



INDICE

Introduzione

<i>Messaggio chiave</i>	p. 712
<i>Sintesi</i>	» 712
<i>Quadro generale</i>	» 713

Indicatori

<i>Determinanti</i>	» 714
<i>Pressioni</i>	» 718
<i>Stato</i>	» 740
<i>Risposte</i>	» 772

Riferimenti

<i>Autori</i>	» 777
<i>Bibliografia</i>	» 777
<i>Sitografia</i>	» 778

QUADRO SINOTTICO DEGLI INDICATORI

DPSIR	Tema ambientale	Nome indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura spaziale	Copertura temporale	Trend	Pag.
DETERMINANTI	✓	Consistenza degli allevamenti zootecnici	Acqua	Provincia	2000-2010	😊	714
PRESSIONI	✓	Uso del suolo	Aria, Acqua, Rifiuti	Regione (Provincia BO)	2003-2008 (2011)	😞	718
	✓	Consumo di suolo (impermeabilizzazione)	Aria, Acqua	Regione	2003-2008	😞	722
	✓	Produzione di azoto da effluenti zootecnici	Acqua, Rifiuti	Provincia	1982-2010	😊	725
	✓	Uso di fertilizzanti	Acqua, Natura e biodiversità	Regione	2002-2011	😞	727
	✓	Uso di fitofarmaci	Acqua, Natura e biodiversità	Regione	2003-2012	😊	731
	✓	Uso di fanghi di depurazione (agro-alimentari/da depurazione acque reflue urbane)	Acqua, Rifiuti	Provincia	2004-2012	😊	735
STATO	✓	Tessitura del suolo	Acqua	Regione	2008	😐	740
	✓	Reazione del suolo	Acqua, Natura e biodiversità	Regione	2005	😐	743
	✓	Contenuto di carbonio organico	Acqua, Natura e biodiversità	Provincia	2007	😐	746
	✓	Salinità	Acqua, Natura e biodiversità	Regione	2011	😐	749
	✓	Erosione idrica	Acqua, Natura e biodiversità	Provincia	2007	😐	752
	✓	Contenuto di metalli e metalloidi nel suolo (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V e Zn); Indice di geoaccumulo	Acqua, Rifiuti, Natura e biodiversità	Provincia (6/9); Pianura emiliano-romagnola (parz.)	2012	😐	755
RISPOSTE	✓	Misure agroambientali (PSR)	Acqua, Natura e biodiversità	Regione	2000-2011	😊	772
	✓	Localizzazione dei siti inseriti nella banca dati dei siti contaminati di Arpa Emilia-Romagna	Acqua, Natura e biodiversità	Regione	2009	😐	775

