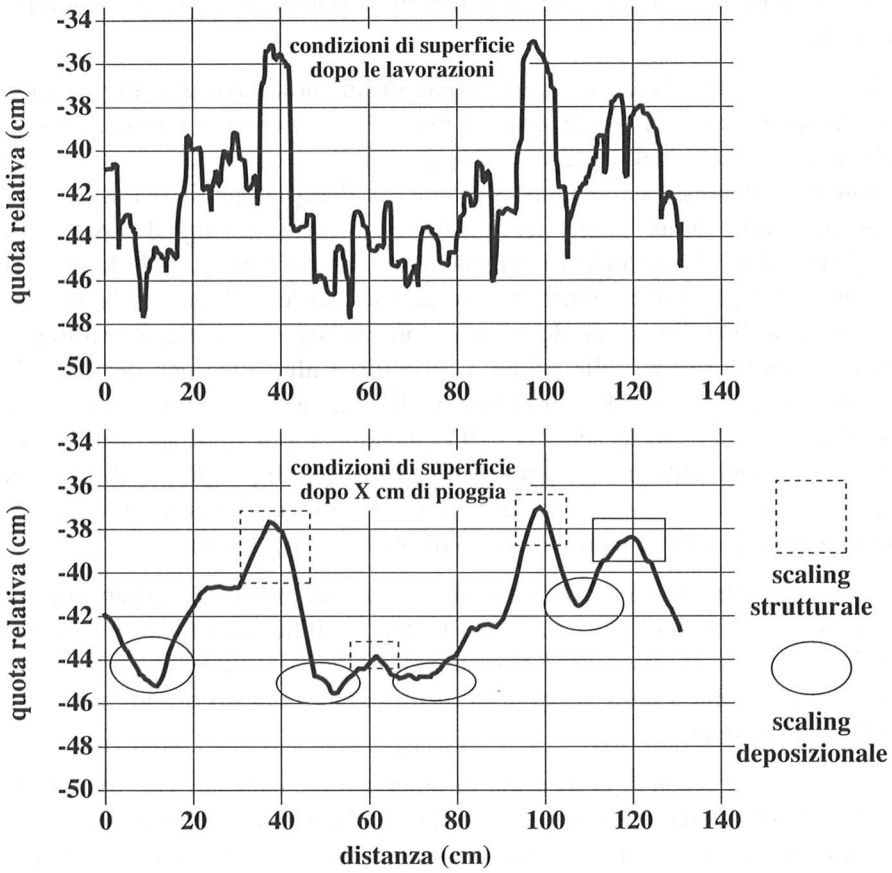
Una volta noto un metodo di valutazione della variabilità spaziale, così da mediare correttamente le conducibilità idrauliche o i tassi di infiltrazione (considerando che quanto detto per l'infiltrazione finale è in realtà applicabile a tutta la curva di infiltrazione), questo effetto spurio sarebbe eliminabile.

A seconda della scala di osservazione esistono vari metodi per la descrizione della variabilità dei suoli e per la sua modellizzazione spaziale. Il rilevamento pedologico, che in senso classico è mirato ad una rappre-

sentazione cartografica della distribuzione dei suoli nel paesaggio, è alla base di tutti questi. L'offerta di informazione pedologica si è nel tempo assai raffinata, passando dagli studi a piccola scala, di interesse geografico-generale, ma poveri di dati direttamente utilizzabili, propri dei primi tempi della pedologia, a studi di dettaglio più direttamente operativo, pur nella salvaguardia della visione geografica. L'informazione inoltre è sempre più fornita sotto forma numerica, sia nel suo aspetto geografico che in quello semantico, il che consente e sempre più consentirà, una gestione razionale del dato e l'interfacciamento con applicativi che adottino tecniche statistiche e matematiche avanzate.

Figura 2

Evoluzione di una superficie lavorata, dovuta alla pioggia. Dopo le piogge, sono riconoscibili zone sigillate per impatto delle gocce e zone sigillate per deposizione. Non indicate sono zone a situazione presumibilmente intermedia



D'altra parte l'uso sempre più diffuso dei sistemi informativi geografici (GIS) consente di analizzare meglio la distribuzione dei caratteri del suolo nel paesaggio, e l'uso di tecniche di geostatistica accoppiate ai GIS e a modelli digitali del terreno (DTM o DEM) consente di analizzare l'andamento spaziale delle variabili e di esprimere numericamente il grado di omogeneità delle unità cartografiche. Il vantaggio offerto da queste procedure consiste nella possibilità di interfacciamento con modelli matematici così da mantenerne la capacità predittiva, che andrebbe altrimenti perduta se i modelli stessi non venissero correttamente adattati al sistema reale.

2.1. Esempi di interazione tra qualità del suolo e scala di rappresentazione

L'ultimo esempio discusso nel precedente paragrafo può essere ripreso e specificato diversamente. Infatti, il cambiamento delle condizioni di superficie può servire per adattare un algoritmo valido a micro-scala per un suo uso a macro-scala. Per vedere come e capire la complessità del problema occorrerà entrare in qualche dettaglio.

Diversi modelli puntuali di simulazione dei flussi nel suolo, del bilancio idrico o della produttività sono stati ampliati con l'aggiunta di una routine per il calcolo del ruscellamento superficiale così da includere il caso di suoli su superfici in pendenza. Nel caso di alcuni questo è stato fatto utilizzando un semplice modello di stima del deflusso superficiale, quale il SCS-Curve Number Method (SCS-USDA, 1972, d'ora in poi abbreviato come CNM). In realtà questo è un uso non corretto del CNM, che è un modello empirico, tarato con dati di piccoli bacini. Questo fatto comporta che, soprattutto per suoli usati a seminativo, non si tenga conto del progressivo modificarsi delle condizioni di superficie, del formarsi di sigilli e quindi del cambiamento di potenzialità del suolo a produrre deflussi. In pratica il CNM è fondamentalmente insensibile ai cambiamenti di caratteristiche di superficie del suolo, ma dipende solo da caratteri statici del suolo, dallo stato umidità e dall'uso. Questo è coerente con la filosofia alla base del CNM, poiché a scala di bacino, quanto non ruscella in superficie, viene, almeno in parte, recuperato come ruscellamento alla soletta d'aratura o ad altro orizzonte impedente. A scala puntuale però questo non avviene ed occorrerebbe introdurre delle correzioni.

In questo ambito è stato avviato uno studio per controllare il ruolo del primo strato dell'orizzonte lavorato (Ap) nel comportamento idrologico del suolo. Sono stati utilizzati dati raccolti in simulazioni di pioggia

di laboratorio. Il modello di regressione, relativo al parametro detto "numero di curva" (CN), che sintetizza la potenzialità a produrre ruscellamento di un dato bacino, è il seguente (basato su 39 osservati, relativi a tre suoli, in due diverse condizioni: suolo nudo e suolo protetto):

$$\frac{\Delta CN}{CN} = \frac{\dfrac{975}{0.0697 * P + 10} - 28.7 \exp\left(-\dfrac{1.18 \int E dt + 0.0082 \int P_{eff}\, dt}{k}\right)}{\dfrac{975}{0.0697 * P + 10} - 14.4}$$

dove P è la pioggia caduta nelle giornata (il CNM lavora su step giornalieri); E è l'energia di impatto delle gocce sull'orizzonte minerale superficiale per il giorno in esame; P_{eff} è la pioggia che raggiunge il terreno (quindi quanto ritenuto dalla vegetazione va sottratto a P), gli integrali sono intesi su passo giornaliero e sono estesi dal momento in cui vengono caratterizzate le condizioni del suolo e dell'ambiente (cioè dal momento in cui si vogliono studiare gli effetti delle variazioni indotte).

Il suolo gioca un ruolo primario attraverso il parametro k, che rappresenta la stabilità di struttura misurata con un metodo originale messo a punto nei nostri laboratori (Tabella 2).

Tabella 2

Metodo per la determinazione dell'energia di decadimento degli aggregati

Un campione di suolo (inumidito per capillarità) viene inserito in un cilindro insieme ad acqua distillata (30g di suolo in 200 cm^3 di acqua, entro un cilindro equilatero di 10 cm di diametro). Il cilindro viene fatto ruotare a 33 rpm attorno alla sua altezza. Viene così fornita al suolo una energia di circa 4.7 J m^{-2} a rotazione. Dopo una serie di rotazioni il campione viene estratto e se ne determina la distribuzione degli aggregati per setacciatura umida. La relazioni che legano la dimensione degli aggregati (diametro mediano della distribuzione) con l'energia applicata è del tipo seguente:

$$D_{50} = b\, exp\left(-\frac{\int E dt}{k}\right) + a$$

dove $b+a$ è il diametro mediano iniziale, a è invece quello finale a disgregazione completamente avvenuta; $\int E dt$ è l'energia ceduta per unità di superficie durante il trattamento e k è l'energia di decadimento degli aggregati ($0.693k$ è l'energia necessaria per ridurre il diametro mediano da $[b+a]$ a $[0.5b+a]$).

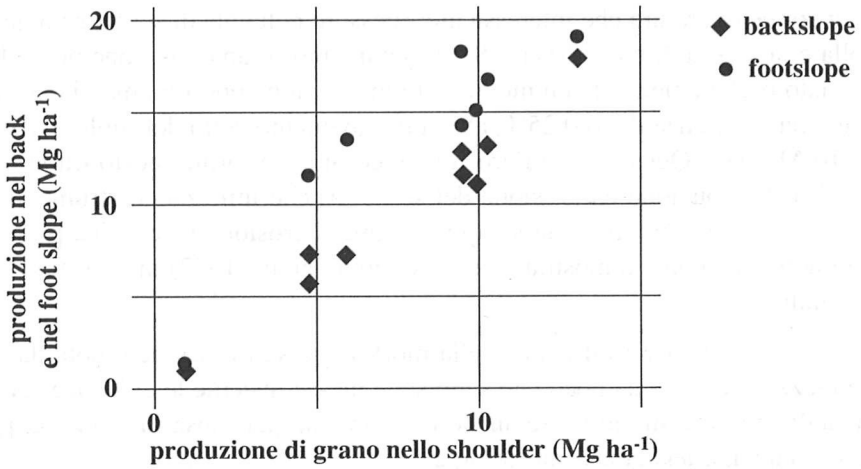
La formula che esprime la variazione di numero di curva in funzione della pioggia caduta, dell'energia della stessa e della stabilità di struttura, indica che, a livello puntuale ci si può attendere una variazione di oltre 20 punti di CN per lo stesso suolo, sempre in condizioni di letto di semina, solo per effetto della risposta del suolo alle sollecitazioni esterne. Si passa, cioè, da una situazione senza ruscellamento, ad una dove non si ha quasi infiltrazione. È quindi evidente come l'effetto di cambiamento di scala (in questo caso da micro a macro) comporti la necessità di un preciso intervento per introdurre le dovute correzioni agli algoritmi.

2.2 La variabilità spaziale e la produttività

Ritornando al tema della variabilità spaziale, è ovvio che una parte di essa dipende dalla distribuzione dei diversi tipi di suolo che ricadono all'interno dell'unità minima che si desidera trattare come tale. Il rilevamento pedologico di dettaglio, unitamente a tecniche che, quali la geostatistica, valutino la struttura spaziale delle variabili, permette di modellizzare nello spazio questa variabilità. Analogamente la situazione morfologica locale, per i suoi effetti sul suolo e conseguentemente sulla produzione, è un'altra fonte di variabilità, strettamente connessa con la prima.

Figura 3

Rapporto fra la produzione di grano misurata su tre diverse posizioni morfologiche, in tre diversi anni, su tre diversi substrati (rielaborato da dati di Kosmas et al. 1993, la classificazione morfologica è secondo Ruhe, 1960)



Nel grafico di Figura 3 (rielaborato da dati di Kosmas et al., 1993) sono confrontate le produzioni misurate in tre diverse situazioni morfologiche su 3 diversi suoli in 3 anni

Dall'esame della figura si può notare come, a prescindere dal tipo di suolo e dall'annata agraria, la posizione sul versante abbia un'influenza evidente sulle produzioni.

Data l'ovvia influenza del fattore morfologia sull'erosione, e dato che con un semplice modello, basato sulla morfologia, si può ottenere una indicazione sul pattern di alternanze tra zone di erosione e di deposizione, sarebbe opportuno utilizzare questi modelli, anche semplici come l'equazione di Zingg (1940), o come quello proposto di recente da Desmet e Govers (1995), dove l'area del bacino sostituisce l'elemento morfologico "lunghezza" del campo.

3. Erosione meccanica

Se utilizzassimo la sola erosione idrica per valutare pattern di variabilità di caratteri del suolo *a priori* incorreremmo spesso in grossi errori soprattutto nei seminativi. Infatti oltre all'erosione idrica vi è un altro, ancor più efficace agente di modellamento dei versanti e causa di variabilità spaziale: l'erosione da lavorazioni o *erosione meccanica* (Govers et al.,1994, 1996). Questo fattore, noto da tempo come causa di ridistribuzione di suolo all'interno di un campo, solo recentemente è stato misurato nei suoi effetti. Ad esempio, Govers et al. (1994) giustificano alcuni esperimenti volti a misurare l'erosione meccanica con la semplice osservazione che una normale operazione di aratura che interessa uno spessore notevole di suolo, rivolge la zolla e la sposta di circa 30 cm. Se il movimento in una direzione non è bilanciato perfettamente da un movimento in direzione opposta, ma vi è anche solo una differenza dello 0.25%, allora il movimento netto del suolo è di circa 10 Mg ha^{-1}. Questo pone l'erosione meccanica al primo posto tra le forme di ridistribuzione ed erosione del suolo. Anche utilizzando strumenti di potenza trascurabile, quali la semplice zappa, l'erosione meccanica può essere notevole, come dimostrato da Turkelboom et al. (1997) in uno studio in Tailandia.

Mentre l'influenza della morfologia sull'erosione è nota da oltre mezzo secolo, è da poco che sono state messe insieme le evidenze sperimentali che dimostrano come anche l'aratura sia una causa di erosione, pure strettamente legata alla morfologia.

Ad esempio, una serie di studi ha dimostrato che la distanza media di spostamento (d) di terreno con un qualsiasi strumento è proporzionale alla pendenza locale:

$$d = a + b \tan \alpha$$

dove *a, b* sono coefficienti empirici ed α è l'angolo di pendenza, positivo per il movimento verso valle, negativo per quello verso monte.

Il flusso netto (Q) è proporzionale allo spessore di suolo arato (D), alla densità dello stesso (δ), ed alla differenza tra la distanza media di movimento a valle e quella a monte (nel caso in cui si lavori in ambo le direzioni sia a rittochino che per traverso):

$$Q = \delta D b \tan \alpha$$

Se si considera che:

$$\tan \alpha = \frac{\partial z}{\partial x}$$

dove z è il rilievo relativo di quel punto della superficie del suolo ed x è la coordinata orizzontale (caso a due dimensioni);

mentre l'equazione di continuità (o conservazione della massa) stabilisce che:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial Q}{\partial x}$$

Allora, posto $k = -\delta d b$ e risolvendo le equazioni insieme, si ottiene che l'erosione meccanica $\frac{\partial h}{\partial t}$ dipende dalla curvatura locale:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = k \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2}$$

In definitiva, mentre l'erosione idrica dipende (in modo non lineare) dalla pendenza, l'erosione meccanica dipende dalla variazione di pendenza. Si ha così erosione nelle convessità, trasporto nei tratti rettilinei di versante e deposizione nelle concavità.

Questo permette di distinguere tra gli effetti dell'erosione idrica e quelli dell'erosione meccanica (Govers et al., 1996). Naturalmente un algoritmo sicuro con cui distribuire l'erosione meccanica è ancora oggetto di ricerca, così come la quantificazione delle varie distanze *d* in funzione dei diversi strumenti utilizzati, delle modalità di utilizzo, dei suoli e delle condizioni del suolo al momento della lavorazione. Una ricerca, in grado di for-

nire una risposta di prima approssimazione, è attualmente finanziata nell'ambito di EU-FAIR3 (al quale gli autori collaborano). Molto resta e resterà da fare nei prossimi anni a livello di ricerca e di applicazione.

Infatti, una volta disponibili modelli in grado di ricostruire, con osservazioni mirate di campagna, la variabilità dei caratteri del suolo (o almeno una parte di essa), allora sarà possibile sia fornire dati più ragionati ai modelli che dovrebbero essere utilizzati dai diretti utilizzatori/gestori dei campi sia variare gli input di fertilizzanti, ecc., in funzione di una credibile stima dei caratteri locali del suolo. A questo proposito è il caso di ricordare che in molte università estere esistono da alcuni anni istituti che si occupano della cosiddetta agricoltura di precisione (*precision farming*). Questi saranno i primi utilizzatori di queste nuove tecnologie di interpretazione dell'informazione pedologica e, successivamente, i rivenditori di tecnologie avanzate alla industrie del settore. In altri termini, ricerca, economia e sviluppo sembrano qui destinate a collaborare nel proporre modelli di gestione compatibili con un uso sostenibile dell'ambiente.

Bibliografia

DESMET P.J.J, GOVERS, G., (1995) GIS-based simulation of erosion and deposition patterns in an agricultural landscape: a comparison of model results with soil map information. Catena, 25, 389-401.

GOVERS G., VANDAELE K., DESMET P., POESEN J., BUNTE K., (1994) The role of tillage in soil redistribution on hillslopes. European Journal of Soil Science, 45, 469-478.

GOVERS G., QUINE T.A., DESMET P.J.J., WALLING, D.E., (1996) The relative contribution of soil tillage and overland flow erosion to soil redistribution on agricultural land. Earth Surface Processes and Landforms, 21, 929-946.

HAWKINS, R.H., (1982). Interpretation of source-area variability in rainfall-runoff relationships, In V.P.Sing (ed) Rainfall-Runoff Relationships.Water Resources Publications, Foret Collins, Colorado, 303-324.

KOSMAS C.S., DANALATOS N.G., MOUSTAKAS N., TSATIRIS B., KALLIANOU CH., YASSOGLOU N., (1993) The impacts of parent material and landscape position on drought and biomass production of wheat under semi-arid conditions. Soil Technology, 6, 337-349.

MORGAN, R.P.C. (1995) Soil Erosion & Conservation. Longman, 2nd edition, 198 p.

RUHE, R.V. (1960) Elements of soil landscape. Trans. Int. Congr. Soil Sci., 7th 4, 165-170.

SCS-USDA (1972) National Engineering Handbook - Section IV: Hydrology.

TORRI, D. (1996) Slope, Aspect and Surface Storage. In Agassi, M. (ed.) Soil Erosion, Conservation and Rehabilitation. Marcel Dekker, N.Y., 77-106.

TURKELBOOM F., POESEN J., OHLER I., VAN KEER K., ONGPRASERT S., VLASSAK K., (1997) Assessment of tillage erosion rates on steep slopes in northern Thailand. Catena, 29, 29-44.

ZINGG A.W., (1940). Degree and lenght of slope as it affects soil loss and runoff. Agric. Eng., 21, 59-64.

La mineralogia del suolo per un ambiente sostenibile

Valter Boero

Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Chimica Agraria
Via Leonardo da Vinci, 44 - 10095 Grugliasco (TO)

La necessità di conciliare esigenze produttive qualitativamente e quantitativamente adeguate alle richieste di mercato con la tutela dell'ambiente ha stimolato, negli ultimi decenni, l'approfondimento della ricerca sui componenti minerali del suolo. Essi infatti rappresentano la parte preponderante del pedoambiente con un ruolo importante nell'interazione tra le fasi presenti o addizionate. Tali interazioni possono determinare, per esempio, condizioni particolari di nucleazione e crescita di nuove fasi inorganiche e organiche, ma anche di inibizione, di solubilizzazione e precipitazione, giungendo anche a coinvolgere alcune componenti biologiche.

Le situazioni naturali sono però così complesse che soltanto dati sperimentali ottenuti in condizioni prossime a quelle del suolo possono essere vantaggiosamente presi in considerazione. Dati precisi sulle proprietà dei minerali del suolo consentono di colmare discrepanze tra osservazioni *in vitro* e osservazioni *in vivo* e quindi di ridurre la fragilità dei modelli basati su dati sperimentali ottenuti in condizioni troppo distanti dal pedoambiente.

Un sintetico richiamo di alcuni parametri legati alla frazione minerale o di specifici componenti minerali può mettere in evidenza la loro forte influenza sulle proprietà del suolo. Così valori di K_{sp} per determinate fasi del suolo possono essere di svariati ordini di grandezza diversi rispetto ai valori riportati in letteratura per sistemi semplici. A titolo di esempio in Tab. 1 sono indicati i prodotti di solubilità di alcuni ossidi e ossidrossidi di Fe presenti nel suolo e le corrispondenti attività degli ioni Fe(III) associabili ad un suolo ben aerato con pH = 7.

