Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
118° (2000), Vol. XXIV, pp. 249-274

PINA NAPPI *

Rappresentare la qualità del suolo mediante indicatori e indici: l'esperienza del Centro Tematico Nazionale suolo e siti contaminati **

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni sono state proposte numerose definizioni per la qualità del suolo che prendono in esame la produttività, la qualità ambientale e la salvaguardia della salute umana; tutte queste definizioni sono riconducibili a due fondamentali concetti, di cui il primo "la capacità del suolo a funzionare" è legato principalmente alle caratteristiche strutturali del terreno ed il secondo "*fitness for use*" esprime un concetto dinamico ed è correlato all'influenza delle attività umane sul suolo. In effetti la qualità del suolo è definita da entrambi i concetti e può essere espressa come "la capacità del suolo stesso ad esplicare le sue funzioni ed è strettamente legata all'utilizzo ed alla gestione antropica". Pertanto la qualità del suolo consiste nell'insieme delle sue caratteristiche che permettono di soddisfare gli utilizzatori, sia che il suolo sia destinato alla coltivazione, alla protezione delle acque sotterranee, alla costruzione di edifici, al mantenimento di aree protette, e così via.

Il suolo è una *risorsa naturale*, *non rinnovabile* nella scala temporale umana, *fondamentale.* Purtroppo è una risorsa soggetta a elevato rischio di perdita e di degrado, per modalità d'uso scorrette. Risulta pertanto indispensabile provvedere alla sua conservazione, traendone il massimo vantaggio produttivo oggi, ma garantendo tale opportunità alle generazioni future, con un *uso sostenibile,* cioè compatibile con le caratteristiche proprie della risorsa stessa e dell'ambiente, attento e rispettoso dei processi e dei tempi necessari alla sua rigenerazione.

Una corretta utilizzazione e gestione del suolo non può prescindere da una

* ARPA Piemonte, Via della Rocca 49, 10123 Torino.

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

approfondita conoscenza: infatti le attività antropiche dovrebbero essere programmate in stretta relazione con le caratteristiche delle varie tipologie pedologiche dei suoli, cioè tenendo conto della vocazionalità di un determinato tipo di suolo a sopportare le attività umane. Quando questa utilizzazione e gestione avviene in modo intensivo o comunque non corretto e non tenendo conto della reale vocazionalità del suolo, insorgono fenomeni di degradazione.

I Centri Tematici Nazionali

L'ANPA sta organizzando il nuovo sistema nazionale conoscitivo e dei controlli ambientali, in attuazione del decreto del Ministro dell'Ambiente del 29 ottobre 1998, che contiene le disposizioni e le modalità del trasferimento del programma SINA dal Ministero all'ANPA. Nell'ambito di tale sistema, i CTN (Centri Tematici Nazionali) rappresentano il principale strumento di supporto operativo dell'ANPA, per l'espletamento di quelle attività di formazione delle regole per favorire l'integrazione territoriale e tematica delle informazioni ambientali a livello nazionale.

Lo schema riportato in Figura 1 permette di valutare correttamente la collocazione dei CTN nell'ambito della nuova struttura del SINANet; i CTN sono prioritariamente il luogo di definizione delle regole che devono essere utilizzate per la raccolta e la elaborazione dei dati. In una prima fase i CTN si occupano anche della raccolta dei dati stessi, in attesa della attivazione dei Punti Focali Regionali (PFR) ai quali verrà successivamente demandata questa attività. I CTN cooperano con i diversi soggetti che fanno parte della rete, cioè i Ministeri, l'ISTAT e le Istituzioni Principali di Riferimento (IPR); queste ultime rappresentano i centri ove si trovano, di fatto, molte delle conoscenze e dei dati utili ai CTN.

I CTN per ora operanti sono sei, e riguardano: Atmosfera, Clima ed Emissioni (ACE), Acque Interne e Marino Costiere (AIM), Rifiuti (RIF), Agenti Fisici (AGF), Conservazione della natura (CON) e, naturalmente, Suolo e Siti Contaminati (SSC).

Il CTN Suolo e Siti Contaminati si propone la definizione, la raccolta e l'organizzazione dei dati e delle informazioni sul suolo che sono ritenuti utili per descrivere questa matrice ambientale a livello nazionale e per indirizzare correttamente le politiche di salvaguardia ambientale ed utilizzo del territorio, secondo i criteri dello sviluppo sostenibile. Appaiono evidenti i legami tra il corretto utilizzo del suolo e la salvaguardia delle sue molteplici funzionalità, attraverso la conservazione delle sue caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, ed il problema della protezione e gestione delle acque sotterranee. Essendo, infatti, il suolo la matrice fisica al di sopra ed all'interno della quale scorrono le acque, diventa anche il mezzo principale attraverso cui arrivano alle acque i contaminanti e gli elementi in ogni caso indesiderati.

Il primo anno di lavoro del CTN ha permesso di fotografare con una certa

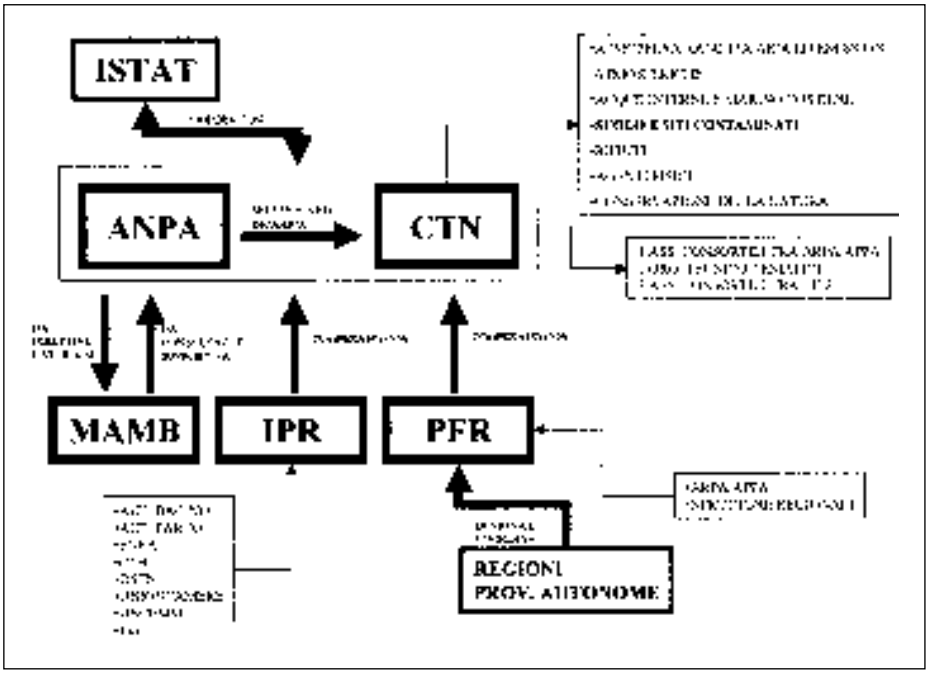


Fig. 1. Collocazione del CTN nell'ambito dello schema SINANET.

precisione la situazione nazionale conoscitiva del suolo, ovviamente per i dati di interesse nazionale che dovranno essere inseriti nel SINANet; l'acquisizione dei dati risulta, data la notevole dispersione degli stessi, piuttosto lenta e difficile, e sarà una delle principali attività del CTN nel 2000.

Le attività del CTN SSC

Le attività del CTN SSC comprendono l'esame della domanda di conoscenza sul suolo derivante da atti di indirizzo, convenzioni, leggi e norme a livello europeo e nazionale, l'individuazione di indicatori e indici utili a descrivere la matrice suolo, le linee guida per la costruzione di questi indicatori e indici, il censimento delle sorgenti dei dati necessari per la formulazione di indicatori e indici e l'acquisizione dei dati disponibili, la qualificazione e l'integrazione di questi dati; il CTN si occupa inoltre di molte altre attività correlate, legate ad esempio agli standard di qualità ambientale o alle guide tecniche sui metodi di analisi.

Per facilitare l'approccio ad una matrice così complessa come il suolo, pur essendo perfettamente consci dell'unicità della matrice stessa, sono state definite

quattro diverse tematiche che vogliono rappresentare quattro aspetti particolari, ampiamente correlati tra loro, del suolo:

— *qualità dei suoli (Tema 18)* – riguarda la rappresentazione del suolo attraverso le sue caratteristiche intrinseche, che meglio lo caratterizzano come matrice naturale in grado di svolgere le sue numerose funzioni;
— *degradazione fisica e biologica del suolo (Tema 19)* – considera gli aspetti di degradazione della matrice suolo che, soprattutto nell'ultimo secolo, hanno portato o rischiano di portare ad una perdita di parte del suolo o delle sue funzionalità a causa del verificarsi di fenomeni degradativi o di utilizzo del suolo che possono considerarsi irreversibili, almeno nella scala temporale umana;
— *contaminazione dei suoli da fonti diffuse (Tema 20)* – considera quegli aspetti qualitativi del suolo che possono essere progressivamente compromessi da un utilizzo dello stesso con modalità tali da non rispettare i naturali tempi di riequilibrio;
— *contaminazione puntuale del suolo e siti contaminati (Tema 21)* – considera uno dei fenomeni più preoccupanti degli ultimi decenni, vale a dire il moltiplicarsi di situazioni di forte contaminazione di superfici ben definite di suolo da parte di attività antropiche, con necessità di interventi di bonifica che, spesso, non sono in grado di restituire al suolo la sua piena funzionalità.

