



Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
118° (2000), Vol. XXIV, pp. 189-204

ANNA BENEDETTI * - SILVIA DE BERTOLDI *

Qualità del suolo: criteri di definizione **

PREMESSA

La qualità ambientale di un'area o di un territorio può essere stimata e rappresentata con l'uso di opportuni indicatori. Questi possono essere definiti come strumenti in grado di rappresentare, con differenti livelli di approssimazione, particolari condizioni (eventi, processi, stati complessivi di qualità o criticità) dell'ambiente.

Un buon indicatore deve avere alcune caratteristiche riassumibili in: rappresentatività, accessibilità, affidabilità e operatività. Di regola la qualità di un dato sistema ambientale non può essere riassunta attraverso un unico parametro ma deve combinare spesso informazioni relative a più indicatori che talvolta hanno scale di misura diverse e una diversa importanza ai fini delle valutazioni. Ad esempio per descrivere l'inquinamento di un suolo è opportuno impiegare diversi indicatori (pH, presenza/assenza di inquinanti quali cianuri, metalli pesanti, ecc.).

Differenti indicatori, possono quindi contribuire con importanza relativa diversa alla definizione di un unico obiettivo di qualità.

Dalla letteratura è possibile dedurre alcune caratteristiche qualificanti un indicatore come ad esempio quelle proposte dall'OCSE (OCSE, 1993; OECD, 1999).

1. Rilevanza politica e l'utilità per gli utenti:

- Fornire un quadro rappresentativo delle condizioni ambientali, delle pressioni o delle reazioni della società al cambiamento dello stato dell'ambiente;
- Essere semplici, facili da interpretare ed in grado di mostrare i trend temporali;
- Essere reattivi ai cambiamenti ambientali ed alle attività umane collegate;
- Fornire una base per raffronti internazionali;

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

** Relazione presentata al Convegno su "Indicatori per la qualità del suolo: prospettive ed applicabilità", Roma, 29 marzo 2000.

- Avere valenza nazionale o essere applicabili a tematiche regionali di rilevanza nazionale;
- Avere un valore soglia o di riferimento, in modo che gli utenti possano valutare il significato dei valori dell'indicatore.

2. *Validità analitica:*

- Essere teoricamente ben fondato in termini tecnici e scientifici;
- Essere basato su standard internazionali ed avere un consenso internazionale in termini di validità;
- Prestarsi ad essere collegato a modelli economici, a stime di previsione e a sistemi informativi.

3. *Misurabilità:*

- Essere facilmente disponibile o reso disponibile ad un rapporto costo/beneficio ragionevole;
- Essere adeguatamente documentato e di qualità accertata;
- Possibilità di aggiornamento ad intervalli regolari secondo procedure ben definite.

Più schematicamente dunque un indicatore dovrebbe essere rappresentativo, accessibile ed applicabile.

Rappresentatività: l'indicatore deve essere chiaramente correlabile con un certo fenomeno o una certa caratteristica che si vuole rilevare o controllare; deve essere altamente correlabile con l'effetto suddetto, con una minima dispersione statistica; deve essere difficilmente occultabile da fattori di contorno; deve avere una validità sufficientemente generalizzabile a molte situazioni analoghe, anche se non identiche.

Accessibilità: deve essere facilmente misurabile e possibilmente monitorabile automaticamente; deve essere campionabile facilmente; deve avere una soglia di rilevabilità analitica accessibile con tecniche standard.

Affidabilità: deve avere valori minimi di errori sistematici.

Operatività: deve essere direttamente e facilmente utilizzabile per quantificare azioni di intervento, costi e benefici (Gamba e Martignetti, 1995).

La prima difficoltà che si incontra nell'interpretare alcuni fenomeni ambientali deriva anche dall'uso improprio della terminologia. Non poche volte infatti vengono confusi gli indici con gli indicatori oppure con i parametri. Occorre dunque in primo luogo fare chiarezza sul significato di questi vocaboli. Consultando il vocabolario della lingua italiana, parametro, indice e indicatore, vengono così definiti:

Parametro: Variabile, indipendente o coordinata, suscettibile di assumere tutti i valori reali o complessi. Punto di riferimento, criterio di misurazione e valutazione.

Indicatore: Elemento destinato a fornire dati specifici ai fini di un orientamento.

Indice: Elemento destinato ad indicare il valore della grandezza da misurare. Numero, rapporto che esprime una proprietà in modo qualitativo o quantitativo.