Tabella 1

Prodotti di solubilità di ossidi di Fe del suolo (Lindsay, 1988)

Minerale	Log K_{ps}	$[Fe_t]$ (μM/L)
Ferridrite	3.54	$10^{-3.1}$
Maghemite	1.59	$10^{-5.0}$
Lepidocrocite	1.39	$10^{-5.2}$
Ematite	0.09	$10^{-8.8}$
Goethite	-0.02	$10^{-10.9}$

Anche dimensioni delle particelle (Tabella 2) e/o disordine strutturale, così come impurezze chimiche o sostituzioni isomorfe possono modificare notevolmente la solubilità dei minerali del suolo (Figura 1).

Tabella 2

Prodotti di solubilità e attività degli ioni Fe(III) a pH=7 per goethite in funzione delle dimensioni dei cristalli (Schwertmann, 1991)

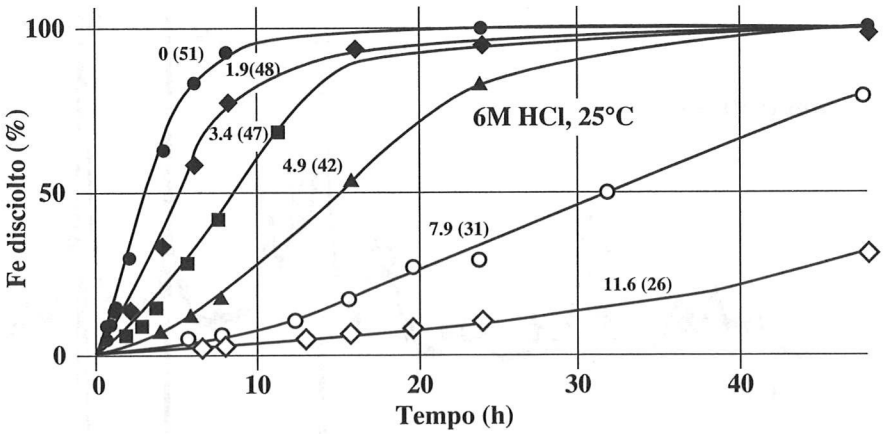
Goethite	Log K_{ps}	$[Fe_t]$ (μM/L)
dimensione cristallo (nm)		
1000	0.0073	$2.8 \cdot 10^{-7}$
100	0.253	$5.6 \cdot 10^{-7}$
10	2.71	$1.4 \cdot 10^{-4}$

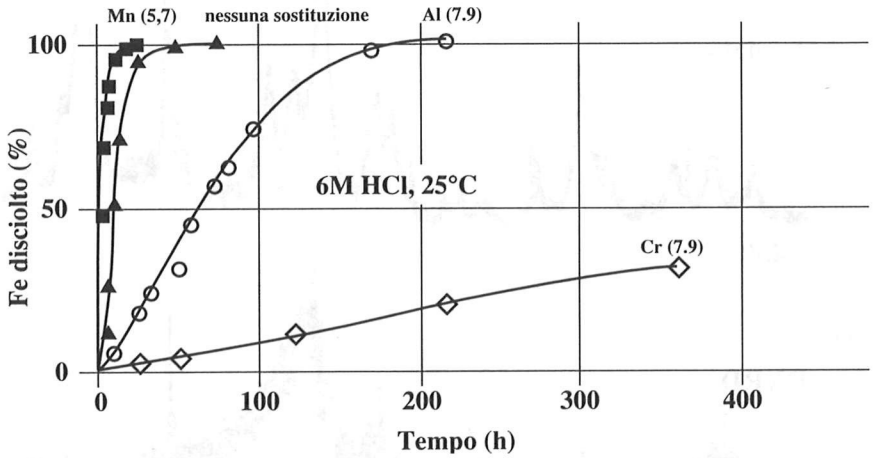
Di qui sorge la necessità di caratterizzazioni chimiche e mineralogiche sempre più approfondite e rigorose, anche in relazione al fatto che le specie mineralogiche presenti nel suolo sono numerosissime e tra queste molte non sono state ancora identificate. Si deve inoltre tenere presente che per molte fasi la caratterizzazione è difficile sia per la bassa concentrazione, sia per il basso ordine strutturale.

I problemi maggiori emergono quando si verificano contemporamente queste due ultime condizioni. In questi casi, i deboli picchi di diffrazione RX generati dalla fase a basso ordine strutturale tendono ad essere "coperti" nel background. Ad esempio in Figura 2 (alto) nella traccia XRD sono visibili i picchi della goethite e del quarzo e non sono identificabili quelli della ferridrite, che risulta essere presente dal diffrattogramma differenziale (DXRD) ottenuto sottraendo dallo spettro del materiale tal quale quello del

Figura 1

Curve di dissoluzione in HCl 6M a 25°C di goethiti sintetiche. Sopra: goethiti con Al sostituzione da 0 a 11.6 mole %; in parentesi sono indicate le aree superficiali specifiche in m2 g-1. Sotto: goethiti sostituite con Mn, Al e Cr; in parentesi il grado di vicarianza in mole % (Schwertmann, 1991)





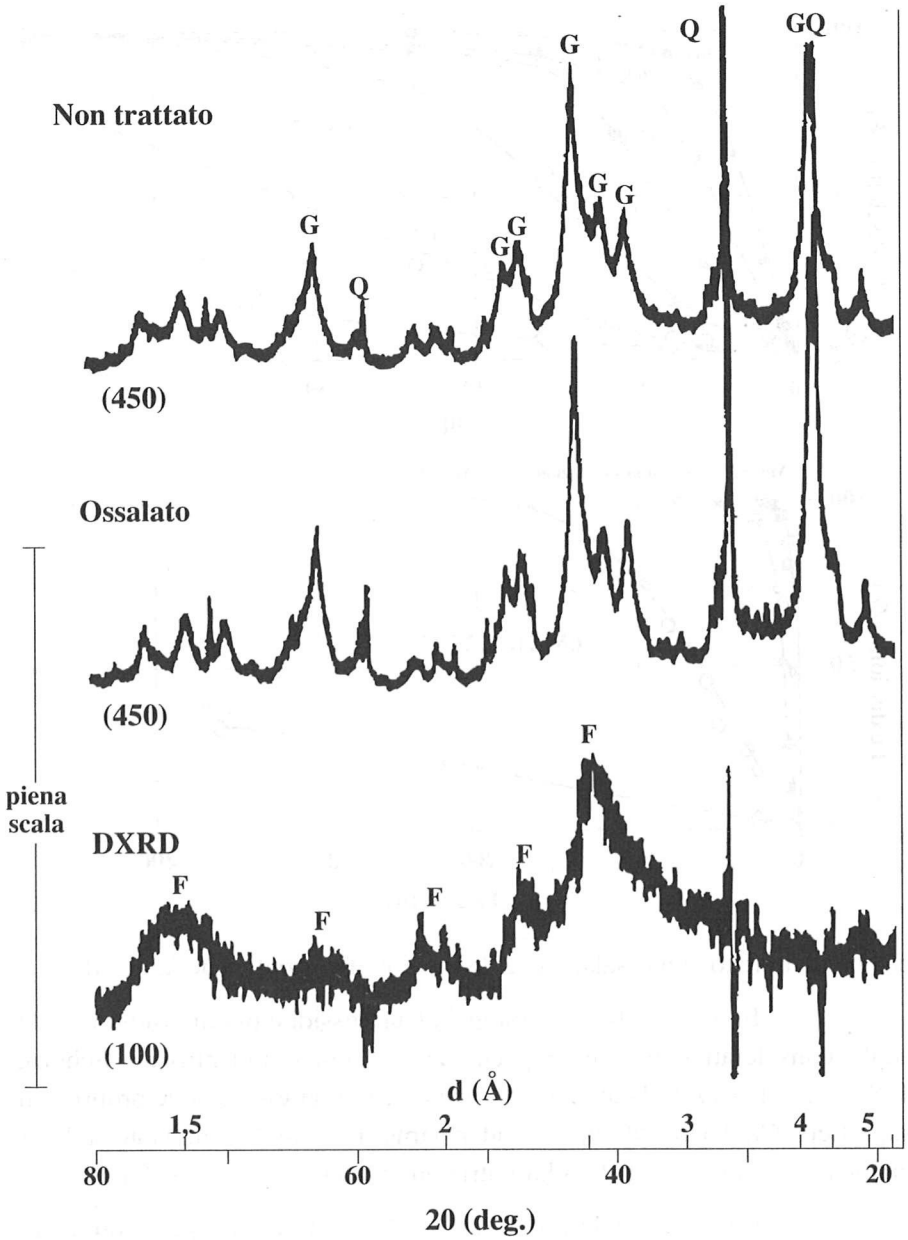
campione trattato con ossalato, che dissolve preferenzialmente la ferridrite.

In base a tali metodologie, alcuni ossidi e ossidrossidi di Fe del suolo, considerati amorfi sino a pochi anni fa, sono ora identificati (Schulze, 1981) e caratterizzati da un punto di vista cristallografico e delle proprietà di superficie. Ciò ha consentito di evidenziarne il ruolo determinante sulla dinamica di anioni essenziali nella nutrizione minerale come i fosfati.

Ne è trascurabile l'effetto catalitico di talune specie mineralo-

Figura 2

Tracce XRD e DXRD di un campione di una banda cromatica ricca in Fe proveniente da un deposito fluvio-glaciale Riss della Germania. G= goethite, Q=quarzo, F=ferridrite (Schulze, 1981)

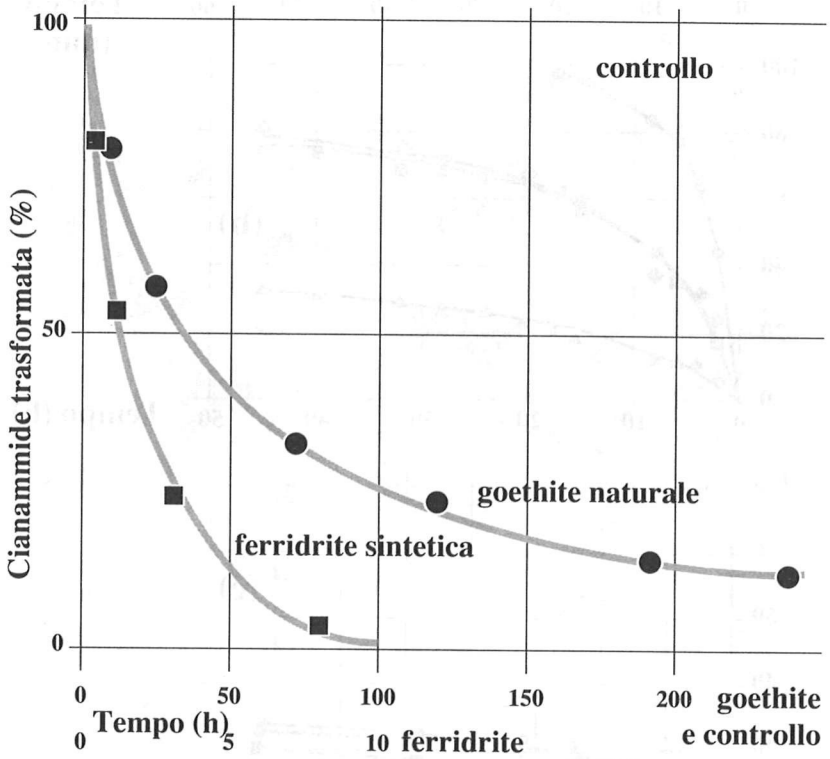


giche su alcune reazioni nella soluzione del suolo, come quelle di ossidazione del Fe(II). Per esempio l'ossidazione del Fe(II) rilasciato nei processi di weathering procede più velocemente in presenza di MnO_2 di quanto possa avvenire in soluzioni pure o in presenza di goethite (McKenzie, 1989)

Ancora, composti organici presenti nel suolo o addizionati possono essere modificati cataliticamente mediante l'impiego di alcuni minerali: un esempio è la trasformazione del fertilizzante cianammide in urea che è particolarmente accelerata in presenza di ferridrite.

Figura 3

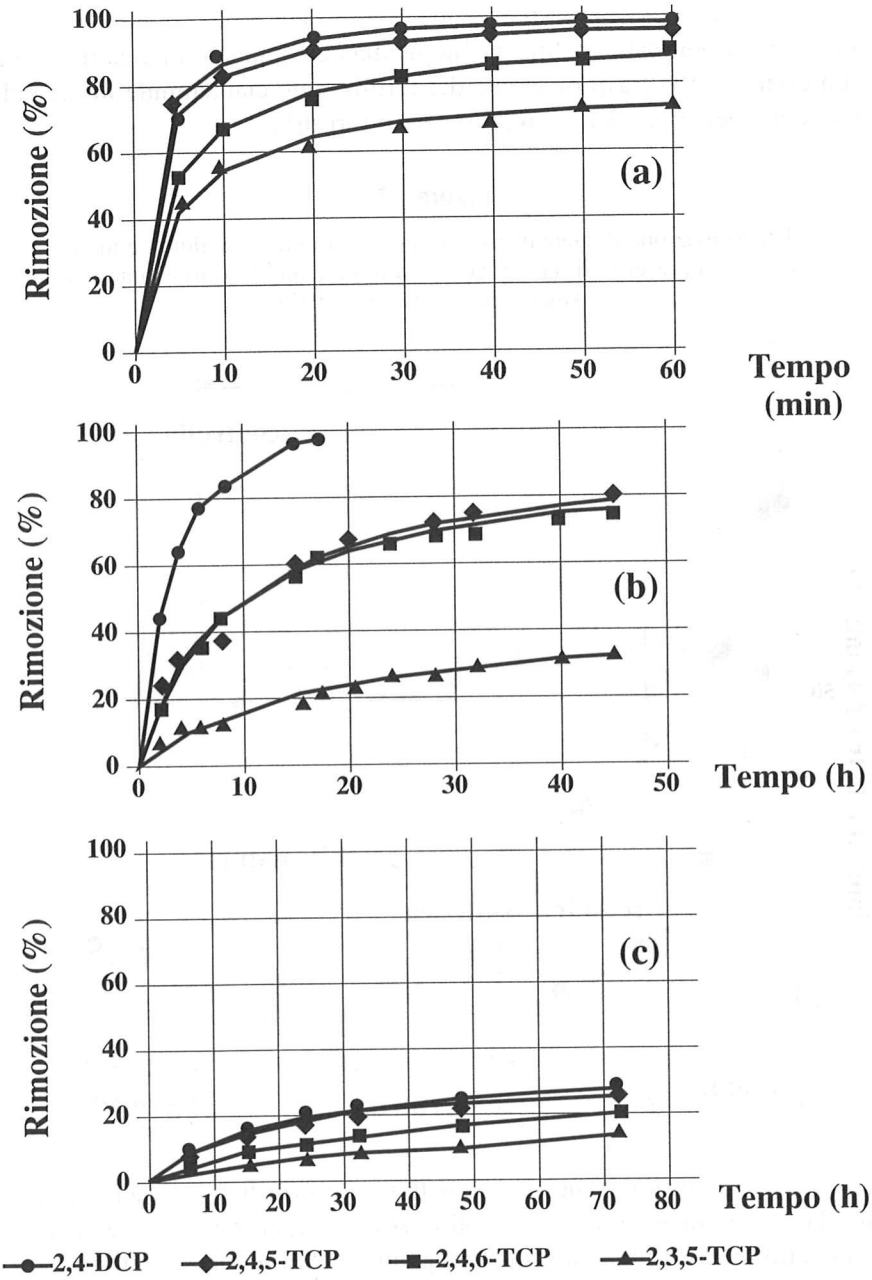
Trasformazione di cianammide in dicianammide, guanilurea e urea a 18°C in presenza di una goethite naturale e una ferridrite sintetica (Amberger & Vilsmeier, 1978)



Pirolusite, birnessite e goethite sono risultati efficaci nel diminuire la concentrazione di clorofenoli in soluzione, anche se non è stata ancora chiarita la loro funzione come reagenti o catalizzatori (Figura 4).

Figura 4

Cinetiche di rimozione di clorofenoli in presenza di
a) birnessite, b) pirolusite, c) ossido di Fe(III) (da Pizzigallo et al., 1995)



Infine, si deve ricordare che alcuni minerali quali le zeoliti, presenti nei suoli di alcune regioni o addizionate, funzionano come una estesissima superficie scambiante sviluppata dalla loro struttura rigida a canali e cavità (Figura 5), che può modificare favorevolmente la dinamica dei macro e micronutritivi del suolo (Figura 6 e Tabella 3)e degli inquinanti contenuti in acque reflue (Tabella 4) e non.

Figura 5

Schema prospettico della struttura di una zeolite naturale (phillipsite): i tetraedri (con al centro Si o Al) sono tra loro legati in modo che gli ioni ossigeno (qui non rappresentati) situati ai loro vertici individuano le pareti di canali e gabbie; al loro interno sono collocate molecole d'acqua (sfere più scure) e cationi scambiabili come Ca^{++}, K^{+} e Na^{+} (sfere più chiare)

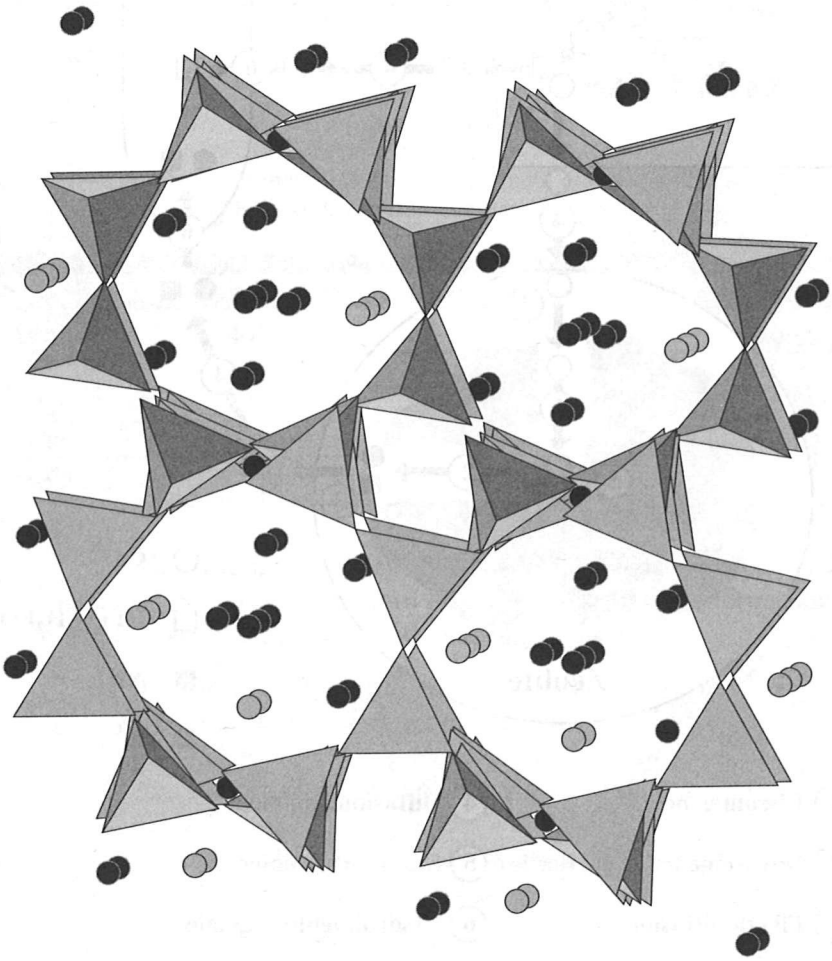


Figura 6

Schema dei trasporti e delle reazioni che controllano il rilascio di nutrienti da sospensioni acquose contenenti zeoliti e fosfati minerali (da Allen et al., 1995)