Lo schema DPSIR applicato al suolo

La definizione di indicatori ed indici in grado di rappresentare una determinata matrice ambientale, sia nell'ambito di processi di valutazione della matrice stessa, sia come reporting dello stato dell'ambiente, avviene generalmente attraverso l'utilizzo di schemi che mettono in relazione le pressioni esercitate sulla matrice, lo stato della matrice stessa e le risposte che già ci sono o che sono ipotizzabili per il futuro.

Nel caso specifico, lo schema di riferimento è quello siglato DPSIR, cioè *Driving forces*, *Pressure*, *State*, *Impact* e *Response*.

Lo schema è stato adottato dalla EEA (European Environmental Agency), in modo da proporre con esso una struttura di riferimento generale, un approccio integrato nei processi di reporting sullo stato dell'ambiente, effettuati a qualsiasi livello europeo o nazionale. Esso permette di rappresentare l'insieme degli elementi e delle relazioni che caratterizzano un qualsiasi tema o fenomeno ambientale, mettendolo in relazione con l'insieme delle politiche esercitate verso di esso.

Lo schema (Figura 2), applicato al tema del suolo e dei siti contaminati, fornisce delle utili interpretazioni delle singole voci del DPSIR, e precisamente:

— *D – Driving forces – Determinanti o Forze determinanti*
popolazione umana, sviluppo del territorio, agricoltura, turismo, trasporti, industria/energia, miniere, eventi naturali, cambiamenti climatici, utilizzo risorsa idrica e stress idrico

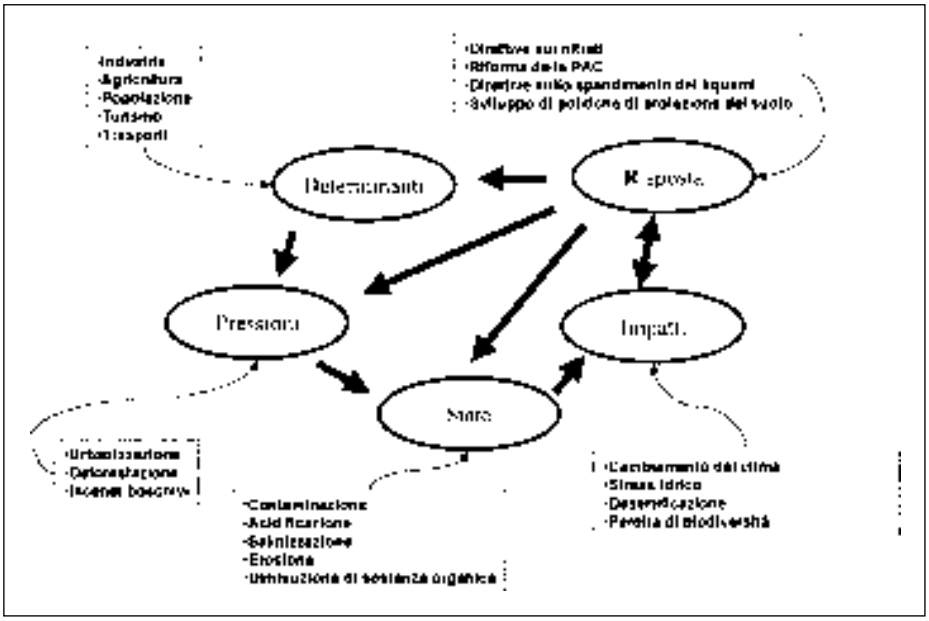


Fig. 2. Schema DPSIR applicato al tema "suolo".

— *P – Pressures – Pressioni*
emissioni nell'aria, nell'acqua e sul suolo, espansione urbana (consumo di suolo), costruzione di infrastrutture, de-forestazione, incendi boschivi

— *S – States – Stati*
degrado del suolo – contaminazione locale e diffusa, acidificazione del suolo, salinizzazione, carico di nutrienti (eutrofizzazione del suolo), degradazione fisica
perdita di suolo – erosione dall'acqua e dal vento, grandi movimenti di terra per opere di diversa natura

— *I – Impacts – Impatti*
diretti – cambiamenti nelle funzioni del suolo, desertificazione
indiretti (effetti su altre matrici ambientali) – cambiamenti nel numero e nella distribuzione della popolazione, perdita di biodiversità, cambiamenti nelle rese colturali, cambiamenti climatici, stress idrico

— *R – Responses – Risposte*
protezione primaria – convenzione sulla desertificazione, sviluppo della politica comunitaria europea di protezione del suolo
protezione secondaria – riforma del PAC, direttiva nitrati, direttiva sull'utilizzo agricolo dei fanghi, direttiva quadro sulle acque

Appare subito evidente ed intuitivo come molti fattori di pressione identificabili per il suolo siano anche dei fattori di pressione per le acque superficiali e sotterranee, così come alcune variazioni dello stato dei suoli, ed in particolare i fenomeni di degradazione chimica, fisica e biologica e la stessa perdita di suolo, abbiano un'influenza più o meno immediata sullo stato delle acque, in quanto limitano il suolo in una delle sue funzioni principali, quella di filtro biologico.

La scelta degli indicatori

La scelta degli indicatori per definire la qualità del suolo in tutte le sue componenti, chimica, fisica e biologica, nonché delle pressioni, diffuse o puntuali, che su di esso sono esercitate, deve necessariamente accompagnarsi ad un set di informazioni accessorie in grado di descrivere, nel modo più esauriente possibile, la continua variazione dei caratteri principali del suolo, legando il valore dell'indicatore a precisi riferimenti topografici territoriali (es.: caratteristiche morfologiche, pedologiche, del paesaggio, uso del suolo, ecc.).

A tale proposito è stato predisposto un osservatorio sulla domanda di informazione ed è in fase di realizzazione il catalogo delle sorgenti dei dati. La definizione degli indicatori discende infatti, prima di tutto, dalla domanda di informazione contenuta nelle leggi o documenti di indirizzo comunitari e nazionali. Nell'ambito del suolo, non esistono al momento le reti di monitoraggio che sono invece previste da diversi anni per altre matrici ambientali, quali l'acqua e l'aria; perciò questa domanda è spesso generica e le risposte conseguenti, cioè i dati disponibili, sono spesso disomogenei, incompleti, difficilmente confrontabili. Solo per i siti contaminati, con l'emanazione del Regolamento ex art. 17 del d. lgs. 22/1997, la domanda è identificabile con maggior certezza, in quanto si prevede la creazione di un'anagrafe nazionale realizzata sulla base di criteri tecnici definiti dall'ANPA.

Sulla base di queste considerazioni, è stato definito un ampio elenco di indicatori, riportato in Tabella 1, compilando per ogni indicatore un'apposita scheda descrittiva ed avviando contemporaneamente la ricerca delle fonti di dati utili alla costruzione degli indicatori stessi.

Gli indicatori per la qualità del suolo

Definire la qualità del suolo significa innanzitutto individuare i caratteri che permettono una sufficiente descrizione del suolo stesso, avendo sempre presente i possibili utilizzi; tra i quali quello agricolo ha avuto la maggiore attenzione nel tempo.

Per questo lo studio del suolo si è sviluppato prevalentemente nell'ambito delle scienze agrarie ed in particolare nelle principali discipline che afferiscono alle scienze del suolo e cioè la pedologia e la chimica del terreno.

Il primo gruppo di indicatori che sono stati selezionati è costituito da alcuni

parametri in grado di descrivere in particolare la capacità del suolo ad interagire con gli elementi che in esso sono contenuti o che ad esso sono aggiunti; fra questi il pH, la tessitura, la sostanza organica e la CSC.

Un secondo gruppo di indicatori definiscono invece il livello di presenza, e quindi eventualmente il grado di contaminazione, di alcuni fra gli elementi chimici che con maggiore facilità possono venire a contatto, e quindi possono essere accumulati, con il suolo a seguito delle pratiche di concimazione o difesa antiparassitaria normalmente eseguite in agricoltura; fra questi vi sono gli elementi nutritivi, i metalli pesanti ed i fitofarmaci.

Il terzo gruppo di indicatori è quello che riguarda la presenza di inquinanti nelle acque profonde e superficiali ed è in grado di quantificare l'efficacia del suolo nel limitare il trasporto di nutrienti e fitofarmaci nelle acque. Fra questi, oltre alla concentrazione di N, P e fitofarmaci nelle acque profonde e superficiali vi è anche il bilancio di N e P inteso come differenza fra quanto è apportato al suolo e quanto è asportato con la coltura.

Gli indicatori per la degradazione fisica e biologica

La letteratura internazionale degli ultimi vent'anni testimonia in modo inequivocabile l'insorgere di fenomeni di degradazione del suolo legati all'intensificazione dell'attività antropica sia agricola che extra-agricola. Oltre i due terzi dei suoli del territorio nazionale presentano infatti evidenti segni di degrado. Diventa sempre più impellente definire la qualità del suolo e soprattutto definire la soglia oltre la quale un fenomeno degradativo provoca danni irreversibili.