Tema ambientale: ✓ Suolo

Introduzione

Messaggio chiave

- ☺ È confermata la tendenza generale alla riduzione di prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo; rispetto al 2011 si registra un calo dell'11% delle sostanze attive vendute, pari a 880 tonnellate. Un leggero incremento, di circa un 5%, si rileva per le sostanze attive dei prodotti biologici, mentre diminuiscono le sostanze attive fungicide, insetticide ed erbicide, rispettivamente di un 15%, 5% e 4%. Si segnala inoltre un calo di fanghi distribuiti in agricoltura, imputabile in parte alla diminuzione dei fanghi prodotti dal comparto agroalimentare ed in parte ad altre forme di recupero quali la produzione di compost di qualità. Una lieve contrazione si è registrata nel dato relativo alle superfici di spandimento dal 2011 rispetto al 2012 (-18%). Da sottolineare, inoltre, come la superficie agricola interessata da azioni rivolte alla tutela del suolo (misure agro-ambientali dei Programmi di sviluppo rurale) a livello regionale superi i 150.000 ha.
- ☹ Il quantitativo di fertilizzanti venduto nel 2011 è aumentato del 25%. L'incremento interessa tutti i fertilizzanti ma soprattutto i correttivi (+79%) e gli ammendanti (+18%). Tra i concimi i fosfatici e i potassici aumentano rispettivamente del 53% e 57% ritornando ai livelli di vendita dei primi anni 2000. Anche l'azoto, sceso significativamente nel 2009 in termini di unità fertilizzanti per ettaro di superficie, è aumentato raggiungendo i 64,9 kg/ha.
- ☹ La conoscenza delle concentrazioni naturali, naturali-antropiche dei metalli pesanti e del loro arricchimento superficiale consente di effettuare valutazioni sullo stato di contaminazione dei suoli. Conclusasi la fase di acquisizione e di elaborazione dei dati per il territorio di pianura, emerge che, per l'orizzonte superficiale del suolo od orizzonte lavorato, le percentuali dei dati superiori ai valori dei limiti di legge variano dallo 0,28% per il piombo al 95,13% per lo stagno. Nel caso di cromo e nichel prevale l'arricchimento naturale rispetto alla contaminazione locale; per rame (>2,54%), zinco (>0,99%), vanadio (>13,35%) e stagno, invece, l'ipotesi di contaminazione diffusa legata all'uso e alla gestione del suolo sembra essere la più plausibile.
- ☹ Nonostante la riduzione del consumo di suolo sia uno dei temi espliciti della programmazione regionale (PTR Del 276/2010) e la crisi economica abbia notevolmente ridotto l'attività edilizia, la mancanza di una normativa specifica consente il perdurare del fenomeno di perdita dei suoli agricoli o potenzialmente tali per fini edificatori (Provincia di Bologna, 2008-2011: -2852 ha). Perdita che, oltre a comportare una riduzione delle produzioni per il consumo agro-alimentare, determina modifiche delle modalità di deflusso delle acque superficiali e di ricarica delle falde.
- ☹ Strettamente connessa al consumo di suolo deve essere considerata la perdita della risorsa dovuta a contaminazione, fenomeno di cui si segnala la difficoltà a valutarne la dimensione tipologica e geografica. Ancora in via di definizione l'anagrafe ufficiale, unificata a livello regionale, dei siti contaminati presenti nel territorio regionale. Tale situazione, con informazioni disomogenee distribuite presso le Province, rende ancora poco agevole la definizione di un quadro globale su scala regionale.

Sintesi

Le pressioni esercitate sui suoli dipendono in modo significativo dagli usi in essere e dagli indirizzi di pianificazione che ne orientano le modalità di gestione. I dati relativi alle dinamiche d'uso dei suoli regionali segnalano una progressiva, lenta diminuzione dei territori agricoli e un contemporaneo costante aumento dei territori artificializzati. Tale fenomeno costituisce la forma di degradazione del suolo più evidente e facilmente percepibile. Considerata l'estensione dei territori agricoli, che costituiscono circa il 60% della superficie regionale, va segnalato che la qualità dei nostri suoli è a tutt'oggi fortemente condizionata dalla gestione agricola. Il sostegno alle produzioni biologiche e/o integrate, attuato con il PSR 2007-2013, ha favorito anche nel 2012 una riduzione nell'utilizzo di prodotti di sintesi, in particolare di prodotti fitosanitari, che indirettamente apportano al suolo sostanze inquinanti (ad esempio: Cadmio).

Sono ancora limitate le superfici interessate da azioni specifiche per contrastare la riduzione di sostanza organica nel suolo e l'erosione idrica, che ne diminuiscono la fertilità agronomica e biologica. Va segnalato l'aumento significativo dell'uso di ammendanti, correttivi e di concimi composti e organominerali, fertilizzanti tutti provenienti da processi produttivi complessi, il cui uso è condizionato anche da normative che ne devono controllare la qualità per la distribuzione alle colture agricole e al suolo. Una valutazione complessiva degli indicatori ambientali considera-
ti evidenzia un processo di degradazione dei suoli

regionali in atto, sia per quanto riguarda la limitazione delle loro funzioni, che per quanto riguarda le loro qualità. Di tale processo solo in parte è possibile descriverne l'intensità, in relazione anche alla mancata esistenza a livello regionale di un'attività di monitoraggio delle qualità dei suoli. Parziale è anche l'informazione relativa alla contaminazione del suolo che deriva da attività di carattere industriale, commerciale, di gestione dei rifiuti, estrattiva. Di seguito vengono riportati i valori degli indicatori di stato significativi ai fini della descrizione della qualità dei suoli nella regione Emilia-Romagna.