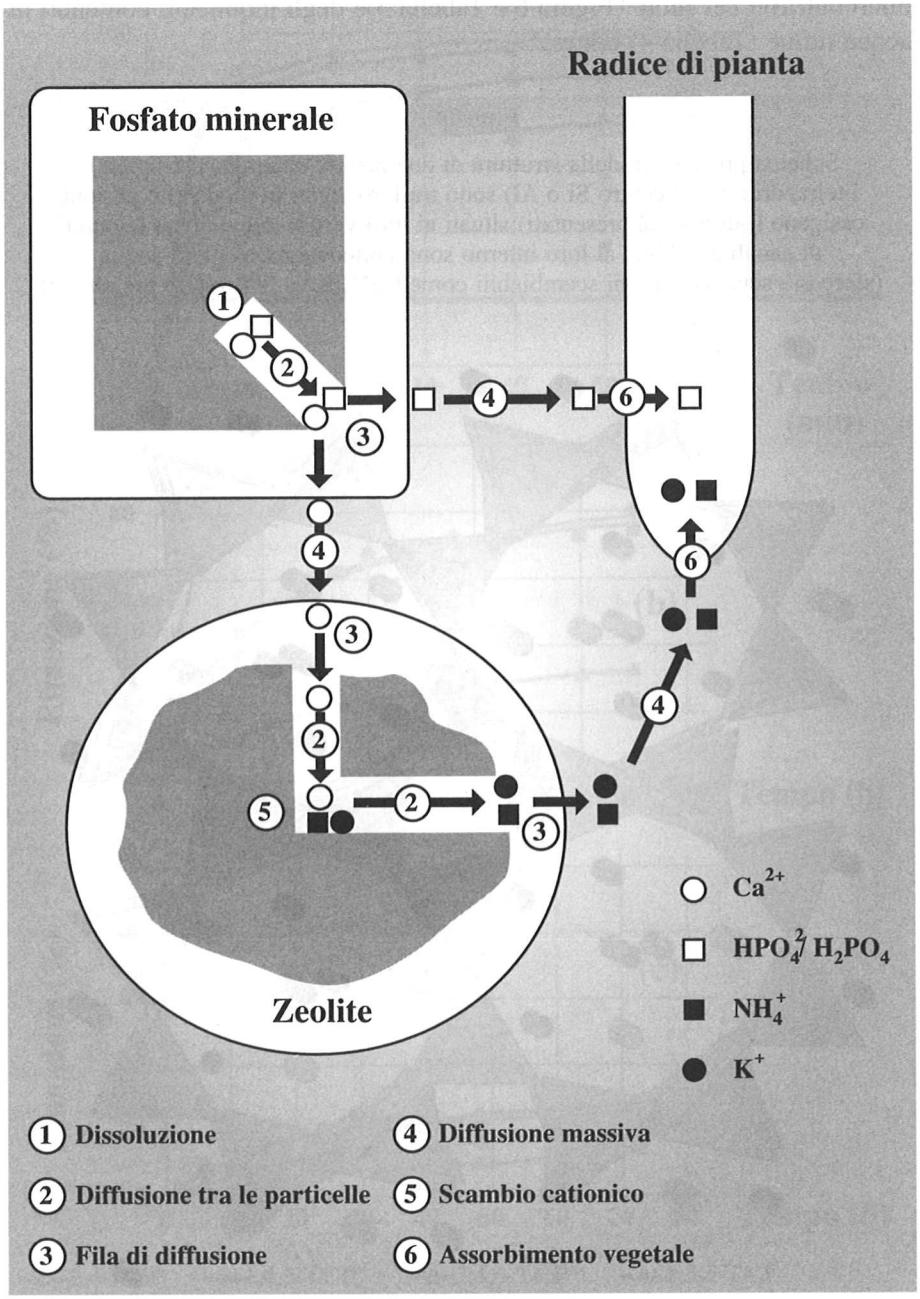


Tabella 3

N nitrico e ammoniacale lisciviati in lisimetri contenenti sabbia oppure sabbia con (10%) di una zeolitite a clinoptilolite (Da Huang & Petrovic, 1994)

Trattamento		N - lisciviato (NO_3^-)		N - lisciviato (NH_4^+)	
addizione di N come $(NH_4)_2SO_4$ (kg ha-1)	tipo di substrato	(mg)	% dell'N addizionato	(mg)	% dell'N addizionato
98	sabbia	20.52	2.8	0.25	0.04
98	sabbia+ZT	18.72	2.5	0.22	0.04
196	sabbia	31.64	2.3	1.90	0.13
196	sabbia +ZT	16.58	1.1	0.10	0.01
293	sabbia	141.84	6.6	11.0	0.52
293	sabbia+ZT	18.27	0.9	0.15	0.01

Tabella 4

Concentrazione di metalli pesanti (ppm) negli eluati di reflui senza e con l'addizione di zeolititi (da Passaglia et al., 1995)

Elemento	refluo di industria ceramica	refluo + zeolitite chabasitica	refluo + zeolitite phillipsitica
Pb	2460	735	186
Zn	846	757	740
Ba	28.3	16.2	0.90
Cu	0.90	0.05	<0.05
Cd	0.64	0.44	0.24

Alcuni minerali del suolo infine sono indicatori specifici della intensità di weathering per cui la loro presenza o assenza dà informazioni sul tipo, durata e condizioni dei processi pedogenetici.

In base agli argomenti sopra riportati e altri ancora reperibili nella più recente letteratura, emerge chiaramente che la mineralogia del suolo può essere considerata da un lato una sorta di memoria dei processi pedogenetici e dell'attività antropica, dall'altro uno strumento essenziale per attuare interventi sostenibili dal punto di vista ambientale ed economicamente vantaggiosi.

Essi hanno come fondamento una ricerca scientifica di base mirata alla conoscenza delle specifiche condizioni di equilibrio o non-equilibrio dei componenti naturali o addizionati al suolo, così da fornire una metodologia scientificamente provata e passibile di essere di volta in volta adattata con successo alla diverse situazioni poste dai mutamenti ambientali.

Bibliografia

ALLEN E.R., MING D.W., HOSSNER L.R. & HENNINGER D.L. (1995) Modeling transport kinetics in clinoptilolite-phosphate rock systems. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:248-255.

HUANG Z.T. & PETROVIC A.M. (1994) Clinoptilolite zeolite influence on nitrate leaching and nitrogen use efficiency in simulated sand based golf greens. J. Environ. Qual. 23:1190-1194.

LINDSAY W.L. (1988) Solubility and redox equiibria of iron compounds in soils. Iron in soils and clay minerals. Eds. J. W. Stuki, B.A. Goodmann and U. Schwertmann. NATO ASI Ser.217, 37-62.

SCHULZE, D.G. (1981) Identification of soil iron oxide minerals by differential x-ray diffraction. Soil Sci. Soc. Am. J., 45:437-440.

SCHWERTMANN U. (1991) Soulbility and dissolution of iron oxides. Plant and Soil, 130:1-25.

MCKENZIE (1989) Manganese oxides and hydroxides. Minerals in soil environments. Eds. J.B. Dixon and S.B. Weed. S.S.S.A.J., Madison, Wisconsin, USA.

PASSAGLIA E., MONTANINI A. & SIMONINI S. (1995) Heavy metals removal from ceramic sludge eluates by Italian zeolitites. Proc. III Convegno Nazionale di Scienza e Tecnologia delle Zeoliti, Cetraro, Italy September 28-29, 1995.

PIZZIGALLO M.D.R., RUGGIERO P., CRECCHIO C. & MININNI R. (1995) Manganese and iron oxides as reactants for oxidation of chlorophenols. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:444-452.

Attività della Commissione I (Fisica del Suolo)

Marcello Pagliai

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, MiPA
Piazza M. d'Azeglio, 30 - 50121 Firenze

Come è noto la Commissione I, sin dal passato triennio, ha ritenuto prioritario un programma di lavoro dedicato alla problematica dei metodi per le analisi fisiche del terreno. Dopo una lunga serie di contatti e scambi di opinioni tale lavoro iniziò concretamente con una riunione, tenutasi nel 1993 a Bologna presso l'Istituto di Agronomia, nella quale, dopo aver ribadito la necessità e la disponibilità per l'attuazione di una sorta di "manuale" dei metodi per le analisi fisiche del terreno, furono discussi i vari argomenti oggetto del lavoro cercando di abbracciare il più possibile tutti i parametri inerenti le proprietà fisiche del suolo. Per garantire al meglio la trattazione dei metodi relativi a ciascun argomento fu deciso di avvalersi della collaborazione, per una tradizione consolidata, di specialisti interni ed esterni alla Società.

Tale manuale è stato stampato a cura della Casa Editrice Franco Angeli e si riporta qui di seguito gli argomenti in esso contenuti e i relativi autori:

I. Campionamento (*A. Castrignanò*)

II. Massa volumica del suolo (*E. Busoni*)
1. Massa volumica apparente
2. Massa volumica reale

III. Granulometria (*A. Patruno, L. Cavazza, A. Castrignanò*)

IV. Porosità e distribuzione dimensionale dei pori (*M. Pagliai, A. Patruno*)
1. Porosità
2. Distribuzione dimensionale dei pori e loro caratteristiche geometriche

V. Stabilità e distribuzione dimensionale degli aggregati (*M. Pagliai, D. Torri, A.Patruno*)

VI. Proprietà meccaniche del suolo (*A. Guarnieri, A. Fabbri P. Liberati*)
1. Limiti di Atterberg
2. Resistenza alla penetrazione
3. Resistenza al taglio
4. Trafficabilità del suolo
5. Lavorabilità del suolo

VII. Erodibilità del suolo (*D. Torri, J. Poesen*)

VIII. Proprietà idrologiche del suolo
1. Contenuto d'acqua del suolo (*A. Santini)*
2. Potenziale dell'acqua nel suolo (*A. Santini*)
3. Ritenzione idrica (*E. Busoni, G. Mecella*)
4. Conducibilità idraulica del suolo saturo (*P. Rossi Pisa*)
5. Conducibilità idraulica del suolo non saturo (*A. Santini*)
6. Velocità di infiltrazione (*L. Cavazza, D. Torri*)
7. Capacità idrica di campo (*L. Cavazza*)
8. Acqua disponibile e acqua facilmente utilizzabile (*L. Cavazza*)
9. Misura del livello della falda (*P. Rossi Pisa*)

IX. Proprietà termiche del suolo (*G. Zerbi, P. Ceccon*)
1. Temperatura
2. Calore specifico
3. Conduttività e diffusività termica
4. Flusso di calore nel suolo

X. Mobilità dei soluti (*A. Patruno, L. Cavazza, G. Ciollaro*)

XI. Diffusività dei gas e permeabilità all'aria (*E. Busoni*)
1. Diffusione dell'ossigeno nel suolo
2. Permeabilità all'aria

Il manuale è diretto a tutti i laboratori di ricerca e di analisi sia pubblici sia privati ove si vanno sempre più diffondendo, a fianco delle analisi chimiche del suolo, anche le analisi fisiche. Nella visione di un'agricoltura compatibile con la protezione delle risorse ambientali, fra cui in primo luogo il suolo, è necessario quantificare quei parametri che ne determinano la qualità e quindi anche il suo possibile deterioramento, proprio nell'ottica

di una gestione territoriale capace di prevenire la degradazione ambientale. Inoltre, determinate attività quali, ad esempio, l'utilizzazione agronomica di biomasse di rifiuto e di scarto di vario genere necessitano della completa conoscenza dell'ambiente pedologico in cui si opera e quindi devono essere regolamentate anche in base ai parametri fisici del suolo (tessitura, conducibilità idraulica, velocità di infiltrazione, ecc.).

Si è scelta la veste editoriale a schede per una maggiore facilità di aggiornamento dei vari metodi. Ciò è molto importante considerando la rapida evoluzione delle tecnologie sia elettroniche sia informatiche, che può consentire non solo il miglioramento di alcuni dei metodi qui trattati ma anche la messa a punto di nuovi. Ad esempio, lo sviluppo e la notevole diffusione dei "software" per l'analisi di immagine può consentire l'ampliamento della scala di indagine della porosità del suolo, includendo la determinazione quantitativa delle crepacciature in campo. Aspetto questo molto importante perché, come è noto il "sistema di crepe", oltre a determinare l'autostrutturazione del suolo, regola i movimenti dell'acqua. La difficoltà di determinare l'infiltrazione attraverso le crepacciature limita molto, ad esempio, la validità e soprattutto l'estensibilità dei numerosi modelli per la previsione quantitativa dei fenomeni erosivi.

L'aggiornamento dei metodi costituirà proprio il programma di lavoro nell'immediato futuro della Commissione I. Tale lavoro procederà di concerto con i lavori della Sottocommissione 5 dell'ISO TC 190 (Soil Physics - metodi di analisi fisica del suolo) con l'obiettivo dell'ufficializzazione del maggior numero possibile di detti metodi. Fra quelli presentati nel manuale in oggetto, otto sono già stati selezionati, quali metodi ufficiali, per la loro pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e precisamente: la massa volumica apparente (metodo del carotaggio e il metodo dell'escavazione); la ritenzione idrica (metodo della cassetta tensiometrica e il metodo delle piastre porose); il contenuto d'acqua nel suolo (metodo termogravimetrico); la conducibilità idraulica in suolo saturo (metodo del permeametro a carico costante e a carico variabile) e la misura del livello di falda (metodo dei piezometri e freatimetri). Di prossima ufficializzazione potrebbe essere il metodo della misura del contenuto d'acqua mediante TDR, vista l'affidabilità raggiunta dagli attuali strumenti, ma anche i metodi per le misure del potenziale dell'acqua e per la determinazione della stabilità degli aggregati sono allo studio per la loro possibile ufficializzazione.

In tale attività è prevista anche l'organizzazione di un convegno o giornate di studio, non solo per la presentazione del manuale, ma proprio per discutere le maggiori problematiche dell'evoluzione di questi metodi di analisi fisica del suolo.

Attività della Commissione II (Chimica del Suolo)

Antonio Violante

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"
Via Università, 100 - 80085 Portici (NA)

La II Commissione della Società Italiana di Scienza del Suolo ha iniziato lavoro di aggiornamento di metodi di analisi di chimica del suolo e si è resa promotrice dell'attivazione del gruppo di lavoro NAMOX.

La II Commissione della Società Italiana di Scienza del Suolo ha iniziato di recente lavoro di revisione e di aggiornamento dei metodi ufficiali di analisi di chimica del suolo e delle acque, al fine di standardizzare metodi analitici validi ed ampiamente utilizzati in campo internazionale. Nel 1976 é stato pubblicato dalla Società Italiana di Scienza del Suolo un primo volume sui metodi chimici per l'analisi del suolo, curato dalla II Commissione presieduta dal prof. Tomaso Eschena. Più tardi, nel 1985, i proff. Enza Arduino e Linda Goldberg Federico, hanno pubblicato (Edagricole), con la collaborazione di numerosi colleghi, un aggiornamento degli stessi metodi. Tale revisione appare quindi necessaria considerando che negli ultimi anni vi sono stati notevoli progressi nel settore della chimica del suolo e che molte apparecchiature, una volta utilizzate prevalentemente nella ricerca di base, sono oggi ampiamente adoperate nella maggior parte dei laboratori di analisi.

I metodi applicabili all'analisi chimica dei suoli sono numerosi e diversi. Un gruppo di lavoro opportunamente costituito, valuterà tutte le proposte di scelta, di modifica e di aggiornamento dei metodi analitici giudicati più appropriati. Per alcune determinazioni di macro o micro nutrienti saranno proposte anche più metodiche analitiche.

Si spera di poter pubblicare in tempi brevi un manuale a schede di metodiche analitiche di facile consultazione. Tale veste tipografica consente infatti di poter sostituire di volta in volta quelle schede che riportano metodiche analitiche che necessitano di essere aggiornate.

I Presidenti delle Commissioni II, III, IV e VII si sono riuniti il 25/2/1997 presso l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante per discutere sulla possibilità di istituire un gruppo di lavoro sull' interazione tra i componenti organici ed inorganici del suolo, nutrienti, biomolecole, microorganismi e sostanze xenobiotiche.

I Presidenti delle sopra citate Commissioni, avendo avuto in precedenza il pieno assenso da parte di tutti i componenti di ciascuna Commissione, hanno sollecitato il Consiglio Direttivo ad istituire il gruppo di lavoro NAMOX (Nutrienti-Argille-Microorganismi-Sostanza Organica-Xenobiotici). L' attivazione di tale gruppo di lavoro consentirà di promuovere ricerche interdisciplinari di enorme interesse scientifico e di facilitare la collaborazione fra le sezioni delle sopracitate Società in momenti di incontro quali workshops, giornate di studio ed organizzazione di pubblicazioni su tematiche di comune interesse.

I soci della II Sezione "Chimica del Suolo" hanno attivamente partecipato al Convegno Nazionale della SISS che si è tenuta a Roma dal 2 al 5 giugno 1997. Molti dei lavori presentati al Convegno riguardavano tematiche di chimica del suolo.

È stata presentata una relazione generale sul ruolo della chimica del suolo per un ambiente sostenibile. Sono state discusse le tematiche e le ricerche che dovranno essere svolte dai chimici del suolo nei prossimi anni per la salvaguardia dell'ambiente suolo.

La Commissione di Chimica del Suolo si renderà promotrice in futuro di Convegni, workshops o giornate di studio su importanti tematiche di ricerca al fine di facilitare collaborazioni scientifiche tra i soci della Sezione II e di altre Sezioni della Società.

Attività della Commissione III (Biologia del Suolo)

Liliana Gianfreda

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"
Via Università, 100 - 80085 Portici (NA)

La nuova Commissione Biologia del Suolo, eletta nelle recenti elezioni delle cariche sociali della Società Italiana di Scienza del Suolo, è composta dai Colleghi Brunello Ceccanti, Stefano Greco, Grazia Masciandaro, Flavia Pinzari, ed è presieduta dalla sottoscritta.

Dagli elenchi a mia disposizione risulta che a tale Sezione aderiscono più di 60 soci della Società, pari a circa il 30 % del totale di iscritti. Anche se tale percentuale non è elevatissima, essa è comunque di una certa entità ad indicare l'interesse di molti studiosi della Scienza del Suolo per le tematiche che rientrano nell'ambito della Biologia del Suolo.

Definire tuttavia i limiti e i confini della Biologia del Suolo non è cosa semplice. Come anche sottolineato nella relazione, concordata con gli altri componenti della Commissione e da me tenuta nell'ambito dell'ultimo Convegno Nazionale della Società (Roma, 2-5 Giugno, 1997), le funzioni delle componenti biologiche del suolo sono molteplici. Le attività biochimiche e microbiologiche del suolo influenzano in modo significativo il flusso dei nutrienti. Esse possono condizionare il destino delle sostanze xenobiotiche presenti nel suolo, contribuendo così a conservare i giusti equilibri tra la produzione agricola e la qualità dell'ambiente. Esse inoltre presentano delle prospettive di utilizzo estremamente interessanti soprattutto per la capacità di costituire degli utili indicatori dello "stato di salute" del suolo e di agire come potenziali agenti per il controllo dell'inquinamento e per il recupero e ripristino di sistemi inquinati. Tuttavia tali tematiche, pure se proprie della Biologia del Suolo, sono sicuramente di interesse anche per quegli studiosi che si dedicano a studi di Fertilità del Suolo o di Chimica del Suolo, di pertinenza quindi più propriamente della IV e II Sezione della Società. Infatti, la conoscenza e l'interpretazione di meccanismi biochimici e microbiologi-

ci, la risposta di agenti biologici alla presenza di inquinanti, o ancora l'utilizzazione di risorse biologiche per incrementare la fertilità di un suolo sono ad esempio tutti argomenti di interesse trasversale alle tre Commissioni.

Sulla base di tali premesse la Commissione di Biologia del Suolo ha deciso di articolare la sua attività, volta soprattutto ad incrementare l'interesse degli studiosi di Scienza del Suolo per la Biologia del Suolo, e a promuovere delle iniziative quanto più possibile di carattere interdisciplinare che coinvolgessero anche aderenti alle altre Sezioni.

La molteplicità degli interessi scientifici degli studiosi aderenti alla Sezione Biologia del Suolo è dimostrata dai contributi presentati da vari colleghi al Convegno Nazionale della Società prima ricordato. Le tematiche oggetto dei suddetti contributi hanno riguardato argomenti molto vari, tutti di notevole interesse scientifico, e hanno spaziato dalla risposta dei sistemi biologici ad interventi antropici all'utilizzo di questi ultimi in processi di disinquinamento del suolo.

Una delle iniziative nella quale la Commissione è fortemente impegnata è quella della preparazione e la stesura di un manuale di Metodi Ufficiali di Microbiologia e Biochimica del Suolo. Tale lavoro, che si sta conducendo di concerto con la IV Commissione, è stato ereditato dai componenti delle precedenti Commissioni, che ne avevano curato la preparazione.

La presenza di un Manuale di Metodi ufficiali nel campo biochimico e microbiologico è una esigenza sentita da tutti gli studiosi che operano nel settore, in quanto una delle maggiori difficoltà che si incontrano nello studio degli agenti biologici del suolo è proprio la mancanza di metodi di analisi standardizzati, che consentano una valutazione quanto più generale dei dati ottenuti. Esiste inoltre la necessità di poter confrontare i dati ottenuti nei diversi laboratori per poter trarre delle conclusioni di carattere generale e ampiamente applicabili. Ciò al momento è tuttavia estremamente difficile, proprio per l'assenza di metodiche standardizzate di uso comune.