Date queste prime definizioni base dei termini è opportuno fornire ulteriori informazioni sulle funzioni di ciascun termine sopra indicato, in quanto spesso il loro significato non è sempre chiaro e le varie definizioni si possono sovrapporre a seconda dei casi. Ad esempio uno stesso elemento può essere, in funzione delle diverse situazioni, parametro, indice o indicatore. Infatti un parametro può non essere un indicatore perché non reattivo a cogliere gli eventuali cambiamenti in atto. Un indicatore viene scelto tra i parametri perché qualificante una certa situazione, pertanto ha carattere, nella maggior parte dei casi, di osservazione puntuale. L'indicatore raccoglie più indicatori o parametri pertanto è qualificante di una situazione generalizzata.

Queste definizioni possono adattarsi a vari settori, dalla matematica alla medicina alla meteorologia ecc. È importante dunque per applicare opportunamente le terminologie, comprenderne il significato. Probabilmente utilizzando l'esperienza che ciascuno di noi ha acquisito, per esempio in campo medico, sarà più facile trasporre successivamente la terminologia alla scienza del suolo.

Quando una persona avverte qualche brivido di freddo, un malessere diffuso, dolore alle articolazioni, la prima cosa che fa è di misurarsi la "febbre". Bene, in questo caso la temperatura corporea potrebbe essere un indicatore dell'influenza. La temperatura in genere è un *parametro* che applicato in campo medico diventa un *indice* di salute e successivamente un *indicatore* di una malattia. Infatti, la temperatura corporea dell'uomo presenta valori nella *norma* tra i 36°C e i 37°C. Se questa si abbassa o si alza diventa indice di una patologia, che per essere individuata necessita di accertamenti aggiuntivi. Certo è però che 40°C saranno indicatori di un'alterazione febbrile, mentre 34°C di un inizio di congelamento. Lo *standard*, invece, è riferibile al parametro prescelto (ad esempio la temperatura può essere misurata in ° Celsius o in Fahrenheit e lo standard è rappresentato dall'unità di misura prescelta).

Trasferendo questa terminologia alla scienza del suolo possiamo ad esempio assumere la sostanza organica come *indicatore* di qualità del suolo. Generalmente il contenuto in carbonio organico del suolo agrario è un *parametro* che identifica il contenuto in sostanza organica. Alle nostre latitudini il suo contenuto medio nei suoli agrari oscilla tra l'1 ed il 3%. Una diminuzione nel tempo di questa quantità potrebbe essere *indicatore* di depauperamento umico e può, se permane nel tempo, essere indice di perdita della fertilità del suolo. Infatti da un lato si considera la concentrazione della sostanza organica del suolo isolatamente dall'altro si associa tale parametro alla fertilità del suolo definita da altre grandezze (es. contenuto in elementi nutritivi, minore quantità di biomassa microbica ecc.). Allo stesso modo l'efficacia di un ammendamento può essere valutata attraverso la misura dell'incremento della quantità di sostanza organica, che diviene quindi un *indice* di efficienza della fertilizzazione utilizzata. La sostanza organica dunque, insieme ad altri parametri, può quindi diventare *indice* e successivamente *indicatore* di qualità del suolo.

È bene sottolineare che un indice può essere nel contempo parametro e indi-

catore, mentre un parametro da solo può non essere un indice e che un indicatore considerato singolarmente non può essere un indice. Infatti un parametro può non essere un indicatore perché non reattivo a cogliere gli eventuali cambiamenti in atto. Un indicatore viene scelto tra i parametri perché qualificante una certa situazione, pertanto ha carattere, nella maggior parte dei casi, di osservazione puntuale. L'indice raccoglie più indicatori o parametri pertanto è qualificante di una situazione generalizzata. (Tab. 1).

Tab. 1. *Parametro, indice, indicatore.*

<i>Parametro</i>	<i>Indice</i>	<i>Indicatore</i>
√		
√	√	√
√		√

Secondo l'OCSE (1993) vengono date le seguenti definizioni:

- Parametro: proprietà che si misura o osserva;
- Indicatore: parametro, o valore derivato da un parametro, dal quale è possibile ricavare informazioni circa lo stato di un fenomeno, ambiente, area con un significato estendibile anche al di fuori di un fenomeno, ambiente, area, perché direttamente correlato al valore del parametro.
- Indice: insieme di parametri o indicatori aggregati o pesati.

In definitiva secondo l'OCSE la definizione di un indicatore è un concetto molto ampio. Molte istituzioni e molti autori hanno dato una loro definizione di indicatore. Gallopin (1997) in OCSE, Working document, ad esempio riporta che gli indicatori sono descrivibili in vario modo come: parametri, variabili, misure, elaborazioni statistiche, parametri stimati, valori, strumenti di misura, frazioni, indici, parti di informazioni, modelli empirici, segnali.