Quadro generale

La consapevolezza che i suoli dell'Europa siano soggetti a processi di degradazione e di minacce, quali l'impermeabilizzazione, l'erosione, la diminuzione di materia organica, la contaminazione locale o diffusa, la compattazione, il calo della biodiversità, la salinizzazione, le alluvioni e gli smottamenti, ha fatto sì che nel 2006 la Commissione europea redigesse una specifica comunicazione, la Strategia tematica per la protezione del suolo (COM(2006)231 definitivo) e una proposta di Direttiva quadro per la protezione del suolo (COM(2006)232). Recentemente la Commissione ha ritenuto urgente inviare una specifica relazione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni (COM(2012)46 finale) sull'attuazione della Strategia e sulle tendenze attuali di degradazione del suolo in Europa, nonché le proposte per modificarle. Nella relazione si conferma non solo la persistenza ma anche l'aumento dei processi di degradazione del suolo: i suoli dell'Ue sono tutti soggetti, anche se con intensità diversa, ai diversi tipi di degradazione individuati nella Strategia tematica. Quali sono gli effetti? L'impermeabilizzazione del suolo, che comporta la copertura permanente del suolo con materiali impermeabili, è una delle forme di degradazione più facilmente misurabili; 19 Stati membri, nel periodo 1990-2006, hanno perso una potenziale capacità di produzione agricola pari complessivamente a 6,1 milioni di tonnellate di frumento. Così la perdita di biodiversità, che condiziona la sua capacità di rilascio di nutrienti per la nutrizione delle piante, di eliminazione di patogeni e contaminanti, contribuendo a purificare le acque, di cattura e rilascio di CO₂, partecipando al ciclo del carbonio, è attualmente stimata in base alla densità di popolazione e/o intensità dell'attività agricola. La relazione CE del 2012 segna-

la una tendenza all'aumento dei fattori di degradazione dei suoli dovuta in particolare alla modalità d'uso del territorio, ma soprattutto essa sottolinea che, a cinque anni dall'adozione della Strategia, la qualità dei suoli in tutta Europa non è ancora monitorata e protetta in modo sistematico.

La situazione italiana riflette lo stesso scenario. L'Annuario dei dati ambientali (Ispra, 2012) segnala, a sua volta, il persistere di una ridotta comprensione a livello nazionale della valenza ambientale del suolo e un prevalere di una visione con finalità meramente produttive. Oltre a questi aspetti, la ricostruzione di un quadro conoscitivo nazionale, idoneo alla valutazione dello stato ambientale della risorsa, è complicata dal fatto che le informazioni sui suoli sono raccolte e fornite in maniera disomogenea. Al fine di superare questo problema è stato avviato nel 2007, con il coordinamento di Ispra, un processo di armonizzazione e condivisione dei dati esistenti grazie al Progetto SIAS (Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo), finalizzato alla costruzione di due indicatori (Erosione e Contenuto di sostanza organica) a partire dalle informazioni esistenti a livello regionale. A tale progetto ha partecipato la Regione Emilia-Romagna, cosicché le informazioni relative agli indicatori sopracitati, adottate a livello nazionale, sono quelle acquisite, validate e analogamente utilizzate a scala locale. Nell'Annuario Ispra 2012 i suddetti indicatori, per i quali è stato possibile procedere a un ulteriore aggiornamento, nel loro insieme descrivono una situazione comunque critica a livello nazionale sia per la mancanza di una rete di monitoraggio, sia per la difficile e, per ora, solo parziale armonizzazione delle informazioni disponibili a livello locale.