Le proprietà fisiche del suolo sono essenzialmente legate alla struttura del suolo stesso, la quale è la risultante della combinazione dei differenti tipi di pori con le particelle solide. La porosità diventa quindi un indicatore principale delle qualità fisiche dei suoli, perché è proprio la porosità che determina il volume dell'acqua che può essere immagazzinata, i movimenti dell'acqua stessa, dell'aria, degli elementi nutritivi, dei fitofarmaci, della fauna terricola e influenza inoltre la profondità che le radici possono esplorare.

L'attività biologica del suolo è strettamente collegata con le proprietà fisiche del suolo stesso, ad esempio le lavorazioni hanno un'influenza sulla fauna del suolo, che si distribuisce a profondità diversa. La distruzione della struttura del suolo, ad esempio per fenomeni di compattamento, può ridurre o impedire l'apporto di ossigeno per gli organismi aerobi, favorendo quelli anaerobi.

Gli indicatori per l'inquinamento da fonti diffuse

Questo tema comprende la *contaminazione derivate da attività di tipo agricolo* o annesse all'agricoltura cui appartengono innanzitutto quei processi di inquinamento che sono legati ad un utilizzo irrazionale degli effluenti zootecnici, con con-

seguente sovraccarico di elementi nutritivi nelle falde e accumulo nel terreno di metalli presenti nelle deiezioni animali, l'apporto eccessivo, rispetto al reale fabbisogno della coltura in relazione al tipo di terreno, di elementi della fertilità (N, P) sintetici e l'utilizzo dei prodotti utili per la difesa fitosanitaria.

L'impiego in agricoltura di acque reflue, fanghi di depurazione, compost o altro materiale derivante dal ciclo dei rifiuti. Non va sottaciuta la possibilità di contaminazione da inquinanti organici e inorganici, soprattutto a seguito di pratiche scorrette e di usi di quantitativi eccessivi.

Fattori antropici diversi dall'uso agricolo. In quest'ultimo sottotema sono presenti tutti quegli elementi e quei prodotti derivati dall'urbanizzazione, ad esempio il Piombo che si rileva in maniera ormai ubiquitaria sul nostro territorio, data l'elevata presenza di infrastrutture stradali, e non solo nelle zone marginali delle grandi vie di traffico (autostrade). Lo stesso si può dire per i diversi tipi di idrocarburi.

Gli indicatori per i siti contaminati

L'inquinamento del suolo da fonti puntuali e quindi la presenza di siti contaminati o di siti inquinati, secondo la terminologia ufficiale della legislazione italiana, rappresenta un altro aspetto dell'utilizzo e della qualità del suolo che ha assunto una particolare rilevanza negli ultimi anni.

Le indagini analitiche condotte su molti siti industriali, attivi e dismessi, su aree interessate da sversamenti ed incidenti ambientalmente rilevanti e su aree interessate da smaltimenti abusivi o non ambientalmente corretti di rifiuti hanno evidenziato come questi siti e queste aree rilevino una compromissione della qualità del suolo tale da impedire lo sviluppo, spesso totale, delle funzioni che il suolo stesso dovrebbe svolgere.

Le stesse operazioni di bonifica e di ripristino ambientale portano solo in alcuni casi ad un recupero totale della funzionalità del suolo; spesso infatti gli interventi servono a ridurre il danno ambientale eliminando i pericoli di contaminazione delle altre matrici e permettono solamente un recupero parziale della funzionalità del suolo, ad esempio per una determinata destinazione d'uso.

Gli indicatori prioritari

Dopo la definizione degli indicatori ed indici riportati nelle pagine precedenti, si è reso necessario individuare quelli ritenuti prioritari per la conoscenza dello stato del suolo e dei siti contaminati a livello nazionale.

La scelta degli indicatori prioritari è stata effettuata sulla base di alcuni criteri fondamentali emersi dalle riunioni di coordinamento dei CTN tenute in ANPA e dalla lettura di documenti della *EEA* e della *CE*.

Gli indicatori e gli indici sono da considerare sicuramente prioritari se rispondono ad una domanda derivante da:

— normative o documenti programmatici di rilevanza europea (Direttive CE, elenchi *EU/EEA/EIONET*, …);
— normative o documenti programmatici di rilevanza nazionale (leggi e norme nazionali, relazione nazionale sullo stato dell'ambiente, programmi nazionali di monitoraggio …).

Tra gli indicatori e gli indici non compresi nel punto precedente sono da considerare prioritari quelli che rispondono ai seguenti criteri:

— l'uso potenziale della risorsa di informazioni, cioè la scelta di dati, indicatori ed indici che rappresentino settori e temi di rilevante importanza tematica e settoriale; ad esempio indicatori ed indici proposti ed utilizzati in diversi rapporti regionali sullo stato dell'ambiente oppure dati normalmente utilizzati nella rappresentazione di un determinato tema;
— la possibilità concreta di ottenere le metainformazioni, cioè la certezza dell'esistenza dei dati oppure della loro reperibilità entro tempi brevi (1-2 anni); una forte carenza nella copertura geografica è da considerare un fattore penalizzante;
— la qualità delle metainformazioni; le informazioni sono tanto più valide quanto più rispondono a procedure standardizzate di raccolta e di elaborazione (si consideri la rispondenza alle procedure *GEMET, EEA/ETC/CDS*, …); sono sicuramente da preferire le metainformazioni raccolte in risposta a periodici monitoraggi rispetto a quelle derivanti da campagne ad hoc;
— il costo di produzione delle metainformazioni; devono essere scelti quei dati, indicatori ed indici per i quali l'inserimento nel CDS non crea dei costi aggiuntivi troppo elevati; se poi si tratta di dati non derivanti da monitoraggi già normalmente effettuati, deve essere valutato anche il costo di produzione dei dati;
— l'esistenza di procedure di aggiornamento e di manutenzione delle metainformazioni
— facilità di aggiornamento periodico delle informazioni;
— rappresentatività di temi di rilevanza nazionale e attinenza a criteri di massima protezione ambientale;
— sufficiente sensibilità a piccoli cambiamenti ambientali sociali ed economici.

Per quanto riguarda l'aspetto temporale, mentre i dati che fungono da contributo al CDS europeo sono limitati a quanto è stato prodotto dopo il 1994, per il Catalogo italiano non si pone questa limitazione, perché si rischierebbe di escludere importanti fonti di informazione che, pur essendo "vecchie" sono le uniche a tutt'oggi disponibili (si pensi a buona parte della cartografia).

Tabella 1. *Lista generale degli indicatori del CTN-SSC.*

N°	Tema	Indicatori e/o indici	Priorità
		DRIVING FORCES	
1	18/19/20/21	Uso del suolo	Prioritario
2	19/20	*Densità di popolazione*	Prioritario
3	19/20/21	Urbanizzazione e infrastrutture - (D/P)	Prioritario
4	21	% addetti ad attività produttive	Prioritario
5	21	Area destinata ad attività produttive	
6	20	N° e dimensione delle aziende agricole	Prioritario
7	20	Superficie totale aziende agricole (ST)	
8	20	Superficie agricola utilizzabile (SAU)	
9	20	Rapporto SAU/ST	Prioritario
10	20	Numero addetti in agricoltura	
11	20	Reddito degli addetti in agricoltura (UDE)	
12	20	Giornate di lavoro degli addetti in agricoltura	
		PRESSURES	
13	20	Utilizzo di fertilizzanti minerali (N, P, K)	Prioritario
14	20	Fertilizzazione organica	Prioritario
15	20	Contenuto metalli pesanti nei fertilizzanti minerali ed organici	
16	20	Utilizzo di fitofarmaci (erbicidi, fungicidi, insetticidi)	Prioritario
17	19/20	Consistenza degli allevamenti zootecnici	Prioritario
18	20	Produzione di liquami zootecnici	
19	20	Contenuto metalli pesanti nei liquami zootecnici	
20	21	Siti potenzialmente contaminati	Prioritario
21	21	Siti effettivamente contaminati	Prioritario
22	21	Siti industriali dismessi	Prioritario
23	21	Impianti di trattamento e smaltimento rifiuti	
24	21	Attività a rischio di incidente rilevante	Prioritario
25	21	Impianti di stoccaggio fuori terra o interrati	
26	21	Diffusione e localizzazione degli impianti produttivi per tipologie potenzialmente inquinanti	
27	21	Consumo di sostanze tossiche organiche ed inorganiche da parte delle attività produttive	