Oltre alle definizioni date precedentemente, risultano utili anche quelle di "Standard" e "Norma", che vengono usualmente impiegate per definire delle regole anche legislative e nel linguaggio comune vengono utilizzate come sinonimi quando in realtà non lo sono affatto. Sempre riferendoci al vocabolario della lingua italiana possiamo quindi definire:

Standard: Elemento conforme ad un determinato modello assunto come normale.

Norma: Singolo precetto morale, tecnico, giuridico riferibile ad una formulazione imperativa determinata all'ambito della generalità per sottolineare l'assoluta obbligatorietà di un comportamento.

Possiamo avere dunque standard di qualità del suolo e norme che li regolano. Ci sono standard e norme ISO e CEN. Le norme emanate dall'UE sono note come norme EN.

STATO DELL'ARTE: INDICATORI DI QUALITÀ DEL SUOLO A LIVELLO INTERNAZIONALE

Dall'inizio degli anni '80 nel mondo si sta verificando un decremento della capacità produttiva del suolo in oltre il 10% delle terre coltivate, come risultato dell'erosione dei suoli, dell'inquinamento atmosferico, delle coltivazioni, dell'eccessivo pascolo, della salificazione e soprattutto della desertificazione. Come per l'aria e l'acqua anche per il suolo la sua qualità ha un grande effetto sulla salute e sulla produttività di un dato ecosistema e del suo ambiente.

Un set di indicatori base per valutare la salute e la qualità del suolo non è stato ancora ben definito, nonostante le diverse proposte avanzate sia dall'American Soil Science Society (ASSS), che da altri organismi internazionali. Ciò è dovuto soprattutto alla difficoltà di definire e identificare che cosa rappresenta la qualità del suolo e come questa può essere stimata.

Molte definizioni di qualità del suolo sono state date in questi ultimi anni, ma quella che sembra meglio riassumere il concetto è stata proposta da Doran e Parkin (1994) “*La capacità del suolo di interagire con l'ecosistema per mantenere la produttività biologica, la qualità ambientale e promuovere la salute animale e vegetale*”.

Sono stati altresì individuati tre criteri essenziali per la qualità del suolo (Rodale Institute, 1991).

1. *Produttività*: La capacità del suolo di aumentare la produttività biologica e delle piante.
2. *Qualità ambientale*: La capacità del suolo di attenuare le contaminazioni ambientali, i patogeni ed i danni esterni.
3. *Salute degli organismi viventi*: L'interrelazione tra la qualità del suolo e la salute delle piante, degli animali e dell'uomo.

Durante il congresso internazionale della ISSS tenutosi a Montpellier (agosto 1998) si è parlato di qualità del suolo. In particolare Mc Grath (1998) ha espresso la qualità del suolo come quella funzione del suolo da cui la biosfera dipende per la sua continua sopravvivenza, schematizzandone i requisiti fondamentali nel seguente modo:

- Produzione di fibre alimentari;
- Supporto per la crescita delle piante;
- Filtro per l'acqua e gli inquinanti;
- Funzionalità dell'ecosistema;
- Degradazione degli inquinanti organici.

Nel dicembre 1998 si è tenuta a Roma nell'ambito del Convegno dell'Azione Cost 831 sulle biotecnologie del suolo per il ripristino, il monitoraggio e la conservazione della fertilità, una tavola rotonda sulla definizione della qualità del suolo (Benedetti *et al.*, 2000). Richard Burns, che guidava il dibattito, alla domanda “Possiamo definire, manipolare o misurare la qualità del suolo” ha suggerito di selezionare defi-

nizioni inerenti le funzioni del suolo, ribadendo l'importanza di considerare che i suoli sono diversi. Inoltre sono state avanzate altre osservazioni sulla procedura per la valutazione della qualità del suolo, in cui si sottolineavano i seguenti punti critici:

- Che cosa è importante definire per raggiungere uno standard di qualità del suolo?
- È possibile misurare la qualità del suolo in ogni scala?
- Quali mezzi di standardizzazione esistono in grado di tenere in considerazione l'eterogeneità, le specie e la plasticità del suolo, senza trascurarne le proprietà chiave ed il tasso di trasformazione potenziale *vs.* i processi?

Nell'ambito del dibattito Paolo Nannipieri ha indicato che le proprietà chimiche e fisiche del suolo sono generalmente più stabili e quindi più semplici da individuare, mentre la componente microbica essendo più sensibile, è suscettibile di variazioni indipendenti dalla qualità del suolo.