Consistenza degli allevamenti zootecnici

Descrizione

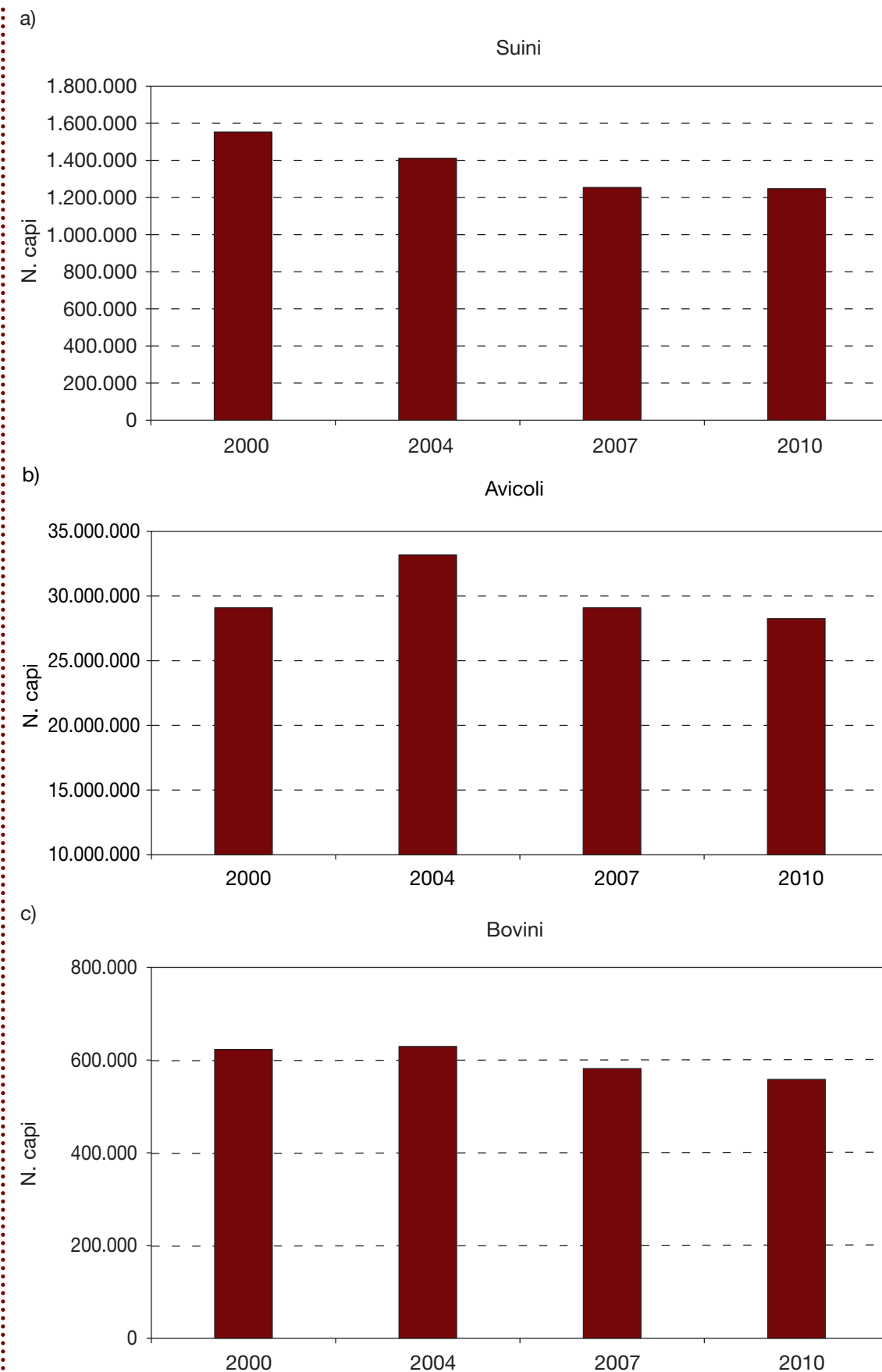
L'indicatore fornisce, per le principali tipologie di allevamento presenti sul territorio regionale, il numero dei capi allevati. Nell'arco temporale considerato si fa riferimento ai censimenti e alle rilevazioni dell'Istat. Poiché le deiezioni di origine animale hanno come destinazione il suolo, il numero di capi allevati rappresenta un importante indicatore per stimare il carico di azoto di origine zootecnica nelle diverse aree della regione.

Scopo

Descrivere l'andamento della consistenza numerica delle produzioni zootecniche per tipologie animali e ambiti territoriali (province).