28	21	Siti di estrazione di minerali prima categoria	Prioritario
29	21	Siti di estrazione di minerali seconda categoria	Prioritario
30	21	Scarichi idrici industriali e misti	
31	21	Produzione di rifiuti pericolosi	
32	21	Aree di spagliamento sul suolo di scarichi fognari	
33	20	Aree usate per agricoltura intensiva	Prioritario
34	20	Cambio nelle pratiche d'uso agricolo	Prioritario
35	19	Rischio di compattazione in relazione al numero e potenza delle trattrici	Prioritario
36	18/19	Perdita di zone umide per bonifica - (P/I)	
37	19	Grandi movimenti di terra nelle aree agricole	Prioritario
		STATES	
38	18/21	pH del suolo	Prioritario
39	18	Capacità di scambio cationico del suolo	Prioritario
40	18/19	Tessitura del suolo	Prioritario
41	18/19	Contenuto in sostanza organica del suolo	Prioritario
42	19	Contenuto di sostanza organica umificata	
43	18	Contenuto in P assimilabile e K scambiabile del suolo	
44	18/21	Contenuto in metalli pesanti totali del suolo	Prioritario
44a	18	Contenuto in As	Prioritario
44b	18	Contenuto in Cd	Prioritario
44c	18	Contenuto in Cr	Prioritario
44d	18	Contenuto in Cu	Prioritario
44e	18	Contenuto in Hg	Prioritario
44f	18	Contenuto in Ni	Prioritario
44g	18	Contenuto in Pb	Prioritario
44h	18	Contenuto in Zn	Prioritario
45	18	Contenuto in metalli pesanti assimilabili del suolo	
46	18	Contenuto di fitofarmaci nel suolo	
47	18	Bilancio di nutrienti nel suolo (input/output di nutrienti)	Prioritario
48	19	N potenzialmente mineralizzabile	
49	19	C e N della biomassa microbica	
50	19	C biomassa / C organico totale	
51	19	Respirazione del suolo	Prioritario

52	19	Respirazione/biomassa	
53	19	Carica microbica	
54	19	Attività enzimatica	
55	19	Biodiversità - (S/I)	
56	19	Porosità del suolo	
57	19	Conducibilità idraulica satura	
58	19	Grado di compattamento e suscettibilità al compattamento	
59	19	Strati compatti lungo il profilo	
60	19	Croste superficiali e suscettibilità alla loro formazione	
61	19	Crepacciamento	
62	19	Perdita di struttura	
63	19	Erodibilità	Prioritario
64	21	Sostanze organiche inquinanti nel suolo	
65	21	Limitazioni d'uso del suolo - (S/I)	
88	18/19	Conducibilità elettrica	
89	18/19	Profondità del suolo	Prioritario
90	19	Ritenzione idrica	
91	19	Pendenza del suolo	
92	19	Erosione Idrica	Prioritario
93	19	Erosione Eolica	Prioritario
96	18/19	Salinizzazione	
98	19	Rischio di desertificazione	Prioritario
		IMPACTS	
66	18	Contenuto di nitrati nelle acque sotterranee	Prioritario
67	18	Contenuto di fitofarmaci nelle acque sotterranee	Prioritario
68	18	Contenuto di P tot nelle acque superficiali	
69	18	Apporti di N e P a fiumi e mari	
70	21	Incidenti rilevanti riscontrati	Prioritario
71	21	Sversamenti sul suolo per eventi accidentali	Prioritario
72	21	Contenuto di metalli pesanti nella falda	
73	21	Sostanze organiche inquinanti nella falda	
74	21	Sostanze inorganiche inquinanti nella falda	
75	19	Rilascio di sedimento da aree agricole - (I/P)	Prioritario
97	19	Superficie totale percorsa da incendi	Prioritario

		RESPONSE	
76	20	Aree destinate a set-aside (Reg.CEE 1094/88)	
77	20	Aziende che aderiscono a misure agroambientali (Reg.CEE 2078-2080/92,)	
78	20	Aziende convertite all'agricoltura biologica (Reg. CEE 2092/91)	
79	20	Utilizzo di sostanza organica di qualità in agricoltura	
80	20	Vendita macchine agricole per localizzazione concimi	
81	20	Vendita macchine agricole per localizzazione erbicidi	
83	18/19/20	Superficie di aree protette	Prioritario
84	20/21	Cambiamento di uso del suolo - (R/I)	
85	21	Piani regionali di bonifica	Prioritario
86	21	Siti bonificati	Prioritario
87	21	Aziende che hanno attuato un S.G.A. (Sistema di Gestione Ambientale) secondo EMAS e/o ISO 14000	Prioritario
94	21	Costo stimato per gli interventi di bonifica	Prioritario
95	20	Superfici adibite a coltivazioni a basso impatto ambientale	Prioritario

ESEMPI DI RAPPRESENTAZIONE A LIVELLO NAZIONALE

Una parte consistente degli indicatori giudicati significativi è già rappresentabile a livello nazionale; nelle pagine successive sono riportati cinque esempi di rappresentazione di indicatori relativi al degrado del suolo.

Molte sono però le azioni in atto per verificare la disponibilità, la qualità e l'accessibilità dei dati presso le sorgenti già individuate, al fine di poter arrivare ad una rappresentazione completa di tutti gli indicatori significativi per questa tematica ambientale, seguendo le linee guida messe a punto per la costruzione dei vari indicatori. Una carenza sicuramente individuata è la scarsa presenza di serie storiche di valori, che non permette un sufficiente sviluppo nella rappresentazione della loro evoluzione temporale; tale carenza è sicuramente collegata alla mancanza di una rete di monitoraggio per il suolo, e rende evidente che il problema potrà essere superato solo con la creazione di tale rete.

L'azione del CTN SSC è dunque attualmente indirizzata su questa duplice strada; da un lato la ricerca dei dati, la verifica della loro qualità, disponibilità e presenza di serie storiche; dall'altro, l'impostazione progettuale di una rete di moni-

toraggio del suolo che, opportunamente interconnessa con le reti previste per le altre matrici ambientali e sviluppata di comune accordo tra il settore ambientale e quello agrario, permetta di costruire, almeno per il futuro, serie storiche di dati validati ed utilizzabili per la costruzione degli indicatori più significativi.

Le carenze evidenziate nella conoscenza dei dati sulla qualità del suolo possono essere superate con la ricerca e l'acquisizione dei dati georeferenziati già utilizzati per la realizzazione delle numerose carte tematiche a livello regionale o sub-regionale; molto importante in tal senso è il collegamento con lo sviluppo della Carta dei suoli al 250.000, in corso di realizzazione da parte delle Regioni su coordinamento dell'Osservatorio Pedologico Nazionale. Proprio questa struttura può diventare il fulcro della concertazione tra il mondo "ambientale" e quello "agrario", che spesso si occupano degli stessi problemi del suolo ma da punti di vista diversi. La creazione di un database aggiornato sulla qualità del suolo, ad una scala di sicura valenza regionale e provinciale, può essere il passo fondamentale anche per la costruzione di molti indicatori relativi alla degradazione fisica e chimica del suolo, indicatori oggi non rappresentabili o rappresentabili solamente a scala nazionale.

I fenomeni della degradazione fisica, e ancor più di quella biologica, sono però quelli oggi più difficilmente rappresentabili, per una evidente carenza di dati, recuperabile solo in tempi medio-lunghi con la creazione delle già citata rete di monitoraggio.

Sicuramente maggiore risulta essere la presenza di dati sull'inquinamento diffuso; in questo caso il lavoro del CTN è concentrato sul miglioramento della qualità dei dati stessi e sulla costruzione di serie storiche basate su dati affidabili e validati.

La situazione relativa ai dati sui siti contaminati, oggi non completamente soddisfacente, dovrebbe migliorare notevolmente nei prossimi anni con l'attivazione dell'Anagrafe prevista dal d. lgs. 22/1997 e dal D.M. n. 471 del 25/10/1999.

Uso del suolo

L'uso del suolo definisce i modi di utilizzo del suolo agrario dal punto di vista qualitativo e quantitativo e la variazione di alcune caratteristiche connesse all'uso stesso (la capacità di uso del suolo, la percentuale delle principali colture tipiche, la percentuale di sostanza organica nel suolo agrario, ecc.).

L'indicatore "uso del suolo" rappresenta le aree considerate omogenee al loro interno (agricole, urbane, industriali, corpi idrici, infrastrutture, ricreative, naturalistiche, ecc.), alla scala di indagine e con la metodologia utilizzata ed è l'unico indicatore che visualizza l'entità e l'estensione delle principali attività antropiche presenti sul territorio: in tal senso può essere definito una forza determinante.

I rapporti europei EUROSTAT, Dobris+3 ed EU State 1998 fanno riferimento specifico a tale indicatore, mentre a livello normativo l'uso del suolo viene menzionato nell'articolo 130 del trattato di Maastricht (1992) dell'Unione Europea.

La costruzione a scala regionale dell'indicatore è stata eseguita a partire dalla

carta dell'uso del suolo "CORINE Land Cover", che ha una copertura a livello nazionale con scala 1:100.000 e sensibilità di 25 ha. Particolarmente interessante per gli sviluppi futuri potrà rivelarsi il confronto tra questa prima versione del CORINE Land Cover e la seconda, attualmente in progetto e la cui realizzazione è prevista per i prossimi anni. Potranno così essere evidenziati trend temporali diversi, dedotti dal cambio di tendenza nelle tipologie di coltivazioni, nell'estensione delle aree destinate alle infrastrutture, all'urbanizzazione, e così via. Un limite da considerare nella rappresentazione dell'indicatore è la tecnica di rilevamento utilizzata per la redazione della carta CORINE: la rilevazione satellitare può determinare una approssimazione (dettaglio di 25 ettari) di cui tenere conto nel commento dei risultati.