Phil Brookes ha inoltre ribadito che gli effetti dell'inquinamento possono dipendere dai tipi di suolo e di conseguenza le caratteristiche abiotiche dovrebbero essere prese in considerazione quando si tratta di definire le qualità del suolo, concludendo che applicare un solo parametro sarebbe irrealistico.

Parametri per le valutazioni della qualità del suolo

I parametri per la valutazione della qualità del suolo possono essere suddivisi in fisici, chimici e biologici, ma è fondamentale comunque un'integrazione tra essi.

Attualmente anche presso gli organismi di normazione internazionale si sta discutendo molto in merito alla definizione di standard di qualità del suolo.

Ad esempio l'EPA (the US Environmental Protection Agency) ha proposto come indicatori chimici della qualità del suolo ben 1800 parametri. Presso l'OCSE è in corso un'attività per la definizione degli indicatori agro-ambientali tra i quali quelli inerenti la qualità del suolo. Tra tutti gli indicatori di area (ben 247) vengono proposti 58 indicatori per la qualità del suolo. Tra i diversi indicatori chimici troviamo ad esempio il n° 34, specifico per il contenuto di sostanza organica stimata per mezzo di modelli e l'indicatore n° 64 per la sostanza organica del suolo, espressa in peso per unità di volume.

Per quanto riguarda gli indicatori fisici, troviamo il n° 61, specifico per la compattazione e la formazione di croste (deterioramento della struttura) misurato in percentuale dell'area dove si verificano formazioni di croste o compattamento.

Molto più ricche sono le tabelle proposte dall'ISO TC 190 "Soil Quality" per i parametri fisici, chimici e biologici indispensabili da prendere in considerazione nel ripristino dei suoli (tab. 2; tab. 3; tab. 4):

Tabella 2. *Parametri fisici* (ISO TC 190 “Soil Quality” – SC7 “Soil and Site assessment” documento di lavoro).

<i>Parametri</i>	<i>Standard internazionali</i>
Caratteristiche petrografiche	
Mineralogia	
Natura della roccia madre	
Profilo del suolo	
Tessitura	
Contenuto d’acqua	ISO 10537
Presenza di radici ecc.	
Conducibilità idraulica	DIS 11275-1 / DIS 11275-2
Pressione dell’acqua nei pori	CD 15048 / ISO 11276
Indice di plasticità	
Consistenza	
Stabilità della struttura	
Grado di infiltrazione	
Distribuzione della dimensione delle particelle	ISO 11277
Stato di aggregazione	DIS 11273-1
Scheletro	CD 11273-2
Densità apparente	FDIS 11272

Tabella 3. *Parametri chimici* (ISO TC 190 “Soil Quality” – SC7 “Soil and Site assessment”, documento di lavoro).

<i>Parametri</i>	<i>Standard internazionali</i>
pH	ISO 10390
Potenziale redox	ISO 11271
Salinità	
Sodio	
Carbonio organico totale	ISO 10694
Perdite alla calcinazione a specifiche temperature	
Capacità di scambio cationico	ISO 11260 / ISO 13526
Contenuto di sostanza secca	ISO 11465
Carbonati	ISO 10693
Conducibilità elettrica specifica	ISO 11265
Acidità di scambio	DIS 14254

Tabella 4. *Parametri biologici* (ISO TC 190 “Soil Quality” – SC7 “Soil and Site assessment”, documento di lavoro).

<i>Parametri</i>	<i>Standard internazionali</i>
Attività microbica	ISO 14239 / ISO 11266 ISO 14238 / NP 15473
Specie vegetali nocive	
Tossicità per la pianta	ISO 11269
Tossicità per i microrganismi	
Presenza di patogeni	
Biomassa microbica	ISO 14240
Tossicità per la macrofauna	ISO 11268

Anche l'ASSS ha proposto alcuni indicatori fisici, chimici e biologici per definire la qualità del suolo (tabella 5), fornendo anche alcune indicazioni relative l'impatto che hanno gli indicatori selezionati per la qualità del suolo su alcuni processi (tabella 6).