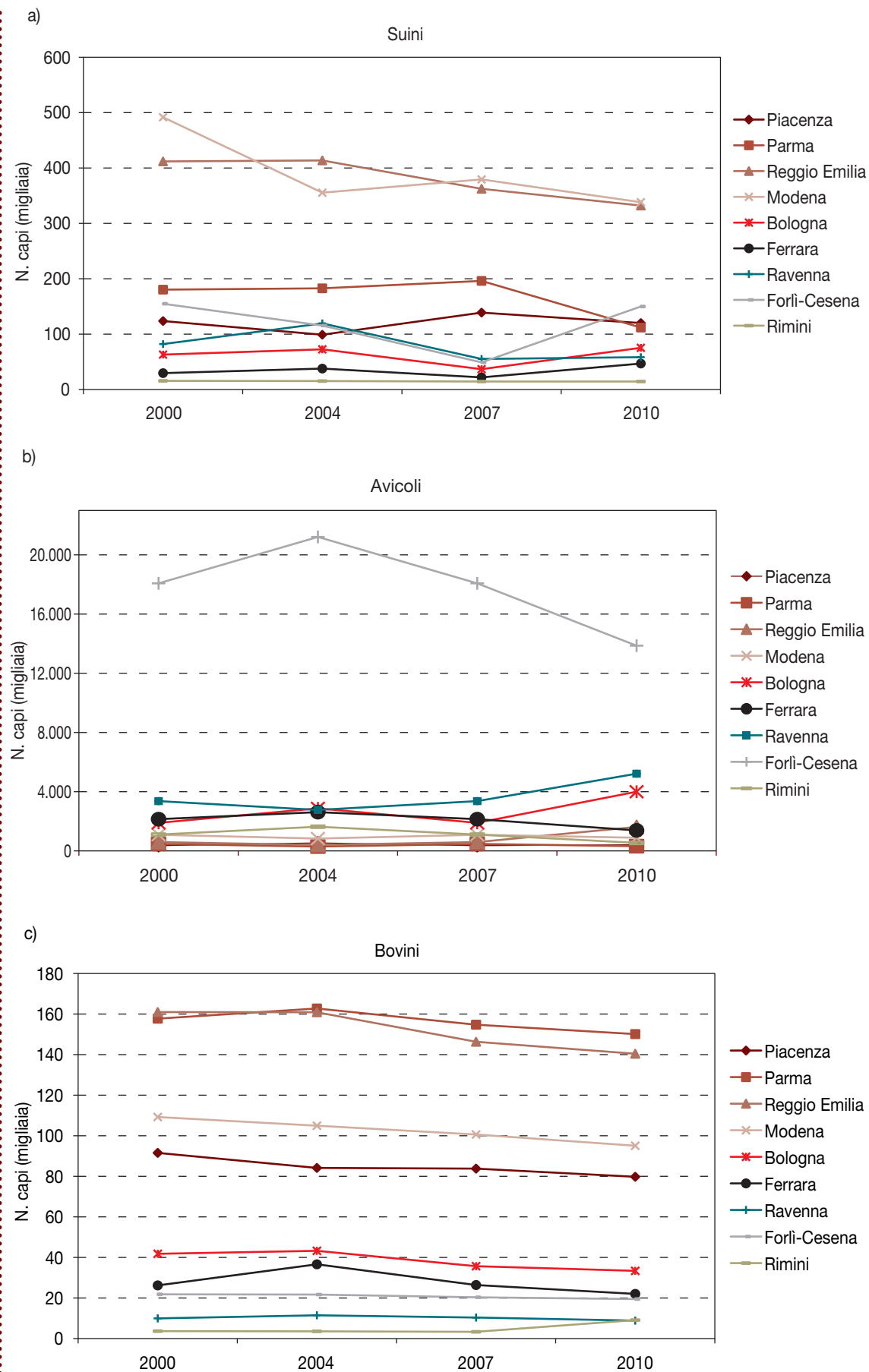
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Consistenza degli allevamenti zootecnici	DPSIR	D
UNITÀ DI MISURA	N. capi	FONTE	Istat, Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2000-2010
AGGIORNAMENTO DATI	Decennale (censimento Istat)	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua
RIFERIMENTI NORMATIVI	DM MiPAF 19/04/99 "Approvazione del codice di buona pratica agricola" DLgs 152/06		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		