Estrapolando, per ogni Regione, la percentuale di territorio artificiale (aree urbane, aree industriali, zone estrattive, discariche, cantieri e aree occupate da infrastrutture quali porti, aeroporti, strade, autostrade e linee ferroviarie), agricolo e boschivo-seminaturale, è stato quindi possibile rappresentare l'indicatore in base ad una suddivisione in classi di utilizzo del suolo. Dall'osservazione della Figura 3, riportata di seguito, si può notare come in Veneto, Lombardia e Friuli-Venezia Giulia le aree artificiali superino il 6% del territorio regionale, mentre, al contrario, Val d'Aosta, Trentino-Alto Adige, Molise e Basilicata detengano la minore percentuale. Tali informazioni possono essere incrociati con quelli seguenti, da cui emerge che Val d'Aosta e Trentino-Alto Adige sono, assieme alla Liguria, anche le Regioni che possiedono il dato più elevato di aree boschive e seminaturali. Queste tre Regioni sono caratterizzate anche dal valore più basso di territorio destinato all'uso agricolo. Infine la Puglia possiede la minor percentuale di territorio boschivo-seminaturale e la maggiore per quanto riguarda le aree agricole, denotando anche sotto questo aspetto la sua potenziale vulnerabilità all'erosione ed alla desertificazione.

Rischio di desertificazione

Secondo la Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla siccità e/o alla desertificazione (UNCCD), firmata a Parigi nel 1994 e ratificata dall'Italia con legge n. 170 del 4 giugno 1997, la desertificazione consiste nel "degrado del territorio nelle aree aride, semi aride e secche sub-umide, conseguente all'azione di vari fattori, incluse le variazioni climatiche e le attività umane". In tale definizione, nel termine territorio sono inclusi il suolo, la vegetazione naturale, le risorse agricole e quelle idriche superficiali; il termine degrado implica una riduzione della potenziale produttività causata da uno o più processi agenti sul territorio.

L'indicatore relativo al rischio di desertificazione è stato costruito utilizzando la carta delle aree sensibili al fenomeno della desertificazione rientrante negli obiettivi principali del Piano d'Azione Nazionale. Nell'ambito del Comitato Nazionale per la lotta alla desertificazione e la realizzazione della carta in formato digitale, il coordinamento del lavoro relativo alla realizzazione della carta è stato affidato al

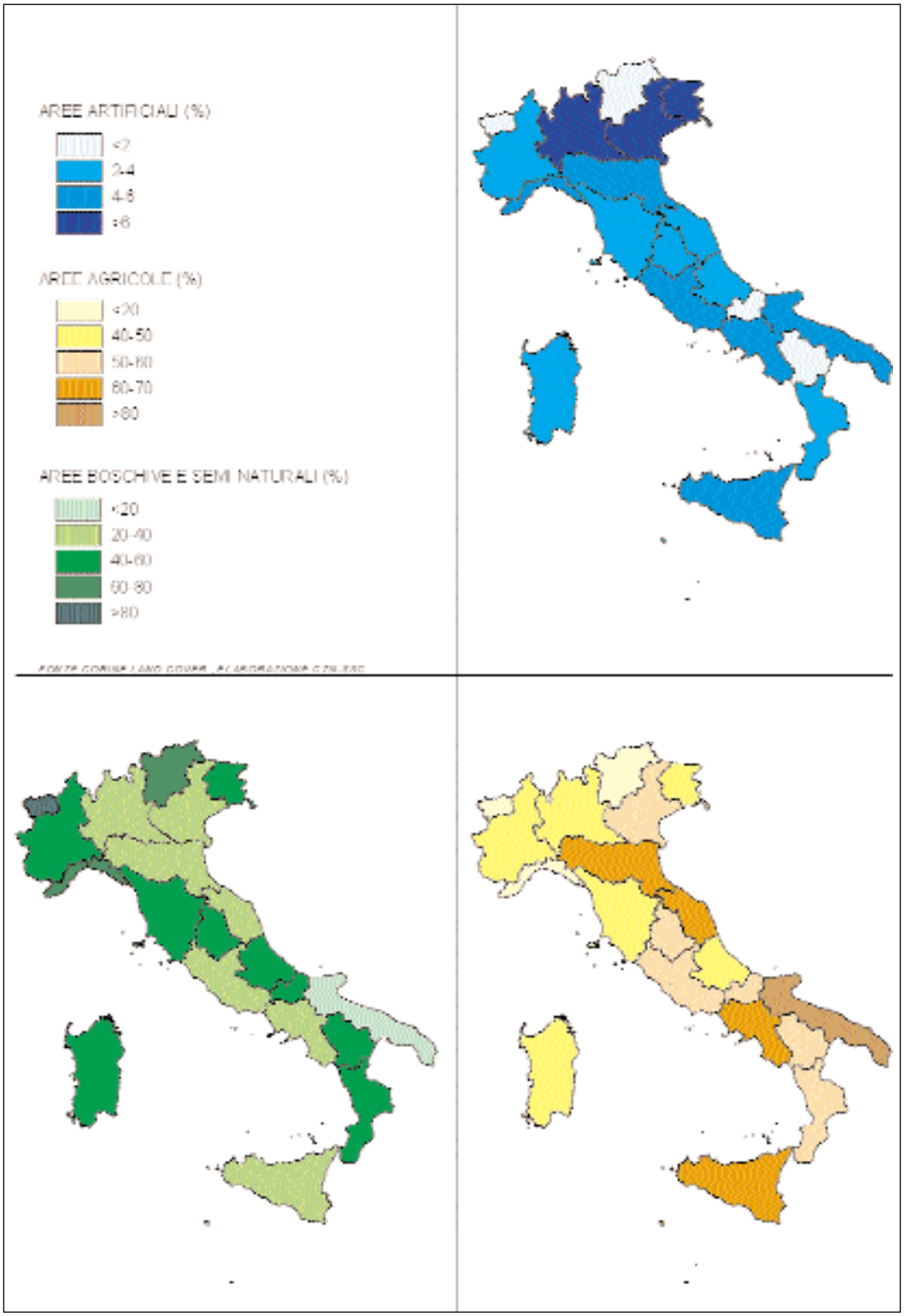


Fig. 3. Uso del suolo rispetto alle superfici regionali.

Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.) del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (D.S.T.N.) della presidenza del Consiglio dei Ministri.

Il processo di individuazione delle aree sensibili è stato articolato in due fasi: nella prima fase, che ha portato alla realizzazione della carta, sono stati individuati, a piccola scala sulla base dei dati disponibili a livello nazionale, i bacini idrografici e le regioni che sono interessate dal fenomeno; in una seconda fase le regioni e le autorità di bacino procederanno, secondo quanto previsto dall'art. 20, comma 2 e comma 3 del D.L. 1105.99 n. 152, ad una analisi a livello di singolo bacino idrografico per delimitare le aree vulnerabili e sensibili al fenomeno della desertificazione e per rendere applicative le norme di salvaguardia le cui linee sono individuate nel PAN. Le due analisi differiscono per il livello di approfondimento proprio delle diverse scale.

Per individuare a livello nazionale le aree sensibili alla desertificazione e realizzare la carta, sono stati considerati i seguenti elementi attraverso i tematismi indicati tra parentesi:

— Clima (indice di aridità);
— Caratteristiche del suolo (indice pedoclimatico);
— Uso del suolo (copertura del Corine land use);
— Pressione antropica (variazione antropica 1981/1991).

È inoltre in previsione il completamento dell'analisi degli elementi già considerati con i seguenti tematismi: Clima (indice di siccità); Caratteristiche del suolo (indice di erodibilità del suolo, pendenza dei versanti, piogge intense); Uso del suolo (indice AWC e NDVI e carta degli incendi); Pressione antropica (fattori economico-produttivi).

La definizione di indice di aridità posta alla base dell'individuazione delle aree sensibili è quella adottata, nel 1977, dal piano di Azione delle Nazioni Unite per la lotta alla desertificazione e successivamente pubblicata dall'UNESCO, nel 1979, nella "Carta della distribuzione mondiale delle regioni aride". Dall'analisi della distribuzione territoriale dell'indice di aridità nel trentennio '61-90 risulta che in Italia, il 94,5% della superficie del territorio nazionale può essere classificato come umido; nel 5,2% del territorio sono presenti condizioni climatiche tipo "secco umido", mentre solo una minima parte, corrispondente circa allo 0,3% della superficie, è caratterizzato da valori dell'indice ricadenti nella classe "semi-arido".

L'aspetto relativo alle caratteristiche del suolo è stato considerato attraverso l'analisi e successiva rielaborazione della carta dei pedoclimi d'Italia, realizzata dall'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze (I.S.S.D.S.).

Per la valutazione dell'incidenza degli aspetti relativi alla copertura vegetale e all'uso del suolo, è stato considerato il "Corine land cover", riclassificato in funzione del diverso livello di predisposizione delle singole classi di uso del suolo rispetto al fenomeno della desertificazione.

Per quanto concerne l'analisi della pressione antropica, è stata utilizzata la carta

Fig. 4. Carta delle aree sensibili alla desertificazione.

della variazione demografica 1981-1991 realizzata in base a censimenti ISTAT e riclassificata in funzione di tre diversi livelli di predisposizione alla desertificazione.