Tabella 5. *Caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche proposte come indicatori base per la qualità del suolo (SSSA), liberamente tratta da Doran, J.W. and T.B. Parkin (1994): "Defining and Assessing Soil Quality".*

<i>Caratteristiche del suolo</i>	<i>Metodologia</i>
<i>Indicatori fisici</i>	
Tessitura del suolo Profondità del suolo e degli apparati radicali Densità apparente e infiltrazione	Metodo dell'idrometro Estrazione e scavo del suolo
Caratteristiche di ritenzione idrica	Determinazione di campo con l'uso di anelli di infiltrazione Contenuto idrico ad una tensione di -33 e 1500 kPa
Contenuto idrico	Analisi gravimetrica (perdita di peso nelle 24 ore a 105°C)
Temperatura del suolo	Termometro a mano
<i>Indicatori chimici</i>	
C e N organici totali pH	Combustione (metodo volumetrico) Determinazione di campo e di laboratorio con pHmetro
Conduttività elettrica	Determinazione di campo e di laboratorio con conduttimetro
N (NH_4^+ e NO_3^-), P e K minerali	Determinazione di campo e di laboratorio (metodo volumetrico)
<i>Indicatori biologici</i>	
C e N della biomassa microbica	Fumigazione/incubazione con cloroformio (metodo volumetrico)
N potenzialmente mineralizzabile	Incubazione anaerobica (metodo volumetrico)
Respirazione del suolo	Determinazione di campo per mezzo di anelli di infiltrazione coperti ed in laboratorio con la misura della biomassa
C biomassa / C organico totale Respirazione/biomassa	Stima della stabilità dell'ecosistema

Tabella 6. *Impatto che hanno gli indicatori selezionati per la qualità del suolo su alcuni processi* (Karlen *et al.*, 1997).

INDICATORI	IMPATTO SU ALCUNI PROCESSI DEL SUOLO
<i>Sostanza organica</i>	Ciclo dei nutrienti, ritenzione dei pesticidi e dell'acqua
<i>Infiltrazione</i>	Potenziale di percolamento, efficienza delle piante nell'uso dell'acqua, potenziale di erosione
<i>Aggregazione</i>	Struttura del suolo, resistenza all'erosione, emergenza delle colture, infiltrazione
<i>pH</i>	Disponibilità di nutrienti, assorbimento e mobilità dei pesticidi
<i>Biomassa microbica</i>	Attività biologica, ciclo dei nutrienti, capacità di degradare i pesticidi
<i>Forme di azoto</i>	Disponibilità per le colture, potenziale di percolamento, grado di mineralizzazione e di immobilizzazione
<i>Densità apparente</i>	Penetrazione delle radici delle piante, spazio riempito dall'aria e dall'acqua dei pori, attività biologica
<i>Profondità dello strato superficiale</i>	Volume radicale, disponibilità di acqua e nutrienti
<i>Conduttività o salinità</i>	Infiltrazione idrica, crescita delle colture, struttura del suolo
<i>Nutrienti disponibili</i>	Capacità di sostenere la crescita delle piante, rischio ambientale

Va sottolineato che tutti gli indicatori finora elencati sono indicatori di stato perché esprimono la condizione ambientale al tempo t (qualità dell'ambiente, qualità/quantità delle risorse ambientali). Altra caratteristica generale degli indicatori di stato è che non consentono l'attribuzione delle responsabilità di eventuali processi di degrado in atto, in quanto l'agricoltura, per esempio, è solo una delle attività economiche che può avere un impatto sullo stato dell'ambiente.

Altre iniziative internazionali rilevanti sugli indicatori agroambientali sono quelle di EUROSTAT (European System of Environmental Pressure indices) che risultano essere più articolate di quelle precedentemente descritte e fanno riferimento a temi ambientali molto specifici (es. acque marine, acque costiere, ambiente urbano, ecc.) e dell'USDA (Agricultural Resources and Environmental Indicators), che considerano oltre al suolo, problemi di qualità delle acque e gestione degli elementi nutritivi.

STATO DELL'ARTE: INDICATORI DI QUALITÀ DEL SUOLO A LIVELLO NAZIONALE

A livello nazionale ancora non disponiamo di indicazioni legislative, ad eccezione del DL n° 22 del 5/2/97 in materia di rifiuti, che all'articolo 17 fornisce alcune indicazioni sulla bonifica di siti contaminati e più in particolare nel decreto di attuazione (DM n° 471 del 25/10/1999) relativo al regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati. Qui vengono date tabelle sui valori delle concentrazioni limite accettabili di vari parametri nel suolo e nel sottosuolo riferiti a siti ad uso verde, pubblico, privato e residenziale e a siti ad uso commerciale ed industriale. Tuttavia questi decreti non definiscono un livello di qualità del suolo, bensì dei valori di accettabilità minima per alcuni parametri per una riconversione d'uso del suolo. Fortunatamente non poche sono le attività in corso a livello nazionale che condurranno all'identificazione di un numero di parametri in grado di qualificare la qualità dei suoli italiani. Si citano qui alcune di queste iniziative.