Allo stato attuale un grosso lavoro è stato già fatto e l'impegno della III Commissione, insieme alla IV Commissione, consiste nella revisione capillare dei Metodi già proposti, nell'aggiornamento di questi ultimi e nell'adattamento di alcuni di essi alle richieste e ai fabbisogni della normativa della Comunità Europea. Tale Manuale insieme con quello di Metodi chimici, attualmente in revisione, e di Fisica del Suolo, in via di pubblicazione, costituirà uno strumento indispensabile e un punto di riferimento sperimentale ed analitico per tutti gli operatori del settore.

Insieme alle Commissioni II, IV e VII, la III Commissione si è fatta promotrice della istituzione del gruppo di lavoro NAMOX (Nutrienti-Argille-Microrganismi-Sostanza Organica-Xenobiotici), le cui principali finalità sono quelle di promuovere ricerche interdisciplinari sulle interazioni tra i componenti organici ed inorganici del suolo, nutrienti, biomolecole, microrganismi e sostanze xenobiotiche, incontri e workshops dedicati, e organizzare pubblicazioni su tematiche specifiche.

Tra le attività future che la Commissione si augura di portare avanti, rientra quella di organizzare vari Workshops e giornate di studio su argomenti di interesse attuale. Tra i progetti da realizzare a breve termine c'è quello di organizzare un Workshop su tematiche attinenti la Bioremediation.

Inoltre, ci si prefigge di organizzare degli incontri da dedicare alla individuazione di tematiche di ricerca e all'organizzazione di gruppi di ricerca da poter proporre nell'ambito del V Programma Quadro della Comunità Europea. Ambedue queste prossime iniziative dovrebbero coinvolgere anche i componenti di altre Commissioni, data la interdisciplinarità degli obiettivi.

Un'altra iniziativa che la Commissione vorrebbe intraprendere, che però richiede la partecipazione e l'impegno di molti soci, potrebbe essere quella di istituire una Banca SUOLI, dove poter far riferimento e reperire campioni di suoli ben identificati e caratterizzati , diversi per caratteristiche e proprietà,.

È inoltre cura della sottoscritta cercare di tenere aggiornati tutti gli aderenti alla Sezione sulle iniziative della Commissione e sulle novità più importanti riguardanti la Società e scaturenti dai lavori del Consiglio Direttivo.

Attività della Commissione IV (Fertilità del Suolo e Nutrizione delle Piante)

Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

È stato affidato dal Direttivo della SISS mandato alla III e IV Commissione di completare i lavori di stesura del Manuale di Microbiologia e Biochimica del Suolo. Le bozze del volume, già predisposte nel passato, sono state esaminate criticamente al fine di uniformarlo agli altri manuali (chimica e fisica). Attualmente il lavoro di revisione è stato ultimato e le bozze sono state inviate nuovamente agli autori, pertanto nel corso del 1997 si dovrebbe disporre della stesura definitiva del testo.

Verrà organizzata, sempre entro la fine dell'anno una giornata di dibattito sull'importanza della microbiologia e della biochimica per la fertilità del suolo nella quale approfondire anche gli aspetti legati alla standardizzazione dei metodi di analisi.

La Commissione IV intraprenderà altresì un lavoro volto alla individuazione di metodi analitici in grado di determinare la quota di elemento nutritivo (N, P, K,) assimilabile per una data cultura da poter successivamente raccogliere in un unico manuale. È noto infatti che alcuni metodi forniscono valori di assimilabile altamente correlate alle asportazioni per alcune colture e non per altre. Si invitano pertanto tutti i soci a segnalare metodi da loro individuati e tarati agronomicamente. L'attività potrebbe altresì essere ampliata alla revisione dei metodi di analisi per i fertilizzanti con la stesura di un manuale specifico dotato di commenti e suggerimenti pratici.

Altro punto su cui la Commissione si impegnerà nel prossimo triennio sarà quello di intensificare i collegamenti tra studiosi del suolo e quelli della pianta con l'obiettivo di promuovere iniziative mirate alla comprensione delle relazioni suolo-pianta.

Al tal fine verrà organizzata una tavola rotonda auspicando una massiccia partecipazione anche di biochimici e fisiologi vegetali attualmente poco rappresentati nella Società.

Inoltre la Commissione parteciperà alle iniziative del gruppo NAMOX (acronismo di Nutrienti, Argille, Microrganismi, Sostanza Organica e Xenobiotici) coordinato dal Prof. A. Violante.

La Commissione ha preso contatto con il Prof. Pedro Alvares Sanchez, Presidente della IV Commissione della ISSS, il quale ha preannunciato una visita a Roma per il marzo 1998 nella quale terrà un seminario presso l'I.S.N.P. sui temi specifici della Commissione.

Data la trasversalità della Commissione IV, verranno intraprese iniziative volte al potenziamento dei contatti tra le diverse Commissioni. Verranno organizzate una serie di giornate di approfondimento sul ruolo della

1) FISICA
2) CHIMICA,
3) BIOLOGIA,
4) CARTOGRAFIA,
5) TECNOLOGIA,
6) MINERALOGIA

nella nutrizione delle piante e nella fertilità del suolo

con l'obiettivo di individuare possibili gruppi di lavoro su argomenti di comune interesse.

Infine poiché nel 1998 si terrà il Simposio dell'ISSS la Commissione individuerà un rappresentante che segua i lavori del Convegno e successivamente ne diffonda i contenuti ai colleghi italiani tramite una breve nota sul bollettino.

Si invitano comunque tutti i soci della SISS, ed in particolare gli iscritti alla IV Commissione, a rappresentare alla Presidenza istanze particolari e, suggerimenti per potenziarne l'attività.

Attività della Commissione VII (Mineralogia del Suolo)

Valter Boero

Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Chimica Agraria
Via Leonardo da Vinci, 44 - 10095 Grugliasco (TO)

La Commissione VII ha impegnato alcune risorse cooperando alla organizzazione tecnica e scientifica del Convegno annuale SISS, previsto a giugno del 1999. I colleghi di Torino hanno infatti candidato Cogne (Valle d'Aosta) quale sede del Convegno, anche perché in tale occasione intendono realizzare una escursione sui suoli della Valle che, per le peculiari caratteristiche connesse ai fattori climatici e litologici offre notevoli motivi di interesse scientifico e naturalistico. Nell'ambito del Convegno sarà dato spazio ad un workshop sulle interazioni tra fasi minerali del suolo e le altre componenti del suolo. In tale circostanza potrebbero essere presentati alcuni dei risultati delle attività scientifiche dei Gruppi di lavoro che recentemente sono stati costituiti nell'ambito della SISS. Il prof. A. Violante che coordina il Gruppo di lavoro NAMOX (nutrienti, argille, microrganismi, sostanza organica, xenobiotici) mi ha confermato il suo interesse.

I colleghi delle sedi di Napoli e Torino hanno iniziato la raccolta della documentazione relativa ai metodi più comunemente impiegati nei laboratori di scienza del suolo per caratterizzare i minerali del suolo. L'obbiettivo primo che si sono posti è quello di disporre di schede informative sulle diverse metodologie disponibili. È gradita la collaborazione di tutti i soci che aderiscono alla VII Commissione, ma anche di tutti gli studiosi che, pur appartenendo ad altri settori scientifici, attingono ampiamente alla mineralogia del suolo ponendo in atto una effettiva e concreta interdisciplinarietà scientifica. A questo riguardo nel recente Convegno di Roma (2-5/6/97) ho notato, con piacere, che la mineralogia del suolo ha avuto un ruolo importante in moltissimi lavori anche se allocati ad altre Commissioni e mi auguro che nel futuro questa presenza della mineralogia del suolo sia sempre meglio evidenziata. In qualità di presidente della

Commissione VII è nelle mie intenzioni coinvolgere un maggior numero di mineralogisti, cristallochimici e/o cristallografi per tenere elevato ed aggiornato il livello della ricerca in questo settore. Non sarà compito facile perché pur con le più ampie disponibilità teoriche per molti colleghi il suolo rimane "such dirty stuff".

Qualche numero utile per il contatto: 011-6708510

boero@valnet.it

La Sottocommissione Suoli Salini

Giovanni Fierotti

Istituto di Agronomia, Università di Palermo
Viale delle Scienze - 90128 Palermo

Tra i fattori che maggiormente contribuiscono alla degradazione dei suoli, la salinità, sia di origine naturale che indotta, riveste un ruolo determinante.

La salinizzazione indotta dall'uomo è antica quanto l'irrigazione. Secondo molti studiosi è stata l'utilizzazione di acque con carico salino più o meno elevato che ha contribuito alla desertificazione, in tutto il mondo, di ampie superfici, per cui oggi si stima che circa 80 milioni di ettari siano affetti da problemi di salinità, in misura più o meno accentuata.

Fra le differenti forme di salinità, acquistano maggiore rilievo il processo della salinizzazione, che comporta l'accumulo di sali solubili lungo il profilo del suolo, e il processo della alcalizzazione o sodicizzazione, attraverso cui si ha la sostituzione parziale nel complesso di scambio cationico, degli ioni calcio con ioni sodio. Tra le forme di salinità, questa senz'altro è la più grave per i riflessi negativi che ha sulla struttura del suolo.

In Italia il problema della salinizzazione è diventato più acuto in questi ultimi decenni quando sono state destinate all'irrigazione acque più o meno saline.

In realtà non si è in possesso di dati certi sull'entità e sulla distribuzione geografica dei due processi, anche se sembra che il più diffuso sia quello dovuto all'accumulo di sali solubili lungo il profilo e, in modo particolare, nella zona radicale delle piante.

L'impressione corrente è anche che il fenomeno sia in rapida espansione in alcune regioni italiane, con particolare riguardo a quelle meridionali e insulari.

In queste condizioni si renderebbe necessario mettere in atto un progetto che preveda lo studio di questi suoli, e la loro diffusione territoriale.

Tale studio, corredato da un Atlante dei suoli salini e potenzialmente soggetti a salinità, risulterebbe assai vantaggioso in particolare se accompagnato da un'indagine approfondita sulla qualità delle acque destinate all'irrigazione comprese quelle reflue urbane.

Con l'approvazione del Consiglio Direttivo e dell'assemblea dei soci, la Società Italiana della Scienza del Suolo, sulla falsariga di quanto già attuato dalla Società Internazionale, ha accolto la richiesta di costituzione di una Sottocommissione sui "Suoli salini", su proposta dei soci G. Fierotti, P. Sequi, A. Aru, P. Violante, C. Dazzi, G. Mecella, S. Monteleone.

Il Gruppo di lavoro NAMOX

Antonio Violante
Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"
Via Università, 100 - 80085 Portici (NA)

L'attivazione del gruppo di lavoro NAMOX (Nutrienti-Argille-Microorganismi-Sostanza Organica-Xenobiotici) é stata sollecitata dai Presidenti e da tutti i componenti delle Commissioni II, III, IV, e VII al fine di promuovere ricerche interdisciplinari di enorme interesse scientifico sull'interazione tra componenti organici ed inorganici del suolo, nutrienti, biomolecole, microrganismi e sostanze xenobiotiche e di facilitare collaborazioni scientifiche tra chimici, mineralogisti, biochimici, microbiologi del suolo e fra ricercatori interessati a problematiche ambientali.

Negli ultimi decenni la produzione scientifica di chimica, mineralogia, biochimica, biologia, enzimologia e microbiologia del suolo, di chimica delle sostanze umiche e di chimica-fisica delle superfici dei colloidi del suolo è stata impressionante. Tuttavia l'impiego di moderne tecniche chimico-fisiche e di metodi avanzati per la caratterizzazione di componenti organici ed inorganici del suolo ha spesso portato a studiare in modo troppo settoriale le proprietà, la chimica, la reattività o l'attività di singoli componenti, che, intimamente collegati l'un l'altro nei suoli, sono spesso separabili solo utilizzando particolari metodologie di estrazione e purificazione.

Recentemente è stata avvertita la necessità di approfonditi studi interdisciplinari su importanti tematiche, quali, ad esempio, le interazioni tra minerali argillosi, sostanze organiche, biomolecole, pesticidi e/o microrganismi, che coinvolgono molteplici competenze scientifiche. Infatti, pur essendo ben noto che nei suoli l'intima associazione di questi componenti crea complessi con proprietà chimiche, chimico-fisiche e di superficie e con attività biologiche peculiari, rare sono nella letteratura della Scienza del Suolo e delle Scienze Ambientali le ricerche su complessi organo-minerali biologicamente attivi.

La Soil Science Society of America ha recentemente organizzato simposi e convegni internazionali co-sponsorizzati dalle Divisioni S-2, Soil Chemistry, S-3, Soil Biochemistry and Microbiology, e S-9, Soil Mineralogy (WORKING GROUP MO), al fine di cercare di integrare le conoscenze, spesso molto avanzate ma troppo specialistiche e settoriali su varie tematiche riguardanti il suolo e altri ambienti naturali. Numerosa è stata la partecipazione di ricercatori italiani ai Convegni del Working Group MO di Edmonton (Canada) del 1992 e di Nancy (Francia) del 1996. Nel prossimo Congresso Internazionale di Scienza del Suolo che si terrà a Montpellier (Francia) nell'agosto del 1998, il Working Group MO ha organizzato un Workshop, che vedrà l'attiva partecipazione di studiosi italiani.

Il gruppo di lavoro NAMOX terrà stretti rapporti di collaborazione scientifica con il Working Group MO.

L'attivazione del gruppo di lavoro NAMOX permetterà di rafforzare la collaborazione fra le Sezioni II, III, IV e VII della S.I.S.S. in momenti di incontro quali workshops e giornate di studio a cui saranno invitati a partecipare studiosi stranieri di fama internazionale. In un prossimo Convegno che sarà organizzato a Cogne (Valle d'Aosta) dai colleghi del Dipartimento DIVAPRA-Sezione Chimica Agraria dell'Università di Torino, sarà organizzato un workshop "Organics and Minerals" del gruppo di lavoro NAMOX.

Il Comitato Tecnico Acque

Girolamo Mecella

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma

Come proposto dal Consiglio Direttivo l'istituzione del Comitato Tecnico Acque, in questa prima fase, sarà di supporto alla redazione dei "*Metodi Analitici delle Acque*".

Tale Manuale, proposto dall'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo del Ministero delle Politiche Agricole, riunisce le diverse metodologie analitiche specifiche per il particolare uso dell'acqua (ad esempio metodologie per le acque dolci diversificate da quelle per le acque marine), propone anche metodi di analisi microbiologiche, virologiche, batteriologiche e presenta i valori guida per ciascuna delle utilizzazioni prese in considerazione (irrigazione, acquacoltura, zootecnia).

Il Comitato Tecnico Acque dovrà inoltre collaborare con le diverse Commissioni della Società per le problematiche relative alle interazioni acqua-suolo-ambiente.

In questa sede l'acqua non deve essere considerata come fattore pedogenetico la cui azione si sviluppa a lungo termine, ma come una componente variabile, indispensabile alla vita delle piante e del suolo.

Il Comitato deve promuovere uno sviluppo irriguo sostenibile, più economico ed ecocompatibile, con l'ottimizzazione dell'uso dell'acqua mediante l'assunzione delle nuove conquiste della ricerca scientifica, specialmente per le Regioni nelle quali l'irrigazione rappresenta il settore più importante per il progresso agricolo e dove le problematiche sono molteplici e disformi.

Altro tema che dovrà essere di competenza del Comitato, unitamente alla Sottocommissione "Suoli Salini" è quello dell'utilizzo irriguo di acque di qualità scadente. In questo caso vengono a proporsi problemi di ca-

rattere tecnico-scientifico che devono essere studiati ed approfonditi, sia in archi temporali estesi sia in realtà molto differenziate in quanto nel suolo possono prodursi modificazioni soltanziali delle caratteristiche chimico-fisiche e di dertilità del suolo stesso.

Nell'organigramma del Comitato dovranno quindi essere rappresentate le discipline inerenti il settore, quali ad esempio la chimica agraria, la pedologia, la idrogeologia, la idropedologia, la microbiologia, la fisica del suolo.

Il Comitato Tecnico di Standardizzazione

Rosa Francaviglia

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma

Il Consiglio Direttivo e l'assemblea dei Soci hanno approvato la costituzione di un Comitato Tecnico di Standardizzazione (CST), che avrà la funzione di interfaccia tra quello internazionale della ISSS, accreditato con l'ISO (International Organization for Standardization) e il suo Technical Committee Soil Quality ISO/TC190, e l'UNICHIM (Associazione per l'unificazione nel settore dell'industria chimica federata all'UNI).

IL CST è stato suddiviso in due Sottocomitati: il primo per le attività collegate al gruppo ISO/T190, il secondo per le attività collegate ad altri gruppi di normazione, come quelli del CEN (Comitato Europeo Normazione) e altri gruppi ISO.

I componenti dei Sottocomitati tengono informato il proprio Presidente sull'avanzamento delle attività di normazione del proprio gruppo. I Presidenti provvederanno ad informare il delegato nazionale del sottocomitato, che a sua volta ne darà notizia al coordinatore. Verranno altresì informati l'UNICHIM e la SISS tramite la pubblicazione del resoconto delle attività sul Bollettino della Società, e la diffusione in linea via internet.

L'organigramma del CST della SISS è il seguente:

Coordinatore: *R. Francaviglia*

Sottocomitato per le attività collegate al gruppo ISO/TC190
Delegato nazionale: *A. Consalter*

Sottocomitato per le attività collegate ad altri gruppi di normazione
Delegato nazionale: *N. Salvo*

Sottocomitato ISO/TC190

Gruppo	*Presidente, Vice Presidente*	*Componenti*
SC1 -Terminologia	I. Vinci, R. Rasio	E. Costantini E. Busoni G. Vianello G. Sanesi E. Zanini P. Scandella R. Francaviglia
SC2 - Campionamento	L. Lulli, E. Costantini	G. Mecella A. Castrignanò
SC3 - Metodi chimici	C. Gessa, C, Ciavatta	
WG1 - Metalli pesanti		L. Leita S. Deiana A. Figliolia G. Petruzzelli R. Levi Minzi
WG2 - Azoto		P. Nannipieri A. Benedetti L. Vittori Antisari S. Grego
WG3 - Zolfo		B. Ceccanti G. Cacco S. Silva L. Leita
WG4 - Cianuro		C. Gessa P. Ruggiero
WG 5 - Fosforo		C. Gessa A. Consalter S. Silva A. Figliolia E. Barberis C. Ciavatta
WG 6 - Idrocarburi		T. Miano A. Piccolo A. Violante
WG 7 - PCB e fitofarmaci		N. Senesi M. Businelli P. Fusi A.A.M. Del Re
WG 8 - EC, pH, CEC		P. Violante V. Boero N. Rossi
WG 9 - Pretrattamento		E. Arduino V. Boero

Sottocomitato ISO/TC190 (segue)

Gruppo	*Presidente, Vice Presidente*	*Componenti*
SC4 - Metodi biologici	P. Sequi, A. Benedetti	
WG 1 - Biodegradabilità		P. Nannipieri P. Ruggiero A. Ballio M.P. Nuti
WG 2 - Fauna		F. Pinzari
WG 3 - Flora		
WG 4 - Micro-organismi		A. Benedetti P.G. Arcara N. Miclaus S. Dumontet
SC5 - Metodi fisici	M. Pagliai, P. Bazzoffi	
WG 1 Acqua-suolo		E. Busoni G. Mecella
WG 2 - Suolo		S. Pellegrini M. Pagliai P. Bazzoffi
SC 7 - Valutazione suolo	E. Busoni, R. Francaviglia	

Sottocomitato gruppi CEN e ISO

Gruppo	*Presidente, Vice Presidente*	*Componenti*
CEN/TC 223 Ammendanti e substrati di crescita	C. Negri, F. Tittarelli	
CEN/TC 230 Analisi delle acque		
CEN/TC 260 Fertilizzanti e correttivi	A. Benedetti, N. Salvo	
CEN/TC 292 Rifiuti		
CEN/TC 308 Caratterizzazione fanghi		
ISO/TC 134 Fertilizzanti e condizionatori		

Si coglie infine l'occasione per ricordare la composizione del Comitato di Standardizzazione della ISSS.