La carta è stata redatta alla scala 1:250.000. Per ciascun tematismo esaminato, è stato classificato il territorio in aree con predisposizione alla desertificazione nulla, media e alta.

Sono state individuate come aree sensibili quelle che, caratterizzate da un indice di aridità compreso tra il sub-umido secco e il semi-arido, presentano almeno uno dei tematismi con un livello non nullo di predisposizione al fenomeno. Questo tipo di interpretazione spiega in parte la piccola superficie del territorio considerata a rischio di desertificazione, che un analisi più approfondita, con maggiore attenzione nei confronti delle diverse realtà e problematiche locali, potrebbe ampliare.

Erosione idrica

Il degrado delle risorse terrestri, specialmente attraverso l'erosione idrica del suolo, ha raggiunto un'intensità ed un'estensione difficilmente immaginabili pochi anni fa. È evidente l'importanza della previsione di questo fenomeno e della valutazione del peso relativo ai diversi fattori che lo determinano, in quanto strumenti indispensabili per la valutazione del rischio e per la pianificazione degli interventi di conservazione del suolo che devono essere effettuati in base a considerazioni non solo produttive, ma anche e soprattutto gestionali e conservative.

L'erosione del suolo si manifesta in modo più o meno imponente in relazione alla differente natura e declività delle superfici interessate, alla composizione fisico-meccanica del terreno, alla natura del limo e dell'argilla, allo stato di saturazione dei singoli minerali argillosi, al contenuto in sostanza organica, al regime pluviometrico, al tipo di utilizzazione del suolo, allo sviluppo della copertura vegetale ed all'impiego delle diverse tecniche agronomiche.

A livello europeo il tema dell'erosione idrica e del degrado del suolo in genere è stato affrontato ampiamente da progetti quali "CORINE Soil Erosion Risk And Important Land Resources - In The Southern Regions of the European Community", e ISRIC "Maps of soil degradation in Europe".

I dati relativi al rischio di erosione idrica del suolo sono ricavabili da un recente lavoro (Soil erosion risk assesment in Italy, 1999) dell'European Soil Bureau realizzato, nell'ambito del "Soil Map of Italy and associated soil database Project", su scala nazionale.

Lo studio è basato sulla determinazione del rischio di erosione potenziale (potential soil erosion risk) e attuale (actual soil erosion risk) in base ai principi e ai parametri definiti dalla Universal Soil Loss Equation (USLE), modello di calcolo empirico di tipo moltiplicativo che combina fattori di vulnerabilità del suolo (climatici o di erosività, di erodibilità, topografici) ed informazioni relative all'influenza antropica (attività colturali e pratiche antierosive). La formula è stata opportunamente modificata per poterla adattare alle condizioni dell'Italia (climatiche, pedolo-

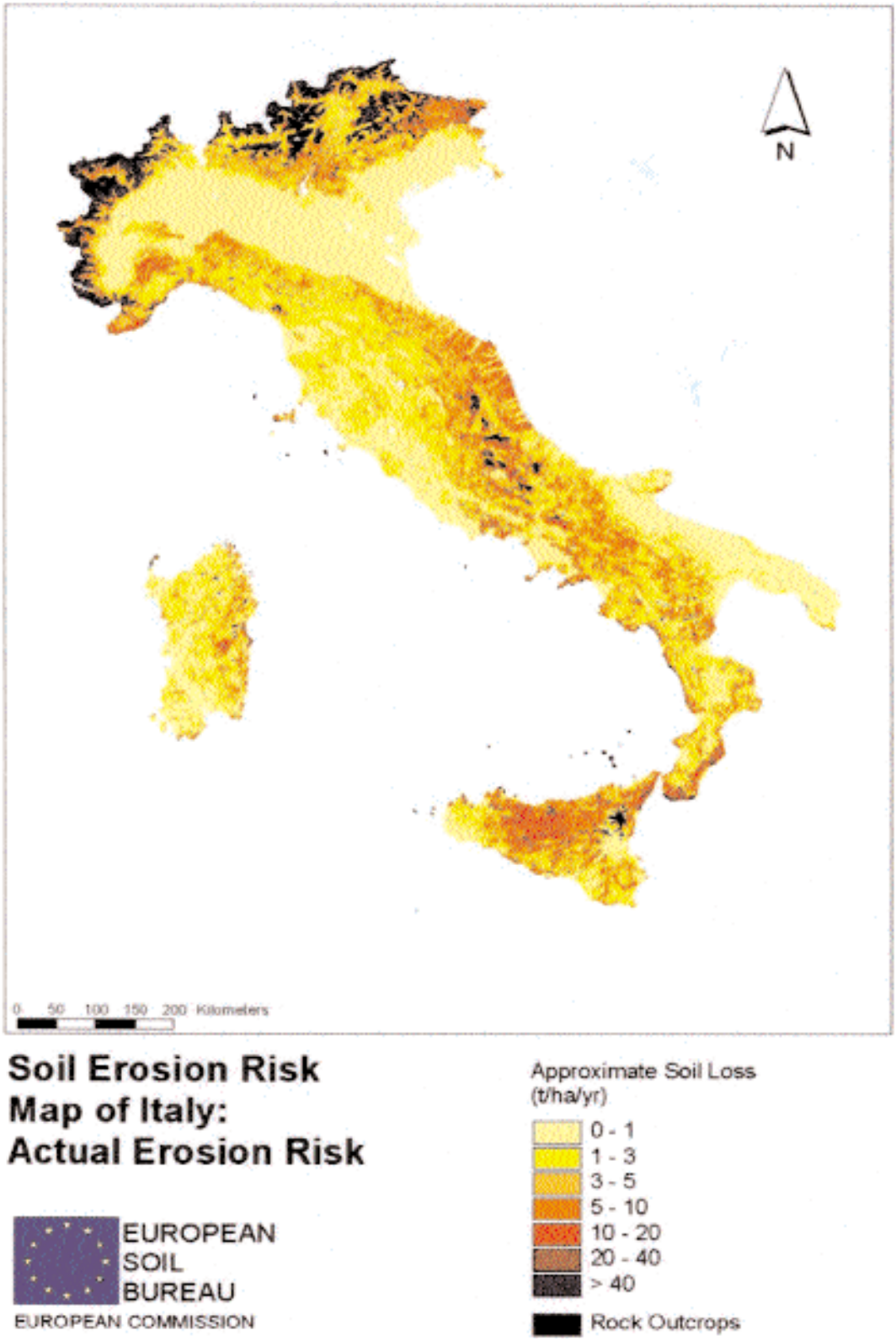

N
0 50 100 150 200 Kilometers
Soil Erosion Risk
Map of Italy:
Actual Erosion Risk
EUROPEAN
SOIL
BUREAU
EUROPEAN COMMISSION
Approximate Soil Loss
(t/ha/yr)
0 - 1
1 - 3
3 - 5
5 - 10
10 - 20
20 - 40
> 40
Rock Outcrops

Fig. 5.

giche, ecc.), ai metodi colturali specifici ed alla diversa scala di applicazione; è stata infatti inizialmente studiata per una applicazione a scala locale e non regionale.

La perdita di suolo secondo la formula di Wischmeier risulta proporzionale ad un parametro, detto erosività delle piogge "R" (Rainfall erosivity factor), attraverso una seria di fattori che tengono conto della perdita di suolo stimata "A", dell'erodibilità del suolo "K", della lunghezza di un versante "L", della pendenza di un versante "S" e della copertura vegetale "C".

Come fonte di dati sono stati usati il Mars metereological database (Rijks *et al.*, 1998) per i dati climatici necessari alla costruzione dell'indice di erosività delle piogge "R", il Soil Geographical Database of Europe 1:1.000.000 per le informazioni relative alle classi tessiturali dei suoli usate per costruire l'indice K, il CORINE Land Cover database integrato con immagini NOAA AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) per la costruzione dell'indice C, il DEM (Digital Elevation Model) risoluzione 250 m per i dati relativi ai fattori L e S.

Combinando i diversi fattori dell'equazione sono stati determinati:

— l'indice di erosione potenziale, legato a fattori ambientali relativamente immutabili quali il clima, il suolo e la topografia (R, K, L, S);
— l'indice di erosione attuale (vedi figura) che integra i fattori R, K, L, S con quello di copertura delle terre (C), per sua natura mutevole nel tempo, a causa delle diverse politiche applicate al territorio.

Entrambi gli indici sono espressi in 7 classi di rischio, che stimano la perdita di suolo (approximate soil loss) da 0-1 t/ha/anno a >40 t/ha/anno.

Utilizzo di fitofarmaci

L'indicatore ha lo scopo di fornire una stima della tendenza all'uso di fitofarmaci in agricoltura e del conseguente rischio di contaminazione del suolo. L'utilizzo di fitofarmaci è uno dei fattori di pressione ambientale tra i più studiati, ed è stato trattato da varie pubblicazioni a livello europeo e nazionali quali ad esempio EU 1998 (EEA), Dobris+3 (EEA), EUROSTAT, Relazione sullo Stato dell'Ambiente (Ministero dell'Ambiente).