La Società Italiana per la Scienza del Suolo ha istituito un Comitato Tecnico per lo studio di "suoli e siti contaminati", per la promozione e la realizzazione di iniziative di ricerca, di sperimentazione e di informazione, finalizzate allo studio e al recupero di suoli contaminati. Il Comitato si avvarrà della collaborazione di altre Commissioni, come quelle di Chimica, Microbiologia, Suolo e Ambiente. Molte regioni hanno attivato tavoli di concertazione per definire indici di inquinamento del suolo. Ad esempio la Regione Toscana e Piemonte hanno la legge 20/93 "Linee guida per gli interventi di bonifica dei terreni contaminati" (8 marzo 1995). La Regione Friuli Venezia Giulia ha la legge 4 settembre 1991 n. 42 "Norme in materia di recupero di aree degradate a seguito di attività di smaltimento dei rifiuti o estrattive", e così altre Regioni presentano leggi simili sulla tutela del territorio. L'ANPA (Associazione Nazionale Protezione Ambiente) ha istituito con sede presso l'ARPA Piemonte di Torino il Centro Tematico Nazionale Suoli e Siti Contaminati, del quale verrà riferito in questo stesso convegno. A livello di normazione nazionale disponiamo, sempre sull'inquinamento del suolo, di standard UNI e di una guida UNI per la valutazione di terreni e falde contaminati (Manuale n° 185, 1997).

Considerare solo l'aspetto dell'inquinamento del suolo è comunque riduttivo; resta invece indispensabile potere definire la qualità del suolo ad esempio in funzione dell'uso che di esso se ne vuole fare per poi successivamente definirne eventuali pressioni in senso positivo o negativo. In questo contesto è nata l'iniziativa dell'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, di investire tempo e denaro nella realizzazione di un atlante di indicatori per la qualità del suolo, puntando inizialmente all'individuazione di alcuni parametri chimici e fisici e lasciando ad un secondo approfondimento quelli biologici. L'Atlante vuole essere una forma di avvicinamento alla grande utenza, sfruttando quella che potremmo definire la "semeiotica" del suolo, cioè la lettura e l'interpretazione dei fenomeni visibili e facilmente individuabili.

Metodi di analisi ufficiali

Strettamente connesso con il problema dell'identificazione di indicatori per la qualità del suolo è quello della normalizzazione e successiva ufficializzazione a livello nazionale dei metodi di analisi.

Anche in questo caso disporre di un linguaggio comune è importante per allontanare quanto più possibile i problemi interpretativi.

La Società Italiana per la Scienza del Suolo, unitamente all'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, sta lavorando ormai da anni alla realizzazione di una collana di metodi di analisi del suolo, molti dei quali approvati come metodi di riferimento nazionali.

Disponiamo oggi di metodi ufficiali di analisi fisica del suolo (*DM 01/08/97, Supp. Ord. G.U. n. 204 del 02/09/97*) e chimica del suolo (*DM 13/09/99, Supp. Ord. G.U. n. 248 del 21/10/99*) che amplia i metodi ufficiali già pubblicati con *DM 11/05/92, Supp. Ord. G.U. n. 121 del 25/05/92*.

Va segnalato che sono attualmente in corso di stampa i metodi per l'analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico ed in corso avanzato di stesura i manuali dei metodi di analisi microbiologica e biochimica del suolo.

Dal panorama descritto appare evidente come non esista un parametro od un gruppo minimo di essi univocamente definito per la qualità del suolo, ma di volta in volta i parametri vanno individuati in funzione delle destinazioni d'uso del suolo da un lato e delle problematiche territoriali dall'altro.

Come già detto per l'Italia e per l'area mediterranea in generale, le problematiche già presenti riguardano il pericolo di desertificazione, di erosione dei suoli, ecc. In questo contesto i parametri relativi alla quantità e alla qualità della sostanza organica del suolo e quelli tipici relativi alla porosità ed al grado di compattamento del suolo sembrano essere al momento i più idonei per definire le condizioni di qualità dei suoli italiani prescelti tra l'altro perché disponiamo di tutti i metodi ufficiali di analisi.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO ATLAS

Il progetto ATLAS prevede la redazione di un atlante che illustri con esempi pratici, alcuni tra i molteplici indicatori esistenti per la definizione della qualità del suolo, scelti tra parametri qualificanti la fertilità fisica e la fertilità chimica.

L'obiettivo del lavoro consiste nel monitoraggio delle risorse naturali per l'ottimizzazione della produzione agricola nel rispetto della sostenibilità ambientale e nell'ambito delle iniziative dell'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo.