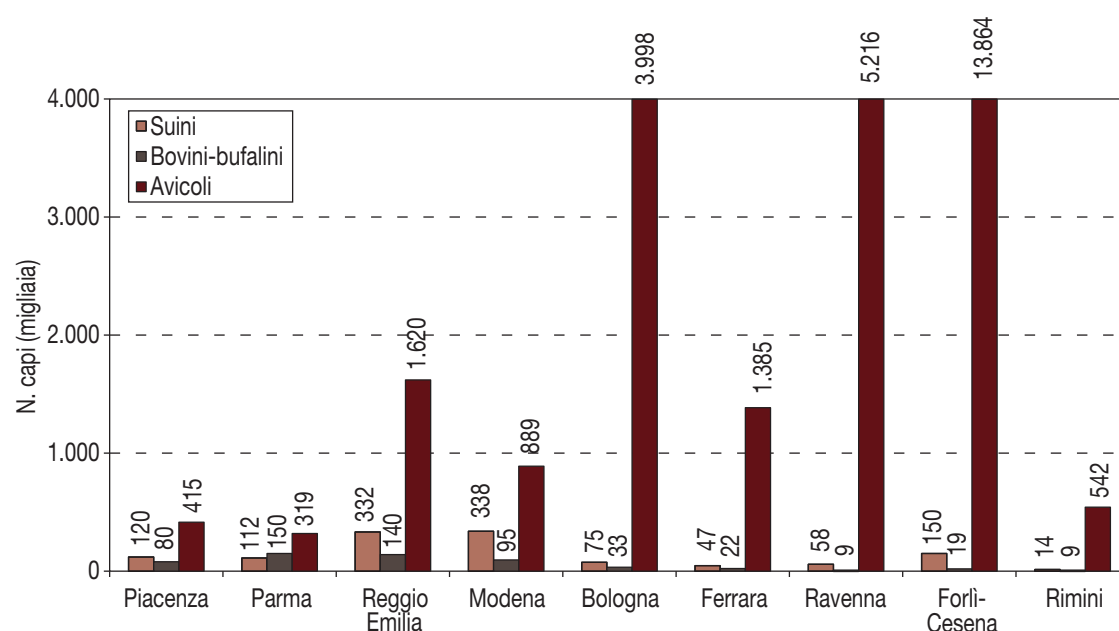
Fonte: Istat

Figure 8.1(a,b,c): Tendenza nel tempo della consistenza suina, avicola e bovina (2000-2010) in Emilia-Romagna



Fonte: Istat

Figure 8.2(a,b,c): Tendenza nel tempo della consistenza suina, avicola e bovina (2000-2010) per provincia



Fonte: Istat

Figura 8.3: Numero assoluto di capi allevati per le principali specie e per provincia (2010)

Commento

In figura 8.3 è possibile apprezzare la consistenza zootecnica nelle singole province e si conferma che, anche nel 2010, la localizzazione prevalente degli allevamenti bovini e suini è nella parte occidentale della regione, mentre quelli avicoli si concentrano nella restante parte e in particolare nella provincia di Forlì-Cesena. Nelle ulteriori rappresentazioni (figura 8.1a,b,c e 8.2a,b,c) emerge come le consistenze zootecniche bovine presentino un diffuso, leggero trend in diminuzione, confermando la tendenza in atto dal 2000. Per le consistenze suinicole si nota una sostanziale stabilità rispetto al 2007, che interrompe la progressiva e consistente riduzione registrata dal 1990 al 2004. L'allevamento avicolo presenta, rispetto a quello bovino e suino, variazioni più repentine, risentendo immediatamente delle condizioni dei mercati. Il contributo delle diverse province non ha sempre lo stesso segno, perché si nota una leggera flessione nella provincia di Forlì-Cesena, area tipica, mentre sono aumentati i capi allevati nelle province di Ravenna, Bologna e Reggio Emilia.