Presidente

Stephen Nortcliff, UK
Dept. of Soil Science, PO Box 233, Whiteknights, University of Reading - Reading

Membri delle Commissioni

Commissione I . . . . . vacante
Commissione II . . . . . A.L. Page, USA
Commissione III . . . . . vacante
Commissione IV. . . . . K. Syers, Tailandia
Commissione V. . . . . vacante
Commissione VI. . . . . Y.P. Kalra, Canada
Commissione VII . . . . . vacante
Commissione VIII. . . . . vacante

Membri delle sottocommissioni

A - Salt affected soils. . . . . Somsri Arunin, Tailandia
B - Soil Micromorphology . . . . . W. McDonald, Australia
C - Soil conservation and environment . . . . . R. Lal, USA
D- Soil Zoology . . . . . L. Brussard, Olanda
E - Forest Soils . . . . . K.J. Meiwes, Germania
F - Land Evaluation. . . . . vacante
G - Soil Remediation. . . . . vacante

L'ASSEMBLEA DEL 5 GIUGNO 1997

Pier Giacomo Arcara

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Piazza M. D'Azeglio, 30 - 50121 Firenze

Presso l'Aula del Chiostro di S. Pietro in Vincoli della Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma si è riunita, alle ore 16,30 del 4 giugno1997 l'Assemblea Ordinaria dei Soci, con il seguente ordine del giorno:

1) Approvazione modifiche del Regolamento della Società

2) Approvazione del bilancio consuntivo 1996 e del bilancio preventivo 1997

3) Convegno SISS 1998

4) Varie ed eventuali.

A seguito della relazione fatta dal Presidente, prof. Paolo Sequi, sui vari punti dell'o.d.g. e dei numerosi interventi e suggerimenti espressi dai Soci nel corso della discussione, si è pervenuti alle seguenti decisioni, approvate all'unanimità:

1° Modifiche del Regolamento

Oltre ad una serie di piccole modifiche relative a vari articoli ma consistenti in un semplice snellimento delle regole esistenti, nel nuovo Regolamento gli articoli 3, 4, 6, 7 e 9 vengono così espressi:

Articolo 3 La Società Italiana della Scienza del Suolo si articola nelle seguenti sezioni:

1. Fisica del Suolo
2. Chimica del Suolo
3. Biologia del Suolo
4. Fertilità del Suolo e nutrizione delle piante
5. Genesi, classificazione e cartografia del Suolo
6. Tecnologia e conservazione del Suolo
7. Mineralogia del Suolo
8. Suolo e ambiente

L'istituzione di nuove Sezioni e la soppressione di quelle esistenti vengono deliberate dall'Assemblea dei Soci su proposta del Consiglio.

Articolo 4 La Società può istituire Sottocommissioni, Gruppi di lavoro e Comitati Tecnici. Le Sottocommissioni sono istituite su ampie tematiche di interesse generale e trasversale a diverse Sezioni.

I Gruppi di Lavoro sono costituiti su argomenti di interesse specifico e pertinente ad una o più Sezioni.

Le Sottocommissioni e i Gruppi di lavoro sono istituiti su proposta del Consiglio, e successiva approvazione da parte dell'Assemblea dei Soci.

I Comitati Tecnici sono istituiti per delibera del Consiglio per occuparsi, su delega dello stesso, di particolari tematiche di interesse della Società.

Le Sottocommissioni, i Gruppi di Lavoro ed i Comitati Tecnici possono rivestire carattere permanente o temporaneo, potendo essere trasformati o revocati dagli stessi Organi che li hanno istituiti.

Ogni Organismo individua nel suo seno un Coordinatore la cui nomina viene sottoposta ad approvazione del Consiglio.

Il Coordinatore informa il Consiglio tramite il Presidente, ed i Soci, tramite il Bollettino della Società, dell'attività dell'organismo. Annualmente tiene una relazione sull'attività all'Assemblea dei Soci.

Articolo 6 La Società pubblica il "Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo", che viene distribuito gratuitamente ai Soci.

Il Bollettino pubblica le notizie previste dallo Statuto, le informazioni relative all'attività delle Commissioni e degli altri Organismi, le rubriche aperte al contributo di tutti i Soci su temi e avvenimenti di interesse della Società, nonché articoli divulgativi e brevi lavori originali e inediti.

La pubblicazione del Bollettino viene curata da un Comitato di redazione, composto dal Presidente della Società, dal Segretario e da 3 membri nominati dal Consiglio. Quest'ultimo stabilisce i contributi per la stampa e le norme di collaborazione alle quali dovranno attenersi coloro che intendono presentare lavori per la pubblicazione. Il Comitato resta in carica per tre anni ed i suoi membri non sono rieleggibili per più di due mandati successivi.

Articolo 7 Le domande di ammissione alla Società devono recare la firma di due Soci presentatori ed essere accompagnate dal curriculum e dall'elenco delle pubblicazioni del richiedente nel caso di persone fisiche (Soci ordinari). Ogni Socio ordinario può essere iscritto a non più di tre sezioni.

Persone giuridiche e Istituzioni in genere possono chiedere l'iscrizione alla Società in qualità di Soci sostenitori e sono iscritti di diritto a tutte le sezioni. Non partecipano alle assemblee e alle elezioni ma hanno diritto a far intervenire alle iniziative della Società un numero massimo di cinque delegati alle condizioni di iscrizione riservate ai Soci ordinari. Possono altresì acquistare un numero illimitato di pubblicazioni della Società delle serie a pagamento con lo sconto riservato ai Soci.

Tutte le domande di ammissione alla Società sono sottoposte all'approvazione del Consiglio. Il Presidente può accogliere in via eccezione-

le le domande di persone giuridiche, sottoponendole successivamente a ratifica da parte del Consiglio Direttivo.

Su proposta del Consiglio Direttivo l'Assemblea ordinaria dei Soci può conferire la qualifica di Socio onorario a personalità che si siano particolarmente distinte per il contributo dato nel campo della Scienza del Suolo. Il numero dei Soci onorari non può superare il due per cento di quello dei Soci ordinari.

Articolo 9 Alle elezioni per il rinnovo delle cariche sociali partecipano tutte le persone fisiche (Soci ordinari) in regola con il pagamento delle quote sociali e i Soci onorari.

Le elezioni per il rinnovo delle cariche sociali si svolgono ogni tre anni nell'autunno precedente il triennio relativo all'esercizio delle stesse cariche.

Almeno sei mesi prima delle elezioni il Consiglio Direttivo istituisce un "Comitato elettorale che ha la funzione di accertare la disponibilità dei Soci a candidarsi e a prestare la loro opera nell'interesse della Società.

Il Comitato elettorale, composto dal Presidente e da tre Consiglieri, agisce di concerto con i Presidenti delle singole Commissioni.

Il Comitato predispone un elenco di candidati per ogni singola carica elettiva. Di ogni nominativo può predisporre anche un brevissimo profilo da inviare al corpo elettorale.

Le elezioni si svolgono nel corso di un'assemblea ordinaria ed è consentito il voto per corrispondenza purché venga garantita la segretezza dello scrutinio.

Le schede elettorali vengono inviate solo ai Soci in regola con le quote sociali. È consentito mettersi in regola con il pagamento della quota sociale, acquistando il diritto al voto, anche durante l'Assemblea ordinaria convocata ai sensi del precedente comma. In nessun caso possono slittare i termini per l'espressione del voto, anche se esso avviene per corrispondenza.

Ogni socio ordinario riceve più schede elettorali, una delle quali serve ad indicare il nome del Presidente, del rappresentante presso la Società Internazionale, dei Consiglieri e dei Sindaci effettivi e supplenti. Il socio riceve inoltre una scheda per ogni Commissione alla quale aderisce, nella quale non può indicare più di tre nomi.

Lo scrutinio viene effettuato al termine dei lavori dell'apposita Assemblea ordinaria, che provvede a designare i Soci scrutinatori.

In rapporto con l'art.4 del Regolamento , l'Assemblea ha approvato anche la costituzione di una nuova e prima Sottocommissione denominata **"Suoli salini"**, del Gruppo di lavoro **"Namox"** (Nutrienti, Argille, Microrganismi, Sostanza Organica, Xenobiotici), aperto a tutti gli interessati, e di due Comitati tecnici: il primo sulla standardizzazione suddiviso a sua volte in due sottocomitati, ISO TC 190 (qualità del suolo) e normazione (gruppi CEN); il secondo denominato "Acqua per l'agricoltura".

2° Approvazione bilanci - consuntivo 1996 e preventivo 1997

Dopo l'esposizione e l'approvazione dei bilanci, dai quali sono emersi i problemi finanziari della Società, le nuove quote sociali vengono stabilite nelle misure seguenti:

a) Persone fisiche: immutate per il 1997

per il 1998 L. 50.000 quota SISS, L. 25.000 quota ISSS

b) Persone giuridiche, a partire dal 1 luglio 1997:

2) Istituzioni di ricerca (non profit): L. 250.000, comprensive di quota ISSS

3) Società ed altre strutture pubbliche e private: L. 500.000 comprensive di quota ISSS.

In cambio del maggiore onere i Soci potranno ottenere un maggior numero di pubblicazioni gratuite o a prezzo ridotto. Le prime al riguardo saranno costituite dai manuali sui Metodi di Analisi del Suolo, il cui finanziamento è stato assicurato dall'ex MiRAAF. Un incentivo per le Società potrebbe essere costituito dalla possibilità di fare attività promozionale sul Bollettino. Eventuali nuovi progetti sul Bollettino verranno comunque ripresentati all'Assemblea nel prossimo futuro. In tale occasione si dovrà riesaminare anche la struttura dei Convegni SISS per i quali il Presidente ha suggerito, in via

di prima ipotesi, una distinzione tra Convegno e Assemblea sociale, molto breve, e convegni di maggior durata dedicati a problemi specifici.

3° Convegno SISS 1998

Il prof. C. Buondonno è stato incaricato di formulare un programma di massima del Convegno 1998, da rivedere opportunamente dal Presidente e dal Consiglio Direttivo.

4° Varie ed eventuali

Constatata l'assenza di altri argomenti da discutere o di richieste d'intervento il Presidente, alle ore 19,20, ha dichiarato chiusa l'assemblea.

Riunioni del Consiglio Direttivo

Rosa Francaviglia

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma

La riunione del 23 gennaio 1997 ha avuto il seguente ordine del giorno:

1. Approvazione del verbale della seduta del 3 ottobre 1996;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Risultati delle votazioni per il rinnovo delle cariche sociali;
4. Convegno SISS Roma 1997;
5. Convegno ISSS Montpellier 1998;
6. Pubblicazione metodi normalizzati;
7. Bollettino SISS;
8. Istituzione gruppi di lavoro;
9. Proposta di modifica del regolamento elettorale;
10. Programma di attività del triennio 1997-99;
11. Richieste di patrocinio;
12. Ammissione nuovi soci;
13. Convegno SISS 1998;
14. Varie ed eventuali.

Il Presidente dà lettura dei risultati delle votazioni per il rinnovo del C.D. che si sono svolte a Firenze subito dopo l'assemblea straordinaria, e comunica la composizione del nuovo C.D, con l'indicazione delle scelte operate in seno alle 7 Commissioni per la designazione dei Presidenti e dei Segretari.

Considerato che per la propria attività il Presidente necessita di una segreteria locale, la stessa viene affidata alla Dr.ssa Francaviglia.

Si passa quindi alla scelta del Vice-presidente e del Segretario Tesoriere. Il Presidente propone che il Segretario Tesoriere, come da tradizione, rimanga a Firenze e che quindi la carica passi dal Prof. G. Ronchetti al Dott. G. Arcara, mentre per la carica di Vice-presidente si è spesso scelto il 2° più votato, che in questo caso è il Prof. P. Violante. Dopo ampia discussione, vengono infine accettate le due candidature proposte, stabilendo di fissare criteri più precisi per le scelte in sede di modifica del regolamento della SISS. Il Consiglio Direttivo risulta quindi così costituito:

Presidente: Paolo Sequi

Presidente onorario: Fiorenzo Mancini

Past President: Giovanni Fierotti

Consiglieri: Pietro Violante (Vicepresidente), Pier Giacomo Arcara (Segretario Tesoriere), Nicola Senesi, Guido Sanesi, Angelo Aru

Rappresentante ISSS: Paolo Nannipieri

Presidente I Commissione, Fisica del Suolo: Marcello Pagliai

Componenti: Ermanno Zanini, Ermanno Busoni, Girolamo Mecella, Patrizia Scandella (segretario)

Presidente II Commissione, Chimica del Suolo: Antonio Violante

Componenti: Carlo Gessa, Elisabetta Barberis, Mario Businelli, Alessandro Piccolo (segretario)

Presidente III Commissione, Biologia del Suolo: Liliana Gianfreda

Componenti: Brunello Ceccanti, Grazia Masciandaro, Flavia Pinzari, Stefano Grego (segretario)

Presidente IV Commissione, Fertilità del Suolo: Anna Benedetti

Componenti: Luciano Scarponi, Luigi Badalucco, Adele Figliolia, Maria Teresa Dell'Abate (segretario)

Presidente V Commissione, Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo: Sergio Vacca

Componenti: Franco Previtali, Ermanno Busoni, Andrea Giordano, Paolo Baldaccini (segretario)

Presidente VI Commissione, Tecnologia e Conservazione del Suolo: Dino Torri

Componenti: Elisabetta Barberis, Marcello Pagliai, Marcello Raglione, Costanza Calzolari (segretario)

Presidente VII Commissione, Mineralogia del Suolo: Valter Boero

Componenti: Aldo Mirabella, Francesco Biondi, Claudio Colombo, Paola Adamo (segretario)

Sindaci effettivi: Carmelo Dazzi, Rosa Francaviglia, Franco Previtali

Sindaci supplenti: Stefano Canali, Silvia Dell'Orco

Il Presidente ricorda che 2 dei 45 simposi che si terranno durante il Convegno della ISSS di Montpellier sono sotto la responsabilità italiana. Il primo su argomenti di chimica del suolo, con il Prof. Senesi in veste di Chairman, ed il secondo sul tema fertilizzanti organici ed ammendanti nell'ambito del gruppo di lavoro presieduto dal Prof. Sequi.

Si tratta poi dell'attività della SISS per la pubblicazione di metodi normalizzati. Il Presidente ricorda che in passato la SISS si era occupata solo di metodi chimici, che sono stati poi recepiti dal MiRAAF, con pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e su un volume con commenti edito dall'ISMEA, grazie all'interessamento del Comitato per l'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, all'epoca coordinato dal Prof. Fierotti. Il Presidente informa che tramite l'Osservatorio, ora da lui coordinato, l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante ha ottenuto un finanziamento per la pubblicazione di altri metodi, tra cui quelli fisici ed i metodi chimici per la acque utilizzate in agricoltura, incluse la zootecnia e la piscicoltura. In caso di disponibilità di fondi si potrà prevedere la pubblicazione anche dei metodi biochimici e biologici, per i quali è già stata raccolta una parte del materiale.

Il Presidente sottolinea l'importanza di fare ricorso ad un editore specializzato per la pubblicazione, perché solo così si ha la garanzia che i volumi vengano posti in catalogo e siano acquistabili anche dopo un certo numero di anni. Ci si adopererà perché i soci SISS ricevano una copia gratis, mentre l'esistenza di una collana di metodi costituirà un mezzo pubblicitario per stimolare nuove adesioni, anche da parte di Enti locali.

Data la prevista organizzazione a schede sostituibili dei manuali, si potrà cogliere l'occasione per rivedere i metodi chimici e in seguito per allargare l'attività in settori scoperti (ad es. biologia o mineralogia), e per mantenere aggiornati i vari metodi seguendo le attività di normazione in ambito ISO, UNICHIM, ecc.

Per la Commissione I il Presidente informa che è già pronta una bozza di 25 capitoli sui metodi fisici, anche se alcuni sono difficilmente inquadrabili nella struttura di una scheda. Per la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale potranno essere disponibili 5-6 metodi che si ricollegano ai corrispondenti approntati in sede ISO TC190. Il Presidente della Commissione II dichiara la sua disponibilità alla revisione dei metodi chimici, ricevendo dal presidente uscente tutte le informazioni sulle priorità eventualmente già assegnate per la revisione dei metodi. Per la Commissione IV il Presidente ha già raccolto il materiale per i metodi biochimici reso disponibile dai presidenti uscenti delle Commissioni III e IV. Per la Commissione V il Presidente sottolinea la necessità di sottolineare il ruolo della pedologia nello studio del suolo, per non isolare l'analisi del terreno dal contesto generale.

La riunione del 25 febbraio 1997 ha avuto il seguente ordine del giorno:

1. Approvazione del verbale della seduta del 23 gennaio 1997;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Proposta di modifica del regolamento;
4. Bollettino SISS;
5. Bilancio consuntivo 1996;
6. Bilancio preventivo 1997;
7. Premio Ballatore;
8. Varie ed eventuali.

Il Consiglio nomina il Comitato di Redazione del Bollettino della SISS proponendo il Presidente ed il Segretario come figure istituzionali, già previste dal regolamento della Società e tre consiglieri, che vengono proposti e accettati all'unanimità nelle persone dei Prof. P. Violante, A. Aru e P. Nannipieri.

La riunione del 22 aprile 1997 ha avuto il seguente ordine del giorno:

1. Approvazione del verbale della seduta del 25 febbraio 1997;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Proposta di modifica del regolamento;
4. Quote sociali;
5. Bollettino SISS;
6. Gruppi di lavoro;
7. Varie ed eventuali.

Il Presidente comunica al Consiglio che nei giorni 15 e 16 luglio si terrà a Lagopesole (PZ) un convegno dal titolo "Un programma di valorizzazione territoriale per il meridione d'Italia", che avrà l'egida del MiRAAF tramite l'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo ed il Progetto Finalizzato PANDA. Il convegno offrirà buone prospettive allo sviluppo della pedologia nelle Regioni del Sud, che avranno l'occasione di porsi allo stesso livello delle Regioni del Nord, fornendo nel contempo risultati utili per l'Ufficio Suoli Europeo. Al momento attuale in convegno è articolato in 3 temi:

- prospettive di realizzazione di un'area pilota meridionale per il progetto cartografico nazionale;
- basi scientifiche per la conoscenza e lo sviluppo del territorio;
- sviluppo dell'irrigazione sostenibile nel mezzogiorno: elementi per un progetto di ricerca.

Nel corso del Convegno è prevista anche la presentazione ufficiale della collana dei metodi di analisi della SISS. A questo proposito il Presidente informa che i metodi per l'analisi fisica sono pronti per la pubblicazione ufficiale sulla G.U. e per la stampa presso l'Editore Franco Angeli. Una copia dei metodi verrà distribuita gratuitamente a tutti i Soci SISS.

Il C.D. esprime parere favorevole sulla possibilità di offrire anche la collaborazione della SISS, previo consenso del MiRAAF.

Il Presidente informa il C.D. sull'andamento dell'iter burocratico per l'approvazione delle modifiche allo Statuto della SISS. Premesso che esiste già un DPR che riconosce la Società come Ente morale, e un secondo DPR che approva le precedenti modifiche di Statuto, le nuove modifiche

vanno presentate alla Prefettura di Firenze, che si avvarrà anche del parere del Consiglio di Stato che ha la facoltà di approvare in toto le modifiche o di apportare ulteriori variazioni. Successivamente la pratica andrà al MiRAAF, alla Presidenza del Consiglio ed infine alla Presidenza della Repubblica per l'emanazione di un nuovo DPR. L'iter per l'approvazione cambia continuamente con il passare degli anni: attualmente vengono richiesti anche i bilanci degli ultimi anni ed una relazione del Presidente della SISS, e potrebbe essere necessario anche un anno per espletare tutta la pratica. Il Presidente informa che è stato consigliato dalla Dr.ssa Perrotti del MiRAAF, esperta di Statuti di Società, di attuare subito le modifiche, anche perché non stravolgono la vita della Società.

Si passa poi all'esame della proposta di modifica del regolamento. Dopo ampia discussione il C.D. approva le modifiche, tra cui anche l'Istituzione della Commissione 8, Suolo e ambiente, che verranno sottoposte alla ratifica dell'assemblea dei Soci durante la prossima assemblea del 4 giugno 1997.

Si discute anche la revisione delle quote sociali. Il Presidente propone di elevare la quota per i Soci ordinari a £ 50.000 comprendendo nella cifra l'invio gratuito di altre pubblicazioni della SISS, oltre sempre al Bollettino. Per i Soci sostenitori il Presidente propone di elevare a £ 250.000 la quota per Istituti ed Enti Pubblici, e a £ 500.000 quella per le Società, compresa la quota di iscrizione alla ISSS. Il C.D. approva le nuove quote associative, che per i Soci sostenitori entreranno in vigore da luglio 1997, e per i Soci ordinari dal 1998.