I dati utilizzati per costruire l'indicatore sono tratti dall'Annuario ISTAT 1999 sulle statistiche dell'agricoltura (dati 1996) e relativi alle dichiarazioni di vendita rese dalle ditte produttrici ed importatrici di prodotti fitosanitari. Tali dati non corrispondono quindi al reale impiego di sostanze chimiche nell'ambiente rurale e di ciò bisogna tenere conto per una corretta interpretazione degli stessi.

I valori forniti dall'ISTAT sono peraltro valori assoluti in kg, non riferiti all'utilizzo sul territorio; è stato necessario quindi rapportare i dati alle Superfici Agricole Utilizzate (SAU) di ogni regione in modo da ottenere dei valori riconducibili al reale impiego in ambito regionale. Attualmente sono autorizzati in Italia circa 500 principi attivi che, miscelati in opportune dosi tra di loro e/o con altre sostanze

coformulanti e sostanze inerti, costituiscono i cosiddetti prodotti fitosanitari, il cui impiego è essenzialmente destinato alla protezione delle piante coltivate da insetti, acari, muffe e funghi parassiti, roditori ed erbe infestanti.

Nella rappresentazione dei dati si è voluto dare spazio ad entrambi i valori (principi attivi e formulati commerciali) per meglio comprendere le problematiche collegate all'utilizzo di fitofarmaci e per evidenziare situazioni particolari.

Il pericolo derivante dall'uso dei fitofarmaci riguarda non soltanto agricoltori e utilizzatori di fitofarmaci in genere, ma interessa direttamente o indirettamente anche le acque superficiali, le acque sotterranee, il suolo e la flora e la fauna ad essi correlati. Per quanto riguarda la matrice suolo, è stata messa in evidenza una possibile azione tossica, più o meno transitoria, di fumiganti e fungicidi che risulterebbero inibire importanti attività microbiche quali la nitrificazione ed i processi di respirazione. Determinati componenti della pedofauna che svolgono importanti funzioni nella catena del detrito possono subire danni di varia entità laddove i fitofarmaci vengano somministrati nei campi in modo continuativo ed in quantità eccedenti alle dose necessarie al raggiungimento dell'effetto fitoterapeutico.

Dall'analisi dei dati, le regioni con il più alto consumo di fitofarmaci (espressi come principi attivi) per unità di superficie risultano essere la Liguria, il Veneto e l'Emilia-Romagna; valori piuttosto elevati rispetto alla media nazionale presentano anche Trentino-Alto Adige, Campania, Piemonte e Friuli-Venezia Giulia, ai livelli più bassi si trovano invece la Valle d'Aosta, la Sardegna ed il Molise.

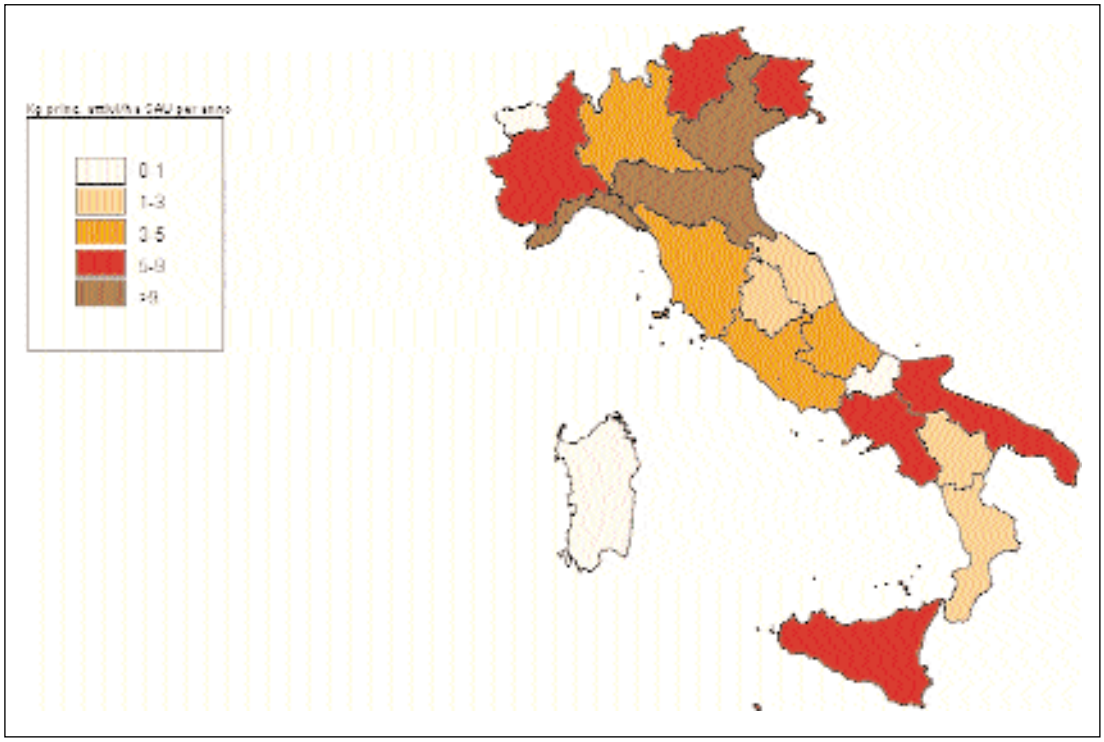
Secondo fonti ISTAT l'Italia risulta avere un consumo di circa 76.500 tonnellate di principi attivi, pari a 5,18 kg per ettaro di superficie agricola utilizzata; l'Emilia-Romagna, con circa 11.000 tonnellate, è risultata essere al primo posto nel consumo regionale. Seguono il Piemonte, la Sicilia, il Veneto e la Puglia. Valle d'Aosta, Molise e Liguria hanno invece i valori più bassi.

Interessante è il caso della Liguria che, pur avendo una quantità assoluta di consumo di principi attivi tra le più basse, ha in realtà, a causa della ridotta superficie agricola utilizzabile, il valore più elevato nel consumo riferito alla densità di impiego.

Ai dati riferiti ai principi attivi sono stati inoltre affiancati quelli relativi all'utilizzo di formulati: il loro consumo in Italia ammonta per il 1996 a circa 165.000 tonnellate, corrispondenti ad un valore, riferito alla superficie agricola utilizzata, di 11,17 kg/ha. L'ordine regionale dei consumi rispecchia peraltro, con leggere variazioni, quello dei principi attivi.

Nella Figura 6 viene riportata una carta della densità di utilizzo dei consumi regionali di fitofarmaci, realizzata suddividendo in cinque classi di consumo (kg di principio attivo per ha per anno) i dati relativi ai principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari venduti: la classe più rappresentata è quella compresa tra 5 e 9 kg p.a./ha, mentre quella a consumo inferiore ad 1 kg p.a./ha è la meno diffusa.

In Figura 7 è riportata una carta dei consumi regionali di fitofarmaci, realizzata suddividendo in cinque classi di consumo (kg di formulato commerciale per



Elaborazioni CTN-SSC su dati ISTAT 1999, Statistiche dell'agricoltura 1996.

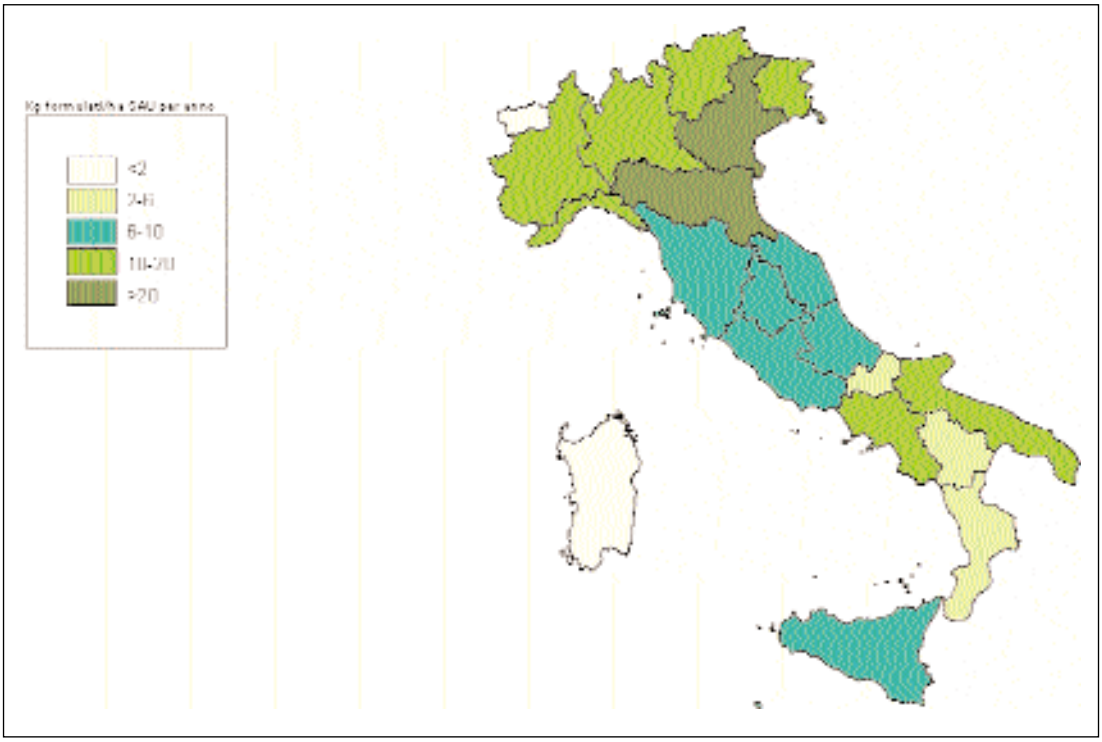
Fig. 6. Principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari venduti nel 1996 in rapporto alla superficie agricola utilizzata.

ettaro per anno) i dati relativi all'utilizzo di formulati: la classe più rappresentata è quella compresa tra 10 e 20 kg formulato/ha, mentre quella a consumo inferiore ad 2 kg formulato/ha è la meno diffusa.