Il monitoraggio della qualità del suolo è finalizzato alla:

- a) conservazione, incremento e ripristino della fertilità fisica, chimica e biologica;
- b) pianificazione territoriale (vocazione d'uso);
- c) difesa del suolo dall'impatto di fattori antropici e non.

Il volume inizialmente prevede solo alcuni esempi mirati di indicatori fisici e chimici su suoli tipici italiani a vocazione agraria e forestale e sarà organizzato a schede in modo da essere integrato in momenti successivi.

Ogni scheda sarà costituita dalla descrizione geografica e pedologica del sito con relativa vocazione d'uso, inoltre a ciascun indice verrà affiancata una breve descrizione della metodologica scientifica utilizzata, dalle 5 alle 10 applicazioni, con relativo commento interpretativo.

Per quanto riguarda gli indicatori per la fertilità fisica dei suoli sono state prese in considerazione:

- a) Porosità (sistema dei pori), mediante la tecnica della micromorfologia, basata sullo studio al microscopio ottico di sezioni sottili di terreno opportunamente preparate e determinazione qualitativa e quantitativa della porosità per mezzo dell'analisi di immagine.
- b) Grado di compattamento e suscettibilità al compattamento.
- c) Croste superficiali e suscettibilità alla loro formazione (limo, stabilità degli aggreganti, sostanza organica).
- d) Strati compatti lungo il profilo (suola d'aratura).
- e) Perdita di struttura (effetto di interventi antropici: lavorazioni, sbancamenti, ecc.).
- f) Erodibilità (quantificazione e previsione dei processi erosivi).
- g) Crepacciamento (indice di fessurabilità; relazione dimensione crepe – capacità di autostrutturazione).

Per gli indicatori chimici, è stata prescelta la sostanza organica con gli altri parametri correlati:

- Sostanza organica%
- C organico%
- HA%
- FA%
- DH%
- HR%
- HI
- N totale%
- C/N

Per la sostanza organica ritenendo molto importante la caratterizzazione qualitativa verranno presentati nell'ATLAS alcuni approfondimenti ottenuti mediante analisi termica differenziale ed isoelettrofocalizzazione.

Operatori coinvolti: Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante (ISNP), Roma;
Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo (ISSDS), Firenze.

L'Atlante, redatto in lingua sia italiana che inglese per dare una valenza ed una ricaduta maggiore all'opera, sarà composto da una serie di schede tecniche, illu-

strate, con esempi pratici, di facile consultazione ed interpretazione relative ai parametri della qualità del suolo.

Il lavoro è articolato in tre livelli di progressività temporale. Nel primo anno di attività sono stati individuati i diversi suoli a vocazione agraria e forestale, sono stati campionati e sottoposti alle analisi preliminari per la caratterizzazione di base. Nel secondo anno sono state effettuate le determinazioni relative agli indicatori prescelti, per mezzo delle tecniche in seguito descritte, nel terzo anno la redazione delle schede tecniche vere e proprie.

Nel tempo invece si procederà alla taratura di altri parametri sulle medesime o su altre realtà territoriali.

Per la realizzazione dell'Atlante è stato costituito un Comitato di redazione composto da due rappresentanti del MiPAF, dai direttori dell'ISNP e del ISSDS, più rappresentanti dell'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo ed esperti della materia. Ciascun membro del comitato potrà nominare un sostituto.

Comitato di redazione:

- Prof. P. Sequi (ISNP)
- Dr. G. Loffredo (MiPAF)
- Prof. M. Pagliai (ISSDS)
- Dr.ssa A. Benedetti (ISNP)
- Dr.ssa R. Francaviglia (ISNP)
- Dr. E. Costantini (ISSDS)
- Dr. S. Pellegrini (ISSDS)
- Dr. F. Bellino (Regione Puglia)
- Dr. M. Perciabosco (Regione Sicilia)

Inoltre è stato proposto un Comitato di referee internazionali che valuteranno la correttezza scientifica dei singoli metodi proposti, nonché gli aspetti applicativi.

Comitato di referee internazionali:

- Stephan Nortcliff (Department of Soil Science, University of Reading, Whiteknights, UK).
- Paolo Nannipieri (Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta, Università di Firenze).
- Phil C. Brookes (Soil Science Department, AFRC Institute of Arable Crops Research, Rothamsted Experimental Station, Herts, UK).