Si discute infine ampiamente sulla pubblicazione del Bollettino della SISS. Premesso che le rubriche attuali vanno bene anche per il futuro, una fonte di novità verrà costituita dall'attività dei Gruppi di Lavoro e dei Comitati Tecnici, che forniranno informazioni da pubblicare sul Bollettino. Il Presidente informa che in futuro il Bollettino della SISS conterrà anche gli aggiornamenti dei metodi e le informazioni sulle riunioni del C.D. della SISS (ordine del giorno e delibere più importanti).

La riunione del 2 giugno 1997 ha avuto il seguente ordine del giorno:

1. Approvazione del verbale della seduta del 22 aprile 1997;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Proposta istituzione nuovi organismi;
4. Ritocchi alle modifiche del regolamento;

5. Programma editoriale;
6. Ammissione nuovi Soci;
7. Varie ed eventuali.

Relativamente all'istituzione di nuovi organismi, il Presidente informa che al momento attuale le proposte sono quattro, e precisamente:

- il Gruppo di Lavoro NAMOX, acronimo di Nutrienti, Argille, Microrganismi, sostanza Organica e Xenobiotici, collegato alle Commissioni 2, 3, 4 e 7, i cui Presidenti hanno invitato il Prof. Antonio Violante ad assumerne la responsabilità;
- il Comitato Tecnico di Standardizzazione, che avrà funzioni di interfaccia con il gruppo ISO/TC 190 e i TC del CEN. L'Organigramma, ancora da completare per quanto riguarda molti gruppi del CEN, è costituito in larga parte da persone che già nel passato hanno dedicato molto tempo a questo tipo di attività. È questo il caso del Dr. Consalter, che per molti anni è stata l'unica persona ad interessarsi delle attività dell'ISO/TC 190, e del Dr. Salvo dell'Assofertilizzanti per le attività del CEN, che vengono proposti come delegati nazionali, mentre la Dr.ssa Francaviglia avrà la funzione di coordinatore del Comitato Tecnico;
- la Sottocommissione Suoli Salini, presentata dal Prof. Fierotti, che vede tra i soci proponenti P. Sequi, A. Aru, P. Violante, C. Dazzi. G. Mecella ed S. Monteleone. Il problema dei suoli salini, come ricordato dal Prof. Fierotti, è infatti legato anche alla qualità delle acque per lo sviluppo dell'irrigazione e l'uso di acque di non buona qualità. Il Presidente sollecita il Prof. Fierotti, che accetta, ad assumersi la responsabilità della Sottocommissione;
- il Comitato Tecnico Acque, che verrà formalizzato in una prossima riunione, servirà da supporto per la proposta di redigere i metodi di analisi chimica delle acque, e sarà coordinato dal Dr. Mecella. Il

Prof. Aru propone di inserire nell'organigramma anche un idrogeologo, e coglie l'occasione per anticipare la sua intenzione di costituire un Gruppo di Lavoro Suoli Urbani.

IL C.D. approva l'istituzione di tutti gli Organismi citati. In occasione dell'assemblea dei Soci prevista per il pomeriggio del 4 giugno si procederà poi alla ratifica del Gruppo di Lavoro NAMOX e della Sottocommissione Suoli Salini, mentre per i due Comitati Tecnici, secondo le norme del nuovo regolamento sarà sufficiente informare l'assemblea.

Il Dr. Torri informa che è sua intenzione costituire un Gruppo di Lavoro Suolo e Lavorazioni, tema di interesse comune alle Commissioni Tecnologia e Fisica, e collegato ai Precision Farming Systems.

Il Presidente comunica che il volume dei Metodi di Analisi Fisica è già in stampa. Si conta poi su un effetto promozionale della Collana dei Metodi, dato che già da quest'anno si distribuirà gratuitamente ai Soci il primo volume, l'anno prossimo gli altri. Inoltre nel 1998 verrà distribuito gratuitamente un altro volume alla cui pubblicazione la SISS ha dato il suo patrocinio, dal titolo Chromium Environmental Issues. Il volume è nato da un Convegno che si è svolto a S. Miniato, e conterrà contributi originali che riguardano tutti gli aspetti del cromo nell'ambiente.

Il Convegno di Lagopesole

Patrizia Scandella

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella,.2 - 00184 Roma

Il Convegno di Lagopesole "Un programma di valorizzazione territoriale per il meridione d'Italia"

Nei giorni 15 e 16 luglio 1997, nella storica ed austera cornice del Castello di Federico II a Lagopesole (Potenza) si è svolto il Convegno "Un programma di valorizzazione territoriale per il meridione d'Italia" organizzato dall'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante di Roma, sotto l'egida del Comitato per l'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, del Ministero delle Politiche Agricole, in collaborazione con il Progetto Finalizzato PANDA (Produzione Agricola nella Difesa dell'Ambiente) e la Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS).

La determinazione di volgere particolare attenzione ai problemi agricoli del sud d'Italia in un'ottica di miglioramento sia economico che ambientale e la conseguente necessità di incontri tra il mondo scientifico e gli Enti Regionali, al fine di avviare collaborazioni o migliorare quelle già esistenti, sono state lo spirito informatore del Convegno, che si è articolato in due giornate dedicate a relazioni scientifiche tenute da studiosi di Università, di Enti Pubblici di Ricerca, da professionisti del settore ed a interventi di tecnici regionali e figure politicamente impegnate nel campo.

La prima giornata del Convegno, dopo l'introduzione ai lavori del Prof. Paolo Sequi, Direttore dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante di Roma, ed il saluto da parte del Dott. Luciano Di Vito a nome del CONAF, Consiglio dell'Ordine Nazionale dei Dottori Agronomi e Forestali, è stata divisa in due momenti di studio, uno rivolto a "Prospettive di realizzazione di un'area pilota meridionale per il progetto della cartogra-

fia nazionale dei suoli" ed uno alle "Basi scientifiche per la conoscenza e lo sviluppo del territorio".

Le relazioni hanno toccato problematiche fondamentali quali il rapporto stato-regioni in materia di conoscenza dei suoli, importanti temi di ricerca quali i sistemi informativi sui suoli a livello europeo e per l'Italia meridionale, nonché le prospettive per la creazione di aree pilota nel sud della penisola per studi pedologici. Sono state quindi presentate relazioni sullo stato delle conoscenze in materia di sensibilità e di vulnerabilità dei suoli, illustrando il Progetto PANDA, il progetto MONCAPRI ed il Manuale PANDA-RAISA, e toccando tematiche di notevole interesse, come i sistemi informativi quali strumenti di erogazione di servizi, nonché studi particolari, come quello sui pedoclimi e sui suoli vulcanici.

Si è svolta inoltre da parte delle Regioni meridionali, la Basilicata, la Calabria, la Campania, il Molise, la Puglia, la Sicilia, la presentazione dei programmi regionali in materia di studio del suolo e del territorio agricolo per quanto attiene le ricerche e gli interventi già in atto e per le possibilità di sviluppo, non solo nell'ottica strettamente produttiva, quindi legata ad una economia attuale, ma soprattutto in quella di salvaguardia della risorsa suolo per le attività future.

I temi della seconda giornata del Convegno, "Sviluppo dell'irrigazione sostenibile nel mezzogiorno: elementi per un progetto di ricerca" è stata dedicata alle problematiche legate all'irrigazione nel mezzogiorno, sotto il profilo economico, scientifico ed ambientale. Per promuovere uno sviluppo irriguo più economico ed ecocompatibile è ormai indispensabile tendere alla ottimizzazione dell'uso dell'acqua, incrementando gli studi e le sperimentazioni all'avanguardia per elaborare soluzioni articolate in funzione delle diverse problematiche agricole.

Il Convegno ha voluto focalizzare l'attenzione sulla elevata valenza della "risorsa acqua" soprattutto nel sud della penisola, dove, come noto, l'irrigazione costituisce uno dei problemi centrali, fattore che più di ogni altro influenza la produttività dei suoli e modifica il reddito, e della "risorsa suolo" in particolare nei confronti della sua sensibilità all'irrigazione.

Le tematiche illustrate e discusse sono state molteplici e tutte di elevato interesse per i riflessi di tipo economico ed ambientale: dalla rassegna sui metodi irrigui e sulle tecniche di adacquamento nell'ottica di una irrigazione ecocompatibile, alla qualità delle acque utilizzate per l'irrigazione, siano esse saline che reflue, con i loro riflessi sull'economia, sulla salute e sull'ambiente, dai problemi legati all'irrigazione nelle aree meridionali di colture erbacee ed arboree ad alto reddito fino alla modellizzazione di sistemi

idrologici, dalla sostenibilità dell'irrigazione negli avvicendamenti colturali alle sue funzioni nei piani di bacino, tra cui fondamentale quella di tenere l'uomo legato alla terra impedendo l'abbandono e la conseguente cementificazione selvaggia, causa non ultima dell'alterazione degli equilibri idrogeologici e quindi delle esondazioni di cui sempre più spesso si è tristemente partecipi.

A chiusura dei lavori del Convegno si è tenuta una particolare sessione dedicata alla "Ufficializzazione dei metodi di analisi del suolo", sessione nella quale sono stati presentati i diversi Manuali di metodologia analitica finora elaborati, pubblicati o in corso di stampa, in particolare il Manuale di analisi fisica del suolo, il Manuale di analisi chimica del suolo, il Manuale di analisi chimica delle acque ed il Manuale di analisi microbiologica e biochimica del suolo.

Le relazioni del Convegno saranno pubblicate nei prossimi numeri del Bollettino della S.I.S.S.

Relazioni del Convegno

"Prospettive di realizzazione di un'area pilota meridionale per il progetto della cartografia nazionale dei suoli"

Sequi P. Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma. Introduzione ai lavori.

Di Vito L. Consigliere del CONAF. Saluto del Consiglio Nazionale dei Dottori Agronomi e Forestali.

Loffredo G. Ministero per le Politiche Agricole. Ministero e Regioni per il miglioramento delle conoscenze pedologiche e del loro utilizzo.

Montanarella L. European Soil Bureau. Il sistema informativo europeo sui suoli e la creazione di un nuovo database georeferenziato sui suoli.

Lulli L. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze. Prospettive e priorità per la creazione di una zona pilota del data base europeo sui suoli nell'Italia meridionale.

Tosco D. Assessorato all'Agricoltura della Regione Campania. La pedologia e i sistemi informativi territoriali nel mezzogiorno.

Regioni Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sicilia. Presentazione dei programmi regionali.

"Basi scientifiche per la conoscenza e lo sviluppo del territorio"

Scandella P. Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma. Ricerca nel settore della sensibilità delle aree.

Costantini E. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze. Regimi pedoclimatici italiani in relazione alle coltivazioni agricole ed ai processi pedogenetici.

Martinelli F e Muscaritoli C. Ministero per le Politiche Agricole. Il sistema informativo della montagna, strumento per l'erogazione di servizi per la conoscenza del territorio.

Vianello G. Università di Bologna. Sensibilità e vulnerabilità del suolo: la domanda delle autorità ambientali e il ruolo della pedologia (presentazione del Manuale RAISA-PANDA).

Lulli L. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze. Lo studio del vulcanico e la sua importanza nelle regioni mediterranee.

Pagliai M. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze. Il Progetto MONCAPRI e l'itinerario per la costituzione di servizi pedologici regionali.

"Sviluppo dell'irrigazione sostenibile nel Mezzogiorno: elementi per un progetto di ricerca"

Piras B. Ministero per le Politiche Agricole. Definizione della "risorsa acqua". Inventario sotto il profilo qualitativo delle acque utilizzate per l'irrigazione.

Baldaccini P. Università di Sassari. Definizione della "risorsa suolo" ai fini della sensibilità dei suoli all'irrigazione.

Caliandro A. Università di Bari. Metodi irrigui e tecniche di adacquamento. Determinazione dell'efficienza idrologica dell'irrigazione e metodologie per un'irrigazione ecocompatibile.

Alvino A. Università della Basilicata. Fisiologia dello stress: problemi legati alle difficili condizioni mediterranee.

Fierotti G. Università di Palermo. Riflessi sul suolo dell'impiego di acque anomale.

Tarantino E. Università della Basilicata. L'irrigazione delle colture erbacee. Problemi di sostenibilità.

Xiloyannis C. Università della Basilicata. L'irrigazione delle colture arboree. Problemi di sostenibilità.

Indelicato S. Università di Catania. Utilizzo irriguo di acque reflue urbane; problematiche agronomiche, economiche, igieniche ed ambientali.

Mastrorilli M. Istituto Sperimentale Agronomico di Bari. Modellizzazione. Sviluppo di modelli idrologici per ambienti mediterranei.

Tedeschi P. Istituto per lo Studio dei Problemi Agronomici dell'Irrigazione del Mezzogiorno - CNR. Irrigazione sostenibile e qualità delle acque negli avvicendamenti colturali.

Corona P. e Sisti F. Ministero per le Politiche Agricole. L'irrigazione in funzione della vulnerabilità del suolo, come strumento del piano di bacino.

"Ufficializzazione dei metodi di analisi del suolo"

Pagliai M. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze. Metodi di analisi fisica del suolo.

Violante P. Università di Napoli. Metodi di analisi chimica del suolo.

Mecella G. Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma. Metodi di analitici delle acque.

Benedetti A. Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma. Metodi di analisi microbiologica e biochimica del suolo.

Sequi P. Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma. Una futura collana di metodi di analisi chimico-agrarie.

Lo stato dei lavori del CEN/TC223

Maria Cristina Negri

Argonne National Laboratory, Chicago, USA.

Il Comitato Tecnico 223 del CEN (Comitato Europeo Normazione) è stato formato per iniziativa francese nel 1991 e si occupa della standardizzazione di ammendanti e substrati di coltura ai fini di agevolare il libero commercio tra i paesi membri del CEN. Ammendanti e substrati di coltura sono così definiti:

- ammendante: un materiale, compostato o altrimenti lavorato, aggiunto al suolo in situ ai fini di migliorare le sue condizioni fisiche senza causare effetti dannosi.
- substrato di coltura: un materiale, diverso dal suolo in situ, che sostiene la crescita vegetale.

Per definizione, questo TC ha escluso dal suo campo di interesse i correttivi ed i fertilizzanti utilizzati esclusivamente ai fini nutritivi, ma, come è stato recentemente chiarito in occasione dell'ultimo meeting plenario a Parigi, include nel suo scopo di lavoro ammendanti e substrati di coltura arricchiti di fertilizzanti.

Il TC223, che attualmente ha presidenza (T. Evans) e segreteria (J. Terry, BSI) inglesi, ha suddiviso il lavoro tecnico in quattro Gruppi di Lavoro (Working Groups), che si occupano specificamente delle seguenti aree:

- WG1: Terminologia, etichettatura e specifiche (Convenor: M. Brink, Danimarca)
- WG2: Sicurezza (Convenor: M.C. Negri, Italia)
- WG3: Metodi di campionamento (Convenor: H. Burnett, Regno Unito)
- WG4: Metodi analitici (Convenor: B. Cooper, Regno Unito).

Al momento attuale, il TC223 ha in programma il completamento di dodici documenti, elencati nella tabella sottoriportata. Nessuno standard è stato finora completato, e molti altri argomenti di lavoro sono compilati in una "lista per il futuro".

La partecipazione italiana al momento è limitata alla convenorship del WG2 (segreteria c/o Unichim), ed alla sporadica partecipazione ai lavori del WG1. Segue una breve descrizione delle attività di ognuno dei quattro Working Groups.

Argomenti di lavoro del CEN/TC223

Riferimento o WG	Titolo	Stage
prEN 12577	Etichettatura	41
prEN 12578	Specifiche - Tabelle dei prodotti	41
prEN 12579	Campionamento	41
prEN12580	Determinazione di una quantità	41
WG4-WI12	Determinazione del pH	33
WG4-WI13	Determinazione della conducibilità elettrica	33
WG4-WI48	Tessitura	11
WG4-PR1	Caratteristiche fisiche	33
WG4-PR2	Sostanza organica e ceneri	33
WG4-PR3	Sostanza secca, umidità e peso specifico apparente	33
WG1	Definizioni	10
WG2	Raccomandazioni per la sicurezza degli utilizzatoril'ambiente e le colture	10

Stage 41: inchiesta CEN completata

Stage 33: inchiesta CEN decisa

Stage 11: lavoro assegnato ad un organismo tecnico

Stage 10: in sottomissione al TC per circolazione all'Ufficio Tecnico

Working Group 1

Il WG1 ha elaborato due documenti provvisori. Recentemente, il WG1 ha inoltre ricevuto l'incarico di standardizzare la terminologia (vocabulary) di interesse del TC223.

prEN12577: Etichettatura

raccoglie la regolamentazione del contenuto e modalità delle informazioni da riportare in etichetta. Tali informazioni sono suddivise in "obbligatorie", "opzionali" e "volontarie", a seconda della loro rilevanza ai fini della informazione e tutela del consumatore. Secondo questa proposta di standard, informazioni obbligatorie e opzionali (elencate nelle tabelle dei prodotti di cui al documento prEN12578) devono essere riportate in uno specifico riquadro in etichetta. Informazioni volontarie possono essere riportate altrove in etichetta purché siano affermazioni comprovabili, non confondano o informino male il consumatore, e possano riferirsi ad uno standard nazionale.

prEN12578: Specifiche - Tabelle del prodotti

In questo documento sono raccolte le specifiche, in forma tabulata, relative ad un preciso elenco di prodotti. Queste specifiche contengono, per ciascun prodotto, descrizione, caratteristiche obbligatorie, dichiarazioni obbligatorie ed opzionali. Recentemente, per facilitare la commercializzazione di nuovi prodotti, è stato proposto di inserire in queste tabelle una nuova denominazione di prodotto "altri prodotti in miscela" che comprenda miscele contenenti materiali non classificati altrove. Questa proposta è sintomatica di due esigenze contraddittorie: quella di avere una lista rigida di prodotti regolamentati, e l'altra, ad essa collegata, di una sua revisione periodica per l'inserimento di nuovi prodotti. Questo argomento è in attiva discussione.

Alcune richieste per deviazioni di tipo A (richieste di esenzione da parte di nazioni che hanno regolamentazioni preesistenti e difficilmente mutabili in contrasto con la proposta di standard) sono state sottoposte al TC223 da alcune nazioni. È da notare che l'Italia per ora non ha agito in tale senso, sebbene le specifiche discusse dal WG1 possano essere in contrasto con la legge 748.

Working Group 2

Istituito con funzioni informative e di supporto agli altri Gruppi di Lavoro, il WG2 ha raccolto informazioni ad ampio raggio relative alla presenza nei prodotti in oggetto di elementi o componenti che possono costituire un pericolo per la sicurezza e salute degli utilizzatori, della popolazione potenzialmente esposta, delle colture e dell'ambiente.

Dopo aver raccolto norme vigenti a livello nazionale e comunitario, il WG2 ha discusso i pericoli e relativi fattori di rischio derivanti dall'utilizzo di ammendanti e substrati di coltura. Argomenti di discussione sono stati metalli pesanti, patogeni, materiali contundenti, polveri, amianto, radioisotopi, valori anomali di pH, ed altri.

Mentre per alcuni di questi potenziali fattori di pericolo il WG2 ha velocemente raggiunto un accordo relativamente a limiti e raccomandazioni di sicurezza, su altri argomenti, ed in particolare quello dei metalli pesanti, l'accordo, dopo protratte discussioni, è risultato limitato alla constatazione che tale materia è attualmente fortemente regolata da leggi nazionali, e che pertanto ogni deliberazione da parte del CEN è impropria.

Il WG2 ha elaborato un rapporto tecnico che raccoglie in maniera organizzata le informazioni discusse e le raccomandazioni al TC223. Nel caso dei metalli pesanti ed altri inquinanti inorganici, il rapporto illustra e commenta gli approcci utilizzati da varie nazioni per la definizione di limiti di sicurezza.

Il rapporto tecnico del WG2 (CEN/TC223 N. 107) é al momento attuale in fase di revisione editoriale e la sua circolazione per le osservazioni da parte dei vari componenti il gruppo era prevista per la fine di agosto 1997. La presentazione all'Ufficio Tecnico (Bureau Technique) del CEN è prevista per la fine del 1998.

Working Group 3

Questo WG si occupa della preparazione di standard relativi a metodi di campionamento. Ha approntato i seguenti documenti.

prEN12579: Campionamento

Descrive in dettaglio i principi ed i metodi da adottare nel prelevare il campione ed assicurare che la quantità prelevata sia adeguata per l'analisi qualitativa e quantitativa.

prEN12580: Determinazione di una quantità (volume).