Siti contaminati

Tale indicatore è significativo perché individua aree che sicuramente necessitano di interventi di risanamento del suolo; i siti contaminati comprendono tutte quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane svolte o in corso, è stata accertata un'alterazione puntuale delle caratteristiche naturali del suolo, da parte di un qualsiasi agente inquinante presente in concentrazioni superiori a certi limiti tabellari stabiliti per un certo riutilizzo (limiti stabiliti dal D. Min. 471/99 attuativo dell'articolo 17 del D. Lgs. 22/97).

Rientrano in questi siti le contaminazioni locali del suolo e le aree industriali attive o dismesse; sono escluse invece le contaminazioni diffuse dovute sia ad emissioni in atmosfera che ad utilizzi agricoli.



Elaborazioni CTN-SSC su dati ISTAT 1999, Statistiche dell'agricoltura 1996.

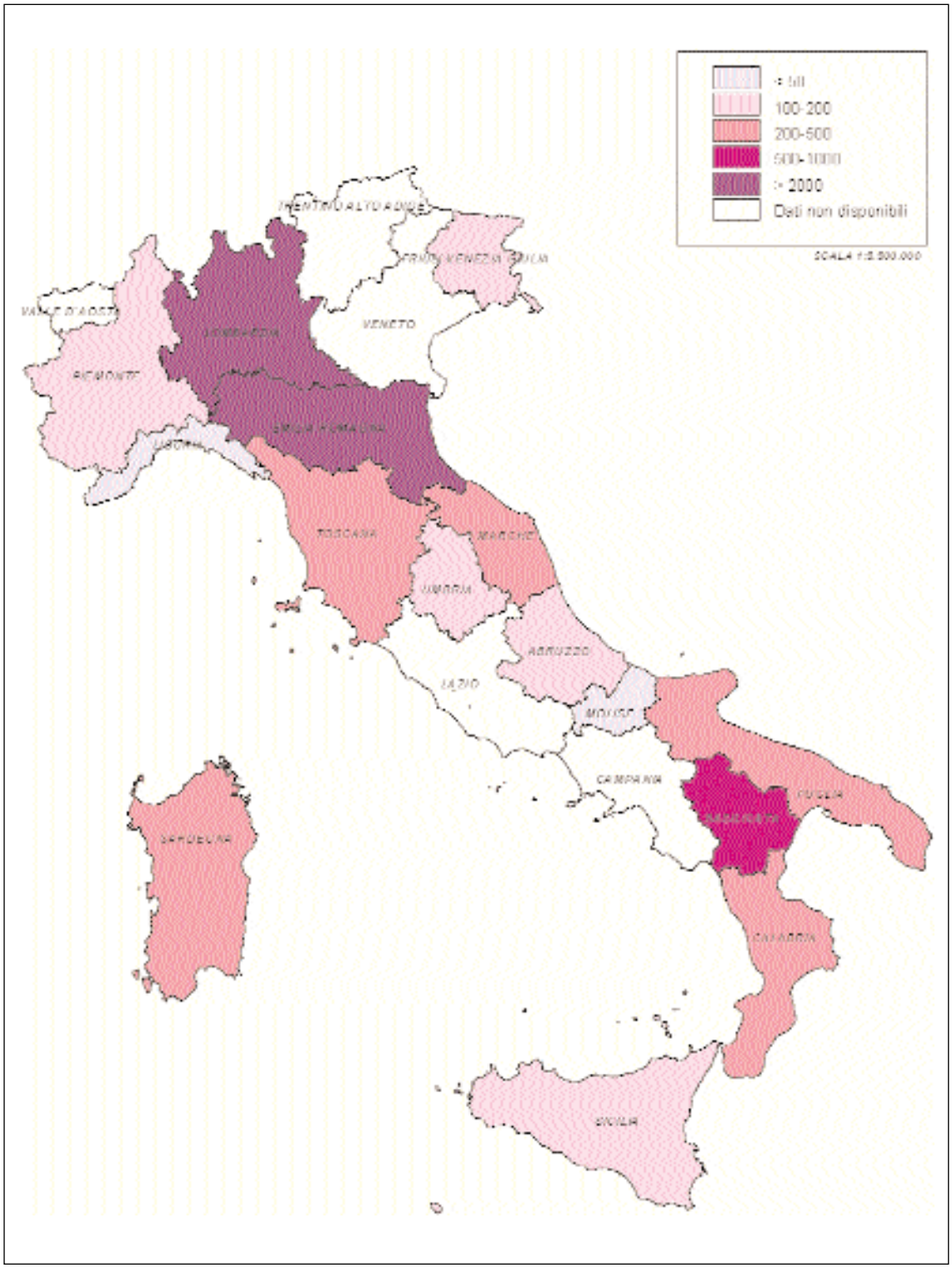
Fig. 7. Prodotti fitosanitari distribuiti come formulato venduti nel 1996 in rapporto alla superficie agricola utilizzata.

Questi siti possono altresì suddividersi in tre principali categorie:

— siti industriali: aree dove è stata o è aperta una qualsiasi attività industriale o commerciale;
— siti rifiuti: aree usate per lo smaltimento rifiuti;
— siti militari: aree che sono state o sono usate per qualsiasi scopo militare, produzione di armi compresa.

In merito ai siti contaminati sono state svolte indagini da parte del Ministero della Protezione Civile nel 1986 e dal Ministero dell'Agricoltura nel 1998, mentre il primo tentativo di pianificazione degli interventi di bonifica dei suoli contaminati è stato fatto con la legge 441/87, che con l'articolo 5 affidava alle Regioni il compito di elaborare i piani regionali di bonifica. Sono state inoltre svolte indagini locali nell'ambito delle aree "a rischio elevato di crisi ambientale", previste nella legge 305/89.

Il Ministero dell'Ambiente con il decreto del 16 maggio 1989 ha fornito le linee guida per l'elaborazione dei piani regionali di bonifica di aree contaminate, mentre il D. Lgs. 22/97 modificato ed integrato dal D. Lgs. 389/1997 e dalla legge



Fonte: Ministero dell'Ambiente, elaborazione CTN-SSC.

Fig. 8. Siti contaminati.

426/98, ha determinato una nuova disciplina in materia di bonifiche e ripristino ambientale delle aree inquinate.

Diverse Regioni (Piemonte, Toscana, Lombardia, Emilia Romagna e Veneto) hanno legiferato in materia di bonifiche; alle stesse Regioni viene demandato il compito di predisporre l'anagrafe dei siti da bonificare.

Come documento di riferimento a livello europeo l'indicatore siti contaminati è stato trattato nel rapporto tecnico 1996/1 dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), "Guidelines for Data Collection for the Dobris+3 report".

La rappresentazione dell'indicatore è stata eseguita a partire da dati reperiti presso il Ministero dell'Ambiente, a cui le singole Regioni hanno provveduto a trasmettere, una volta approvati, i propri Piani Regionali di Bonifica; è bene ricordare che non ancora tutte le Regioni si sono dotate di tale piano e che, per le altre, la data di approvazione varia tra il 1987 ed il 1997.

Il numero dei siti contaminati, pur rappresentando un dato fondamentale, non è certo in grado da solo di rappresentare per ogni Regione, e quindi per tutto il territorio nazionale, la reale situazione del livello e qualità della contaminazione, delle superfici interessate, degli interventi necessari e quindi delle risorse da impegnare. Dalla rappresentazione dell'indicatore, Figura 8, si può osservare la mancanza di dati per la Valle d'Aosta, la Campania, il Lazio, il Trentino Alto Adige ed il Veneto; le prime tre Regioni non hanno ancora adottato un piano di bonifica, mentre Trentino Alto Adige e Veneto, pur avendo un proprio piano, non lo hanno trasmesso al Ministero e non è stato dunque possibile reperirne le relative informazioni.

Bisogna considerare che l'assenza di norme tecniche nazionali esistente al momento della rilevazione dei dati implica sia modalità di rilevamento e classificazione dei siti certamente non omogenee, sia una diversa qualità dei dati, per cui l'aggregazione degli stessi presenta difficoltà e può risultare poco significativa; nello specifico, basti ricordare che ad esempio l'Emilia Romagna ha conteggiato più di tremila siti, mentre il Piemonte poco più di un centinaio.