Scelta e localizzazione dei suoli oggetto di studio

1. *Centro sperimentale ISSDS di Fagna, Mugello, Scarperia, (Firenze)*: Suoli a tessitura franco argillosa sviluppati su sedimenti lacustri rappresentativi degli ambienti collinari Tosco-Romagnoli. Sono presenti esperimenti a lungo termine in cui si confrontano diversi tipi di lavorazioni del terreno e di gestione del suolo.
2. *Centro sperimentale ISSDS di Vicarello, Volterra, (Pisa)*: Suoli a tessitura argillosa sviluppati su argille marine del Pliocene rappresentativi di ambienti collinari del Centro-sud Italia. È presente un esperimento a lungo termine impostato nel 1970 in cui si confrontano diversi sistemi di gestione del suolo, incluso il terreno incolto.
3. *Centro sperimentale ISSDS San Pastore, loc. Piedifiume, (Rieti)*: Suoli franco argillosi alluvionali. Esperimenti a lungo termine di differenti sistemi di lavorazione del terreno.
4. *Centro sperimentale ISSDS San Pastore, loc. Casa Bianca, (Rieti)*: Suoli argillosi alluvionali. Esperimenti a lungo termine di differenti sistemi di lavorazione del terreno.
5. *Azienda sperimentale Università di Palermo, Pietranera*: Vertisuoli, seminativo.
6. *Tenuta Presidenziale di Castelporziano*: Suolo forestale con zone degradate dall'alto carico di fauna selvatica (in prevalenza cinghiali).
7. *Tenuta Presidenziale di Castelporziano*: Suolo agrario (prato permanente con aree compattate dal calpestio del bestiame).
8. *Caldera del Lago di Vico*: Suolo forestale (Tipico Andosuolo).
9. *Ledera, (Ragusa)*: Suolo forestale, (Lithic Haploxeroll)
10. *Provincia di Siena*: Suoli tendenzialmente argillosi investiti a vigneto e oliveto.
11. *Azienda sperimentale dell'Università di Udine*: Confronti fra diversi sistemi colturali (rotazioni).

I siti sono stati scelti perché qualificanti alcuni ambienti e situazioni gestionali tipiche italiane; tuttavia non vogliono rappresentare delle generalizzazioni ma solo degli esempi. Inoltre gli indicatori oggetto di studio verranno tarati negli stessi siti, tentando di individuare a fine esperienza una lettura integrata dei risultati.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Dott.ssa Francaviglia dell'ISNP per la rilettura critica del testo.

BIBLIOGRAFIA

- Benedetti A., Tittarelli F., Pinzari F., de Bertoldi S. Eds. (2000): *Cost 831 Annual Report 1998*, Directorate general XII Science Research and Development.
- Benedetti A., Tittarelli F., Pinzari F., de Bertoldi S. Eds.: *Proceedings of joint WGs meeting of the Cost Action 831, Biotechnology of soil: monitoring, conservation and remediation*. Rome, 10-11 December 1998. Directorate general XII Science Research and development (in press).
- Doran J.W., Parkin T.B. (1994): *Defining and Assessing Soil Quality*. Soil Science Society of America, 677 Sogoe Rd., Madison WI 53711, USA. In *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSS Special Publication n. 35.
- Gamba G., Martignetti G. (1995): *Dizionario dell'ambiente*, Isedi editore.
- ISO TC 190. Working document.
- Karlen D.L., Mausbach M.J., Doran J.W., Cline R.G., Harris R.F., Schuman G.E. (1997): Soil Science Society of America, 61. *Soil quality: a concept, a definition and framework for evaluation*.
- Mc Grath S. (1998): *Soil remediation: Criteria and indicators of soil quality*. Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science, Montpellier.
- Ministero per le Politiche Agricole – Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo (1997): *Metodi Ufficiali d'Analisi di fisica del suolo*, Collana di metodi analitici per l'Agricoltura diretta da Paolo Sequi, coordinatore Marcello Pagliai, Franco Angeli Editore.
- OCSE. Working document.
- OCSE (1993): "Environmental Monographs n. 83". OECD Core set of indicators for environmental performance reviews.
- OECD (1999): "Environmental Indicators for Agriculture", Vol. 2, Issues and Design, The York Workshop.
- Rodale Institute (1991): *Conference report and abstract, Int. Conf. On the Assessment and Monitoring of Soil Quality*. Emmaus, PA. 11-13 July 1991. Rodale Press. Emmaus, PA.
- Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 248 del 21/10/1999; D.M. 13/09/1999. *Metodi Ufficiali d'Analisi di chimica del suolo*.
- UNICHIM (1997): *Linee guida per la valutazione di terreni e falde contaminati: aspetti normativi e analisi di rischio*, Manuale n°185.