Uso del suolo

Descrizione

Quantifica le superfici del territorio regionale utilizzate per differenti scopi e i relativi cambiamenti avvenuti in un determinato arco di tempo. L'uso del suolo rientra pienamente tra i fattori di pressione esercitati dall'uomo sul suolo. Nel territorio della regione Emilia-Romagna, per circa la metà costituito da una vasta pianura fortemente antropizzata, le scelte d'uso e di gestione del suolo ne condizionano in maniera significativa la qualità. I processi di urbanizzazione, il tipo di coltivazioni agrarie e le pratiche agronomiche correlate, l'abbandono culturale o l'aumento dei boschi agiscono in maniera diversa, talora contrastante, sulle qualità del suolo. Ad esempio la rinaturalizzazione di vaste superfici collinari, conseguente all'abbandono culturale, se può essere letta come una diminu-

zione della pressione esercitata dall'uomo, è in genere accompagnata dalla scomparsa delle tradizionali regimazioni idraulico-agrarie, efficaci contro i dissesti idrogeologici e la perdita di suolo per erosione idrica.

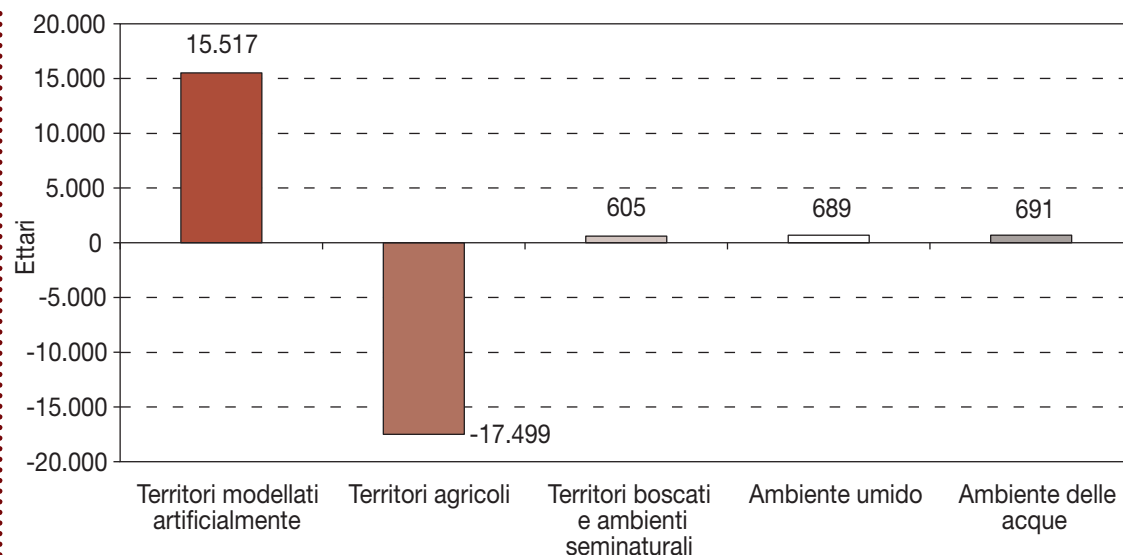
Scopo

L'indicatore si propone di evidenziare i principali cambiamenti d'uso del suolo verificatisi nel territorio regionale nel quinquennio 2003-2008. Un aggiornamento al 2011 è disponibile per la Provincia di Bologna. L'analisi è orientata dall'ipotesi che la pressione antropica esercitata sul suolo sia progressivamente più elevata passando dagli usi propri dei "Territori boscati e ambienti seminaturali" a quelli dei "Territori agricoli" e via via a quelli dei "Territori artificializzati".

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	<i>Uso del suolo</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITÀ DI MISURA	<i>Ettari</i>	FONTE	<i>Istat, Regione Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione (Provincia BO)</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2003-2008 (2011)</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Decennale (Istat), Quinquennale (RER)</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Aria, Acqua, Rifiuti</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>LR 20/2000 LR 6/2009</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		

Grafici e tabelle



Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Figura 8.4: Variazioni dell'uso del suolo (macro-categorie) nel periodo 2003-2008

Nota: * elaborazioni Servizio Geologico, sismico e dei suoli su dati Servizio Statistica e informazione geografica

Tabella 8.1: Variazioni delle superfici a diverso uso del suolo (2003-2008)