Descrive un metodo per la determinazione di una quantità di ammendante o substrato di coltura commercializzato confezionato o sfuso (determinazione gravimetrica del peso specifico apparente, e relativo calcolo del volume).

Working Group 4

Questo WG si occupa dello sviluppo e verifica di metodi analitici per ammendanti e substrati di coltura. Al momento attuale ha sviluppato e verificato, tramite analisi di confronto interlaboratorio, metodi per la determinazione del pH, della conducibilità elettrica, della sostanza organica e ceneri, per la preparazione del campione per successive analisi chimiche e la determinazione della sostanza secca, umidità, e "lab compacted bulk density".

Metodi per la determinazione di caratteristiche fisiche (tessitura, peso specifico apparente a secco, volume per l'aria, volume per l'acqua, porosità totale e caratteristiche di rigonfiamento) sono stati completati e la verifica di laboratorio è in fase di organizzazione.

Recentemente il WG4 ha proposto di riorganizzare vari argomenti di lavoro compresi nella "lista per il futuro" in un unico standard, che descriva quattro tipi di estrazione umida (acqua, cloruro di calcio-DTPA, aqua regia e Kjeldahl/Dumas) per la determinazione di elementi nutritivi e metalli pesanti.

L'Azione COST 831

Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

Il giorno 6 ottobre 1997 si è tenuta a Bruxelles presso la DG XII la prima riunione del Comitato di gestione dell'Action COST 831.

L'Action COST 831 "Biotecnologie del suolo: monitoraggio, conservazione e rimedio" fu proposta al Comitato Tecnico del COST "Agricoltura e Biotecnologia" tre anni or sono e, dopo una lunga e faticosa gestazione è stata finanziata ed attualmente sottoscritta da 13 paesi (Austria, Belgio, Finlandia, Germania, Ungheria, Italia, Slovenia, Svezia, Svizzera, Olanda e Regno Unito).

Sono stati nominati quali delegati italiani nel comitato di gestione il Prof. Paolo Nannipieri ed io stessa repentinamente sostituita dal Dott. Fabio Tittarelli perché eletta presidente dell'azione.

Vice presidente è stato nominato il Dott. Oliver Dilly dell'Università di Kiel.

Sono stati formati quattro gruppi di lavoro e precisamente:

WG1: Suolo – rizosfera: interazioni microbiche.

Coordinatori: James Lynch (U.K.) e Stefano Grego (I).

WG2: Gestione delle risorse microbiche per sostenere ed accrescere le funzioni del suolo.

Coordinatori: France Megusar (SE) e Jean-Sharles Munch (D).

WG3: Biologia Molecolare applicata alle Comunità Microbiche.

Coordinatori: Jan Dirk Van Elsas (NL) ed Eva Top (B).

WG4: Metodi Microbiologici e Biochimici per la determinazione dell'Impatto Ambientale.

Coordinatori: Jaap Bloem (NL) e Tiber Szili-Kovacs (H).

Le più belle menti della microbiologia e biochimica europea hanno garantito il loro supporto al progetto infatti oltre ai coordinatori, dei gruppi, parteciperanno ai lavori eminenti ricercatori come ad esempio Richard Burns e Lars Bakken.

Gli obiettivi principali dell'azione 831 riguardano la:

a) promozione di una migliore efficacia dei metodi di microbiologia e di biologia molecolare per il monitoraggio, conservazione e risanamento del suolo;

b) individuazione di nuovi ed affidabili parametri microbiologici come indicatori di impatto ambientale;

c) verifica delle possibilità di un approccio biotecnologico per il ripristino della fertilità fisica, chimica e biologica del suolo.

I benefici che ne potrebbero derivare riguardano la possibilità di standardizzare metodi microbiologici e biochimici routinari di controllo, conservazione e risanamento del suolo. In questo senso verranno intessuti nel prossimo futuro interessanti contatti con il gruppo di lavoro 4 (Biologia) dell'ISOTC 190 "Qualità del Suolo", al fine di individuare una ricaduta immediata dei lavori svolti nell'Azione 831; nonché con il gruppo di lavoro di Standardizzazione dell'ISSS.

I lavori si svolgeranno nell'arco di cinque anni ed ogni anno verrà tenuto un Workshop con la presentazione dello stato d'avanzamento dell'azione. Il primo di essi molto probabilmente sarà nel dicembre 1998 a Roma.

L'ISO/TC190, SC 4

Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

Dal 15 al 19 settembre 1997 si è svolto in Svizzera a Berna il Convegno annuale dell'ISO TC 190 sulla qualità del suolo. Presenti per la delegazione italiana, guidata dal Dott. M. Pagliai (ISSDS), la Dott.ssa I. Vinci (Regione Veneto), il Dott. E. Costantini (ISSDS), il Dott. E. Busoni (CNR Firenze) il Prof. N. Rossi (Università di Bologna) e la sottoscritta. I lavori si sono articolati attraverso le riunioni dei gruppi di lavoro specifici o riunioni plenarie delle Sottocommissioni e dell'intero Comitato 190.

Per quanto riguarda l'attività della Sottocommissione 4 "Biologia del Suolo, che ho seguito personalmente, nel Gruppo di Lavoro 1 "Biodegradabilità" è stato discusso un documento molto complesso redatto dalla Germania sulle linee guida da adottare nei test di laboratorio per la biodegradabilità dei composti organici di sintesi in condizioni di anaerobiosi.

Nell'ambito del Gruppo di Lavoro 2 "Fauna del Suolo" è stata revisionata la stesura definitiva del metodo per la riproduzione dell'Enchytraeidae per una sua standardizzazione ISO. È stato inoltre richiesto dalla Presidenza alle delegazioni l'inoltro di una breve relazione inerente metodi in loro conoscenza che utilizzino invertebrati per la valutazione della qualità del suolo.

È stato altresì deciso di riattivare il Gruppo di Lavoro 3 "Flora" per la messa a punto di test di fitotossicità. Tutti gli esperti del gruppo debbono ancora essere nominati e definiti i temi da affrontare. Infine il WG 4 "Microrganismi" ha redatto la stesura definitiva per la presentazione all'ISO del metodo dell'ammonizzazione potenziale. Nell'ambito WG 4 è emersa la necessità di esaminare anche metodi di valutazione per la "Bioremediation", ma i lavori iniziarono solo dopo approvazione da parte del direttivo ISO TC 190.

Infine è stato deciso per il momento di non considerare per la standardizzazione metodi inerenti le attività biologiche del sottosuolo. Inoltre tra le risoluzioni adottate dalla SC 4 compare anche un lavoro sulla interpretazione ed elaborazione statistica dei risultati provenienti dall'applicazione dei metodi biologici. È nota infatti la difficoltà interpretativa legata ai fenomeni biologici, la delegazione francese si è fatta carico di stendere la prima bozza di documento. È stato altresì deciso di iniziare una raccolta di metodi inerenti la genotossicità nei confronti dei microrganismi e la presenza di patogeni.

Nell'ambito dei lavori dell'ISO TC 190 si è tenuta nella mattina del 18 settembre una riunione a Sottocommissioni riunite tra SC 4 e SC 7 Soil per analizzare l'opportunità di utilizzare i metodi biologici come indicatori della qualità nel suolo per una sua protezione. Sono emerse molte problematiche tra cui appunto la valutazione della genotossicità, la biodegradabilità correlata alla produzione di sostanze volatili l'individuazione di microrganismi con caratteristiche corrosive, ecc. Alcuni punti sollevati nella riunione congiunta sono stati poi adottati tra le risoluzioni dell'SC 4. Vanno infine segnalti i lavori che si sono tenuti nelle due riunioni plenarie dell'ISO TC 190 la prima sul programma ed il futuro stesso dell'intero TC 190 (All.9), la seconda, quella conclusiva, con l'approvazione delle risoluzioni adottate da tutte le Sottocommissioni.

Per quanto concerne il lavoro del TC 190 si è deciso di stabilire una interfaccia migliore con il CEN in tutti i settori in cui le due organizzazioni operano separatamente. Inoltre Mr. S. Nortcliff (U.K.), Presidente del Comitato Tecnico di normalizzazione dell'ISSS, ha chiesto a tutte le delegazioni di segnalare eventuali iniziative di standardizzazione nei diversi stati membri per ottimizzare il lavoro anche in questo senso. L'Italia ha già notificato la costituzione del gruppo italiano nell'ambito della SISS.

Mr. Nortcliff inoltre ha informato l'assemblea che nell'ambito del Convegno dell'ISSS che si terrà a Montpelier dal 20 al 27 agosto 1998 verrà dedicata una sessione alla normalizzazione e standardizzazione dei metodi durante la quale verrà dato ampio spazio alle attività dell'ISO TC 190.

La maggior parte delle Sottocommissioni si riunirà nuovamente in concomitanza con il meeting annuale previsto presumibilmente per il mese di settembre 1998 a Berlino.

Normativa internazionale nel settore della scienza e della tecnologia del suolo: attività dell'ISO/TC 190 "Soil Quality"

Nino Rossi, Claudio Ciavatta, Carlo Gessa

Istituto di Chimica Agraria, UCI-STAA, Università di Bologna,
Viale Berti Pichat 10 - 40127 Bologna

Nel settore della scienza e della tecnologia dal suolo, così come in molte altre aree tecnico-scientifiche, da alcuni anni è in corso una intensa attività finalizzata alla preparazione di norme internazionali. Per il suolo esiste una molteplicità di metodi di analisi, di denominazioni e di definizioni, che rendono difficile il confronto dei dati analitici e la comprensione dei testi, il che genera spesso confusione non solo nel grande pubblico ma anche negli addetti ai lavori.

Considerando l'importanza che il suolo riveste nell'economia di tutti i paesi appare subito evidente l'esigenza di disporre, anche per questa fondamentale risorsa, di norme internazionali. L'ISO (International Standards Organization) consapevole di questa esigenza, ha istituito, fin dal 1985, un Comitato Tecnico (il Technical Committee 190) al fine di arrivare alla preparazione di norme internazionali nel campo della qualità del suolo, compresa la classificazione, la definizione dei termini, il campionamento, la misura e l'espressione delle caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche del suolo. Restano esclusi i limiti di accettabilità della contaminazione del suolo e gli aspetti di ingegneria civile, che sono trattati da un'altro Technical Committee: l'ISO/TC 182.

Partecipano a pieno titolo all'ISO/TC 190 una quindicina di paesi (membri P); altri trenta paesi circa sono presenti come osservatori (membri O). L'ISO/TC 190 è diviso in sette Sottocomitati (SC) ciascuno dei quali a sua volta è suddiviso in diversi "Working Groups" (WG) come riassunto nella tabella che segue.

Elenco dei sottocomitati (SC) e dei "working groups" (WG) dell'ISO/TC 190

	Segreteria	Area di competenza
SC 1	AFNOR	**Valutazione dei criteri, terminologia e codificazione**
WG 1	AFNOR	Terminologia
WG 2	DIN	Terminologia - Contaminazione del suolo
WG 3	BSI	Codificazione e gestione dei dati
SC 2	DIN	Campionamento
SC 3	DIN	Metodi chimici e caratteristiche del suolo
WG 1	DIN	Metalli pesanti, selenio e arsenico
WG 2	DIN	Azoto totale e composti dell'azoto
WG 3	BSI	Solfati, solfiti, solfuri e zolfo elementare
WG 4	MSZH	Cianuri
WG 5	UNI	Fosforo totale e composti del fosforo
WG 6	DIN	Idrocarburi
WG 7	DIN	Bifenili policlorurati e pesticidi
WG 8	NNI	Conduttività elettrica, pH, C.S.C. e composti del carbonio
WG 9	DIN	Pretrattamento dei campioni
SC 4	BSI	Metodi biologici
WG 1	DIN	Biodegradabilità
WG 2	AFNOR	Effetti sulla fauna del suolo
WG 3	BSI	Effetti sulla flora del suolo
WG 4	BSI	Effetti sui microrganismi del suolo
SC 5	NNI	Metodi fisici
WG 1	BSI	Caratteristiche della ritenzione dell'acqua
WG 2	NNI	Conduttività idraulica
WG 3	NNI	Tenore in acqua
WG 4	AFNOR	Potenziale dell'acqua del suolo
WG 6	BSI	Ripartizione granulometrica
WG 7	DIN	Massa volumica

WG 8	BSI	Stabilità degli aggregati
WG 9	PKNMiJ	Potenziale redox
SC 6	DIN	Metodi radiologici
WG1	DIN	Spettrometria ai raggi gamma
WG2	DIN	Spettrometria ai raggi gamma in situ
WG3	SNV	Stronzio-90
WG 4	BSI	Attività beta residua
WG 5	BSI	Attività alfa globale
SC 7	DIN	Valutazione del suolo e del sito
WG1	DIN	Caratterizzazione del suolo per il suo recupero e riutilizzo
WG1	DIN	Caratterizzazione del suolo per la protezione dell'acqua
WG3	DIN	Caratterizzazione ecotossicologica del suolo
WG4	DIN	Caratterizzazione del suolo in relazione alla salute umana

Per l'Italia, l'UNICHIM, Ente di normazione federato all'UNI e da esso delegato a rappresentarlo nel settore merceologico, chimico ed in quelli affini, ha il compito e la responsabilità di organizzare il lavoro relativo ai vari Comitati Tecnici dell'ISO. Quelli pertinenti al suolo sono: l'ISO/TC 190 "Soil Quality", il CEN/TC 260 "Fertilizers and Liming Materials" e il CEN/TC 223 "Soil Improvers and Growing Media".

La partecipazione italiana ai lavori del Comitato e dei Sottocomitati ISO/TC 190 è assicurata da esperti di *(i)* istituti sperimentali del MiRAAF, *(ii)* istituti del CNR, *(iii)* istituti universitari, *(iv)* industrie private. I responsabili designati dall'UNICHIM per questi Sottocomitati sono:

Presidente **P. Sequi**

	Responsabile	Vice responsabile
SC 1	I. Vinci	R. Rasio
SC 2	L. Lulli	E. Costantini
SC 3	C. Gessa	C. Ciavatta
SC 4	P. Sequi	A. Benedetti
SC 5	M. Pagliai	P. Bazzoffi
SC 7	E. Busoni	R. Francaviglia

A livello internazionale il lavoro dei Comitati, in generale, si svolge secondo le seguenti modalità:

- messa a punto di metodi di analisi fisici, chimici e biochimici;
- organizzazione di "ring test" per l'esecuzione delle analisi di cui sopra con la partecipazione, a livello internazionale, dei laboratori interessati;
- elaborazione dei risultati dei "ring test";
- revisione delle metodiche analitiche alla luce dei risultati dei "ring test";
- approvazione delle metodiche analitiche mediante successive votazioni nei diversi stati di avanzamento con recepimento finale della norma a livello internazionale e successivamente a livello nazionale;
- verifica dello stato di avanzamento dei lavori con incontri, per lo più a frequenza annuale, del Comitato Tecnico.

Anche nel settore della "Soil Quality", le procedure ISO per preparare una norma internazionale debbono passare attraverso vari stadi, i più importanti dei quali sono:

- approvazione di un determinato argomento come un "Work Item" (WI);
- registrazione del WI come "Draft Proposal" (DP) presso il segretariato centrale ISO;
- dopo l'approvazione della versione finale del DP da parte dei membri P del Comitato ISO/TC 190 occorre la sua registrazione in forma di "Draft International Standard" (DIS) presso il segretariato centrale ISO;
- commento e approvazione del DIS da parte di tutti i paesi membri dell'ISO;
- con l'approvazione del 75% dei membri votanti e la maggioranza dei membri P del Comitato, il DIS

viene sottoposto all'esame del Consiglio ISO;

- approvazione da parte del Consiglio ISO e pubblicazione dello Standard Internazionale (Standard ISO).

Il 12mo meeting del Comitato ISO/TC 190 "Soil Quality" si è tenuto a Berna dal 15 al 19 settembre 1997, organizzato dallo Swiss Institute of Environmental Protection and Agriculture. Al meeting erano presenti le delegazioni nazionali di 16 paesi (Australia, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Irlanda, Italia, Olanda, Polonia, Regno Unito, Repubblica Ceca, Slovakia, Svezia, Svizzera, Turchia, Ungheria).

Alla fine dei lavori dei "Working Groups" dei vari Sottocomitati, l'Assemblea Generale, sotto la Chairmanship del Dr. C.R. Meinardi (RVM, Netherlands) e la Segreteria di Mr. R. Welling (Netherlands Normalisatie Institut, Netherlands), ha approvato una dozzina di "Resolutions" per la maggior parte di natura tecnica ed ha stabilito che l'organizzazione della prossima riunione si terrà a Berlino nell'estate/autunno 1998.

Durante l'ultima seduta dell'assemblea generale il Dr. Meinardi ha presentato una relazione finale nella quale è stato fatto il punto della situazione in merito *(i)* alla posizione del Comitato ISO/TC 190 e *(ii)* ai rapporti tra il Comitato 190 e il CEN (Centro Europeo per la Normalizzazione) della UE. I quattro punti principali della relazione sviluppata dal Dr. Meinardi vengono riportati quì di seguito.

1) Utilità e necessità di Standards Internazionali in materia di qualità del suolo

Il TC 190 tenne il suo primo meeting nel 1986; fin dai primi anni della sua attività formulò un buon numero di "Working Items". Nel 1988 il TC 190 approvava una risoluzione in cui veniva focalizzata l'importanza di trattare, anche se in modo non esclusivo, gli aspetti ambientali della qualità del suolo. Gli altri aspetti della scienza e tecnologia del suolo ed in particolare quelli delle metodiche analitiche e della loro standardizzazione continuavano ugualmente a mantenere un sufficiente interesse. Tuttavia l'introduzione delle nuove attività generavano qualche difficoltà nell'ambito del Comitato che perdeva in qualche modo parte della sua coerenza interna.

Gli Standards Internazionali (SI) sulla Qualità del Suolo possono essere usati come metodi di riferimento dalle varie organizzazioni pubbliche e private. Tuttavia il loro uso rimane solo facoltativo e volontario se non vengono convalidati da parte delle autorità preposte. Al contrario l'uso degli SI diventa obbligatorio quando vengono incorporati nella legislazione internazionale e nazionale. Risulta pertanto subito chiaro che solo questa ultima situazione costituisce una solida base per la operatività delle organizzazioni che debbono provvedere alla preparazione degli Standards. Orbene mentre molti Comitati sono in questa posizione favorevole, il TC 190 non lo è. In questi ultimi anni il supporto delle varie delegazioni nazionali è stato abbastanza forte, ragion per cui con un piccolo sforzo si potrebbero ora trasformare gli Standards nazionali in Standards ISO.

L'obiettivo potrebbe essere raggiunto se i governi nazionali, od altre organizzazioni, continueranno a sostenere finanziariamente il TC 190. Ciò potrà avvenire se si realizzasse una stretta cooperazione tra ISO e UE. Tale cooperazione dovrebbe essere possibile poiché molti paesi UE fanno parte del TC 190. D'altro canto l'UE, pur avendo il potere di imporre standards, fino ad ora non ha operato nel settore della "Soil Quality"; inoltre gli accordi di Vienna affermano l'opportunità di evitare sovrapposizioni di attività delle due organizzazioni, nonché di usare gli SI laddove è possibile. Nonostante questa favorevole situazione non sembra facile raggiungere una piena convergenza tra le posizioni ISO e UE.

2) Vari aspetti della Qualità del Suolo

I tre principali aspetti della Qualità del Suolo, già riportati dal Dr. Meinardi nel Bolletino ISO del febbraio 1996, sono i seguenti:

a) presenza di contaminanti del suolo potenzialmente pericolosi per la salute umana;

b) cambiamenti delle caratteristiche del suolo capaci di danneggiarne le funzioni attuali e/o potenziali, alterando gli ecosistemi, e/o deteriorando il paesaggio;

c) dispersione di contaminanti nel suolo e loro trasporto in altri comparti ambientali, con effetti dannosi sulla salute dell'uomo, sui sistemi ecologici, e/o sugli aspetti scenici dell'ambiente.

I danni ambientali, a seconda della loro entità, possono causare problemi di ordine molto diverso, da quello locale a quello continentale e planetario. Un'ampia varietà di problemi ambientali può essere distinta e affrontata con un'altrettanta ampia varietà di metodi. Una classificazione dei metodi da usare è difficilmente proponibile. Due soli esempi, scelti in modo arbitrario e coperti solo in parte dall'ISO/TC 190, possono illustrare il tipo di problemi ambientali che si debbono affrontare:

A) A scala locale spesso sorgono problemi di contaminazione da scarichi industriali su aree aventi meno di uno o di pochi ettari di superficie. Per questi siti, il problema è quello di determinare se in tali aree le funzioni ecologiche del suolo sono state danneggiate. Probabilmente la via migliore per rispondere al quesito è l'effettuazione di un test biologico su campioni di suolo. La vita microbiologica del suolo in esame, specie se comparata con quella di un analogo suolo non contaminato, potrà indicare la condizione ecologica non solo durante il periodo di inquinamento, ma anche dopo che le misure di ricupero sono state effettuate. A questo proposito si può pensare ad un set di Standards Internazionali contenenti i seguenti elementi:

a) tipo di organismo biologico da testare in rapporto al tipo di inquinamento;

b) specifiche tecniche del metodo da utilizzare;

c) preparazione delle operazioni di campionamento;

d) scelta delle procedure per il campionamento, il trattamento, il trasporto, la conservazione del campione;

e) interpretazione statistica dei risultati, comprensiva degli aspetti di accuratezza e di precisione dei dati analitici.

B) I problemi ambientali relativi alla contaminazione di tipo diffuso (non puntiforme) dei suoli, che risultano dalla applicazione di un composto chimico in agricoltura, spesso sono causati dalla diffusione di un agente contaminante. In effetti la contaminazione di un suolo agricolo situato nella zona continentale del Centro Europa può raggiungere la costa del mare, lontana anche centinaia di chilometri. La diffusione di-

pende dalle proprietà chimiche del contaminante e specialmente dal trasporto operato dal flusso delle acque sotterranee. Gli Standards Internazionali sulle proprietà idrauliche del suolo dovrebbero quindi possibilmente comprendere i seguenti aspetti:

a) linee guida su come descrivere il sistema (geo)-idrologico in esame;

b) standards sulla determinazione dell'eccesso di precipitazione e sul ricaricamento della falda freatica;

c) standards sui test di campo delle superfici profonde (per esempio, metodi geofisici);

d) interpretazione statistica dei modelli, compresa la misura della loro accuratezza e precisione.

La discussione dei problemi illustrati in A) e in B) richiamano il tema generale del Sottocomitato 7 (SC 7) che fu originariamente introdotto nel TC 190. Sfortunatamente il SC 7, al momento attuale, sta ancora discutendo in merito al tipo della sua attività. Per evitare questo è opportuno che lo sviluppo delle linee guida di attività di un SC non sia lasciato al Sottocomitato stesso. Al contrario occorre che questo sviluppo venga gestito responsabilmente dal TC 190 nella sua interezza. A questo proposito è pure opportuno che i vari membri attivi che partecipano ai lavori discutano le loro necessità e le loro priorità a livello nazionale e che i vari contributi nazionali siano integrati, nei prossimi anni, nel programma di lavoro del Comitato ISO/TC 190.

3) Possibile cooperazione con il CEN

Il Centro Europeo per la Normalizzazione (CEN) della UE ha già istituito i Comitati sulla Qualità dell'Acqua e sulla Qualità dell'Aria. A questo punto sembrerebbe logico istituire pure il Comitato sulla Qualità del Suolo al fine di coprire tutti e tre i comparti ambientali. Tuttavia il CEN fino ad ora è stato piuttosto riluttante a fare questo, probabilmente per due principali ragioni:

a) la Commissione Europea (EC) non ha ancora emanato una serie coerente di regole concernenti la qualità del suolo, per cui manca la possibilità di avere standards in questo campo;

b) in Europa l'acqua e l'aria hanno effetti chiaramente transconfine, al contrario i problemi ambientali del suolo sono considerati di tipo locale.

Senza entrare nel merito della discussione è chiaro che anche in ambito CEN le cose stanno gradualmente cambiando. Alcuni degli aspetti concernenti l'ambiente in Europa relativamente alla qualità del suolo sono stati trattati durante i lavori del TC 190; la collocazione in agricoltura dei fanghi di depurazione ne è un esempio. Allo stesso tempo l'inizio delle attività da parte della Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) costituisce un altro incentivo a considerare la qualità dei suoli europei fra gli argomenti di primaria importanza.

Un argomento a favore dell'importanza ambientale della qualità del suolo deriva dal fatto che nelle aree rurali la qualità dell'acqua e la qualità del suolo sono strettamente legate, per cui ulteriori considerazioni sui problemi dell'inquinamento diffuso potrebbero essere riservate al settore qualità del suolo. Pertanto l'iniziativa, proposta dalla Svezia, di creare un Comitato CEN sulla Qualità del Suolo ha buone probabilità di successo.

La possibilità di creare un Comitato CEN sulla Qualità del Suolo può avere pesanti ripercussioni per il Comitato ISO/TC 190. Fra gli effetti positivi vi è quello di un possibile coinvolgimento del TC 190 per l'attuazione di programmi specifici. Tutto questo potrebbe comportare un forte sostegno al TC 190 stesso da parte delle delegazioni dei paesi UE. La forma più semplice di coinvolgimento potrebbe essere che il futuro gruppo CEN, in base agli accordi di Vienna, potrebbe usare i documenti ISO adattandoli alle esigenze europee. In questo caso il TC 190 potrebbe essere consultato in merito e probabilmente potrebbe preparare questi adattamenti. Allo stesso tempo, questo tipo di coinvolgimento potrebbe ripercuotersi negativamente sul TC 190 in quanto si verrebbe a formare una separata Commissione CEN con un suo proprio programma comprendente le stesse attività del TC 190, con tutte le implicazioni e le divergenze del caso. Sul piano pratico le delegazioni delle nazioni UE partecipanti al Comitato ISO/TC 190 sarebbero obbligate a modificare i loro programmi orientandoli verso quelli del CEN, il che potrebbe condizionare fortemente la vitalità del TC 190. La sola possibilità di sopravvivenza del TC 190, nella eventualità che il CEN venga realmente coinvolto in materia di suolo, è quella di cercare una stretta collaborazione in modo tale che gli stessi personaggi siano occupati sia nel CEN che nell'ISO.

In merito a quest'ultimo argomento sia il Chairman, sia il Segretario del TC 190 hanno già dichiarato che prenderanno parte alle future attività del CEN in materia di suolo. È pure auspicabile che anche altri de-

b) in Europa l'acqua e l'aria hanno effetti chiaramente transconfine, al contrario i problemi ambientali del suolo sono considerati di tipo locale.

Senza entrare nel merito della discussione è chiaro che anche in ambito CEN le cose stanno gradualmente cambiando. Alcuni degli aspetti concernenti l'ambiente in Europa relativamente alla qualità del suolo sono stati trattati durante i lavori del TC 190; la collocazione in agricoltura dei fanghi di depurazione ne è un esempio. Allo stesso tempo l'inizio delle attività da parte della Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) costituisce un altro incentivo a considerare la qualità dei suoli europei fra gli argomenti di primaria importanza.

Un argomento a favore dell'importanza ambientale della qualità del suolo deriva dal fatto che nelle aree rurali la qualità dell'acqua e la qualità del suolo sono strettamente legate, per cui ulteriori considerazioni sui problemi dell'inquinamento diffuso potrebbero essere riservate al settore qualità del suolo. Pertanto l'iniziativa, proposta dalla Svezia, di creare un Comitato CEN sulla Qualità del Suolo ha buone probabilità di successo.

La possibilità di creare un Comitato CEN sulla Qualità del Suolo può avere pesanti ripercussioni per il Comitato ISO/TC 190. Fra gli effetti positivi vi è quello di un possibile coinvolgimento del TC 190 per l'attuazione di programmi specifici. Tutto questo potrebbe comportare un forte sostegno al TC 190 stesso da parte delle delegazioni dei paesi UE. La forma più semplice di coinvolgimento potrebbe essere che il futuro gruppo CEN, in base agli accordi di Vienna, potrebbe usare i documenti ISO adattandoli alle esigenze europee. In questo caso il TC 190 potrebbe essere consultato in merito e probabilmente potrebbe preparare questi adattamenti. Allo stesso tempo, questo tipo di coinvolgimento potrebbe ripercuotersi negativamente sul TC 190 in quanto si verrebbe a formare una separata Commissione CEN con un suo proprio programma comprendente le stesse attività del TC 190, con tutte le implicazioni e le divergenze del caso. Sul piano pratico le delegazioni delle nazioni UE partecipanti al Comitato ISO/TC 190 sarebbero obbligate a modificare i loro programmi orientandoli verso quelli del CEN, il che potrebbe condizionare fortemente la vitalità del TC 190. La sola possibilità di sopravvivenza del TC 190, nella eventualità che il CEN venga realmente coinvolto in materia di suolo, è quella di cercare una stretta collaborazione in modo tale che gli stessi personaggi siano occupati sia nel CEN che nell'ISO.

In merito a quest'ultimo argomento sia il Chairman, sia il Segretario del TC 190 hanno già dichiarato che prenderanno parte alle future attività del CEN in materia di suolo. È pure auspicabile che anche altri de-

legati del TC 190 (per esempio le segreterie dei Sottocomitati, ecc.) siano disponibili per questo tipo di operazione.

Una futura cooperazione tra ISO/TC 190 e CEN non implica necessariamente che tutte le attività diventino pienamente identiche. Il TC 190, fin dall'inizio, ha beneficiato del contributo delle delegazioni dei paesi non UE anche se, per ragioni pratiche, le delegazioni dei paesi UE hanno avuto il ruolo più importante. In pratica la convergenza delle attività CEN e ISO sminuirà le funzioni dei delegati dei paesi non UE che, ridotti a puri osservatori, cesseranno di partecipare alle riunioni. Questo non è lo scopo dell'ISO e certamente non lo è neanche delle persone delle varie delegazioni del TC 190 che hanno sempre beneficiato della buona cooperazione nei vari gruppi di lavoro.

In tempi brevi dovranno pertanto essere cercate soluzioni tali da rendere possibile un servizio parallelo nell'interesse di entrambe i tipi di delegazione: quelle dei paesi UE e quelle dei paesi non UE. Decisioni a questo proposito dovranno essere prese apertamente e tutte le delegazioni dovrebbero essere pienamente informate per iscritto e senza indugio

4) Decisioni future da prendere con sollecitudine

Sulla base delle precedenti argomentazioni, le azioni da prendere sono:

A) Tutte le delegazioni nazionali dovrebbero riconsiderare le ragioni delle attività del Comitato ISO/TC 190. Gli obiettivi e le aspettative di futuri risultati dovrebbero essere di nuovo ridefiniti a livello nazionale. Tenendo presente che una posizione passiva (o di attesa) molto probabilmente potrebbe portare allo smantellamento del TC 190, risulta opportuno che le necessarie azioni siano prese in tempi brevi.

B) La composizione delle delegazioni nazionali dovrebbe essere rivista in relazione al nuovo programma di lavoro del TC 190 che dovrà basarsi sui programmi preparati a livello nazionale. La nomina dei componenti delle delegazioni nazionali resta comunque esclusivamente a carico delle stesse delegazioni partecipanti al TC 190.

C) Le discussioni su una futura cooperazione tra ISO e CEN dovranno essere attentamente e attivamente seguite dal Comitato ISO/TC 190. La delegazione TC 190 dovrebbe tenere pienamente

informata tutta l'assemblea. Separatamente le delegazioni nazionali dovrebbero pure essere informate per iscritto e senza alcuna dilazione. La delegazione TC 190 dovrà infine tenere presente che la futura cooperazione sarà realizzata con una piena convergenza degli interessi di entrambe le organizzazioni.

D) Se la discussione con il CEN porterà ad un accordo

la delegazione TC 190 dovrà proporre procedure di lavoro tali che gli interessi dei paesi UE e quelli dei paesi non UE siano garantiti anche per il futuro

E) Nel caso peggiore, se nessun nuovo programma di lavoro

per il Comitato ISO/TC 190 emergerà dalle discussioni delle delegazioni a livello nazionale e se il CEN creerà una separata Commissione sulla Qualità del Suolo, l'assemblea del TC 190 dovrà considerare sia i modi per disattivare il TC 190 sia quelli per completare le attività in corso.

I lavori della "I Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali"

Marcello Lupo

Istituto di Agronomia Generale - Università di Palermo
Viale delle Scienze - 90128 Palermo

Dal 30 settembre al 3 ottobre 1997 si é tenuta a Parma la I Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali ed Ambientali.

L'incontro è stato organizzato dalle quattro associazioni scientifiche: SIFET - Società Italiana di Topografia e Fotogrammetria; AIC - Associazione Italiana di Cartografia; AIT - Associazione Italiana di Telerilevamento; AM/FM - Automated Mapping / Facilities Management / GIS.

Obiettivo principale della conferenza, ampiamente soddisfatto, è stato quello di rappresentare un momento di discussione e di scambio di esperienze sulle novità scientifiche ed innovazioni tecnologiche apportate al settore della Cartografia e della rappresentazione cartografica computerizzata; è stato dato inoltre particolare rilievo al sistema GIS (Sistema Informativo Geografico).

I lavori sono stati articolati in cinque sessioni plenarie, venti sessioni parallele e due sessioni poster; nei quattro giorni in cui si è svolta la conferenza sono stati presentati circa 195 lavori dei quali 81 durante le due sessioni poster.

I lavori hanno preso in cosiderazione, non solo tematiche cartografiche, ma anche problematiche riguardanti la diagnostica ambientale, geologica, pedologica e vegetazionale, il telerilevamento, i sistemi informativi territoriali, la fotogrammetria digitale e le applicazioni radar; inoltre una intera sessione è stata dedicata alla Educazione e Formazione col fine di promuovere a tutti i livelli scolastici una nuova cultura del territorio e dell'ambiente.

Alla conferenza è stata affiancata una mostra specializzata di espositori dei sistemi cartografici computerizzati, al fine di consentire ai

convegnisti di valutare le più recenti applicazioni attualmente disponibili sul mercato.

Sono disponibili, per coloro che fossero interessati, gli atti del conferenza, inviando un fax alla "Pubblitecnica SPA"(fax: 06 47865950).

DATE DA RICORDARE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA

Dipartimento di Produzione Vegetale

Con il patrocinio di

Regione Basilicata
SISS
COEMME
Ente Parco Nazionale del Pollino

WORKSHOP

Tecnologie per la difesa e la conservazione delle risorse in ambiente montano

Potenza, 16 Aprile 1998

Informazioni

Prof. Ermanno Zanini
Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali
Università degli Studi di Torino - Via Leonardo da Vinci, 44 - 10095 Grugliasco (TO)
Tel. 011 6505554 - Fax 011 6502139 - e-mail: zanini@valnet.it

SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO (S.I.S.S.)

FACOLTÀ DI AGRARIA UNIVERSITÀ DI NAPOLI "FEDERICO II"

FACOLTÀ DI SCIENZE AMBIENTALI SECONDA UNIVERSITÀ DI NAPOLI

CONVEGNO

Suoli tra vulcanismo e antropizzazione

Napoli - Ischia, 1-6 Giugno 1998

Programma generale

I suoli sviluppati su materiali vulcanici rappresentano da sempre un interessante oggetto di indagine. Esistono tuttavia situazioni in cui la pedogenesi presenta peculiari manifestazioni, che costituiscono un originale stimolo all'approfondimento.

Obiettivo del Convegno S.I.S.S. è quello di promuovere un incontro di studio sulla pedogenesi in ambiente vulcanico, in relazione ai problemi di gestione e valorizzazione della risorsa suolo.

Aree di studio sono i campi e le Isole Flegree, territori di particolare valenza paesaggistica e sottoposti ad intensa incidenza antropica.

Nelle Escursioni saranno visitati suoli in aree caratterizzate da vulcanismo recente-attivo, nelle quali la pedogenesi è resa più complessa dall'interazione con attività antropiche da tempo insistenti sul territorio.

Segreteria Scientifica

Prof. Corrado Buondonno - Tel. 081 7885240 - Fax 081 7755130
Prof. Andrea Buondonno - Tel. 0823 275212 - Fax 0823 275210
e-mail: muselli@chemna.dichi.unina.it

SOIL SCIENCE SOCIETY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

SCIENTIFIC SYMPOSIUM

Soil and water use relating to sustainable development and environment protection

Sarajevo, 17-19 June, 1998

Topics

1. Soil and sustainable development

- Soil damaging and environment protection
- Soil management and protection relating to safety food production
- Industrial and urban development from rational soil management aspect
- Recultivation of damaged soils
- Remediation of contaminated soils
- Legislative regulations about soil use and protection

2. Water and sustainable development

- Agrohydrological budgeting as indicator of agricultural sustainability
- Soil and water conservation, erosion control and flooding problems
- Soil drainage impact on environment and ecosystem
- Irrigation, agriculture and water quality
- Water quality, agrochemical contamination and water protection
- Small ponds as factor of hilly rural area development

Contact for Symposium

Prof. Dr. Husnija Resulovic'
Zavod za Agropedologuu - 71000 Sarajevo, Dolina 6, Bosnia and Herzegovina
Tel. 387-71-667 659 - Fax 387-71-526 222

THE INTERNATIONAL CONFERENCE

Enzymes in the Environment: Activity, Ecology and Applications

Granada, Spain 12-15 July, 1999

Goals

The focus of the conference will be on enzymes as biological/biochemical catalysts in soil, sediments and aquatic ecosystems. Primary participants would be microbial ecologists and biochemists involved with enzyme mediated reactions that relate to the ecology of microbial communities, biogeochemical processes (e.g. C cycling, organic matter decomposition, nutrient transformations, nitrification), and environmental applications.

Program Information

Dr. Richard P. Dick
Dept. of Crop and Soil Science Oregon State University, 3017 ALS
Corvallis, OR 97331-7306 USA
Tel. 1-541-737-5718 - Fax: 1-541-737-5725 - e-mail: Richard.dick@orst.edu

Registration and local Arrangements

Dr. José-Miguel Barea
Consejo Superior de Investigaciones Cientificas
Estacion Experimental del Zaidin Profesor Albareda, 1, 18008, Granada, Spain
Tel. 34 58 12 10 11 - Fax: 34 58 12 96 00 - e-mail: jmbarea@eez.csic.es

REGOLE PER GLI AUTORI

1. Testi forniti su supporto magnetico (Floppy disk, Zip, SyQuest etc.)

È desiderabile che gli autori consegnino il materiale, ogni qualvolta possibile, su supporto magnetico, fornendo all'editore, oltre ai dischetti anche la stampa su supporto cartaceo.

L'editore è in grado di recepire qualunque formato di video scrittura presente sul mercato, ma è preferibile ricevere dischetti su software o su programmi di video scrittura operanti in ambiente MS-DOS o Apple Macintosh.

In particolare si consiglia vivamente di operare con uno dei seguenti programmi:

per MS-DOS:

Write per Windows;
WordPerfect;
Microsoft Word per Windows;
Word per DOS;
WordStar.
Microsoft Excel

per Apple Macintosh:

Write;
Microsoft Word
Microsoft Excel.

Per le tabelle usare il tabulatore tra i vari dati e mandare a capo solo a fine riga, non mandare mai a capo all'interno della stessa cella (di tabella)

Per quanto è possibile raccogliere le figure a fine capitolo, lasciando il titolo e la didascalia nel posto desiderato

Allegare sempre, nel caso di grafici inseriti, l'originale (il file Excel) con una stampata dei dati.

Comunicare sempre il tipo di programma, la versione e il tipo di computer usato.

Evitare:

caratteri con stili che non verranno usati: bordati, ombreggiati, ~~barrati~~;
i fogli stile;
i nomi in MAIUSCOLO (in mancanza di MAIUSCOLETTO usare il Sottolineato e evidenziare la sostituzione);
le sillabazioni forzate (mandare a capo con il trattino);
le note a piè di pagina (raccoglierle a fine capitolo)

2. Bibliografia

2.1 Citazioni nel testo

... come ha detto Sequi (1998)

... sappiamo che l'agricoltura non inquina (Sequi, 1998)

... sappiamo che l'agricoltura non inquina (Sequi e Francaviglia, 1998)

per citare più di due autori (Sequi et al., 1998)

2.2. Elenco bibliografico

La bibliografia generale viene stesa in ordine alfabetico, quando uno stesso autore venga citato più di una volta, all'interno si seguirà l'ordine cronologico.

Esempi:

SEQUI P., R. FRANCAVIGLIA e F. ILARDI, 1998. Titolo. Bollettino SISS, 46: 54-58.

FRANCAVIGLIA R., 1998. Titolo del capitolo. In. Titolo del libro (P. Sequi ed.), pp 410-500. Patron Editore, Bologna.

FRANCAVIGLIA R., 1998. Titolo del libro. Laterza, Bari, 580 pp.

3. Note

Le note a piè di pagina vanno indicate con un numero progressivo, a esponente, senza parentesi.

Finito di stampare dalla Delta Grafica di Città di Castello (PG) nel maggio 1998