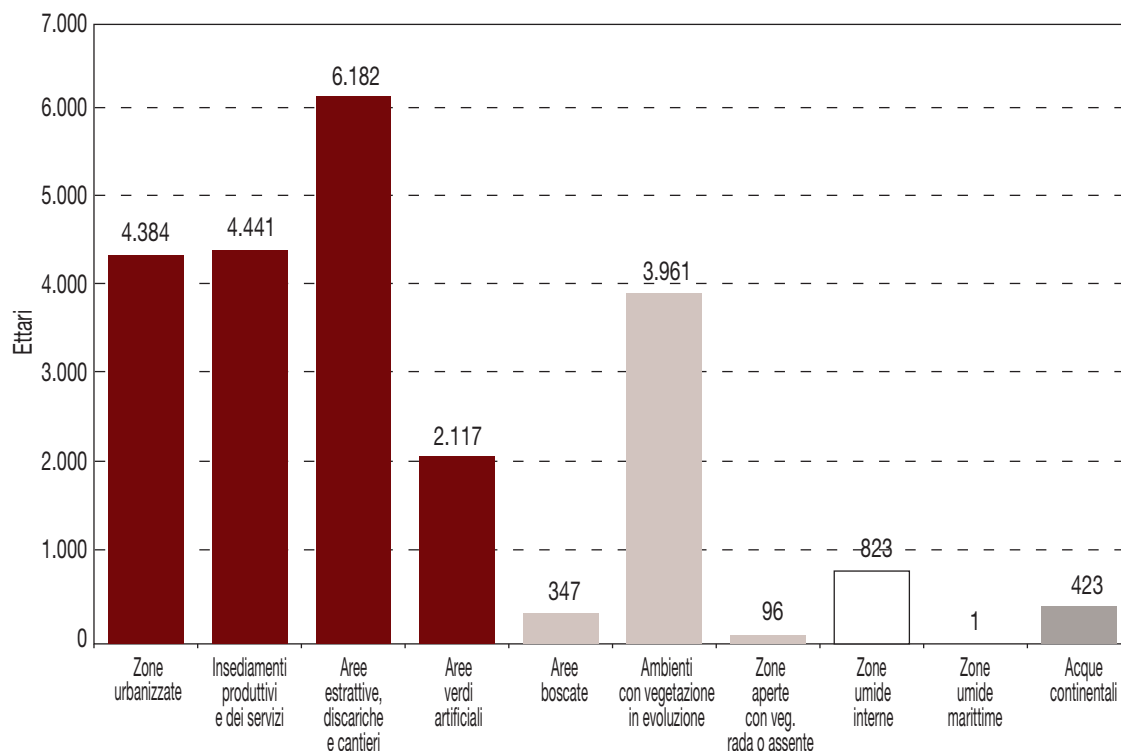
CATEGORIE**		Area (ha)		Variazione 2003 - 2008 (ha)
		2003	2008	
Territori modellati artificialmente	Zone urbanizzate	101.392	106.809	5.417
	Insedimenti produttivi, commerciali, dei servizi pubblici e privati, delle reti e delle aree infrastrutturali	56.270	63.019	6.749
	Aree estrattive, discariche, cantieri e terreni artefatti e abbandonati	14.245	15.965	1.720
	Aree verdi artificiali non agricole	20.351	21.983	1.632
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE"			15.517
Territori agricoli	Seminativi	1.074.833	1.064.454	-10.379
	Colture permanenti	165.194	156.270	-8.924
	Prati stabili	30.560	32.322	1.762
	Zone Agricole eterogenee	57.942	57.984	42
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "TERRITORI AGRICOLI"			-17.499
Territori boscati e ambienti seminaturali	Aree boscate	535.011	536.899	1.888
	Ambienti con vegetazione arbustiva o/o erbacea in evoluzione	86.860	85.166	-1.694
	Zone aperte con vegetazione rada o assente	22.751	23.162	411
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI"			605
Ambiente umido	Zone umide interne	6.975	7.722	747
	Zone umide marittime	17.944	17.886	-58
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "AMBIENTE UMIDO"			689
Ambiente delle acque	Acque continentali	54.502	55.193	691
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "AMBIENTE DELLE ACQUE"			691

Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Note:

* elaborazioni Servizio Geologico, sismico e dei suoli su dati Servizio Statistica e informazione geografica

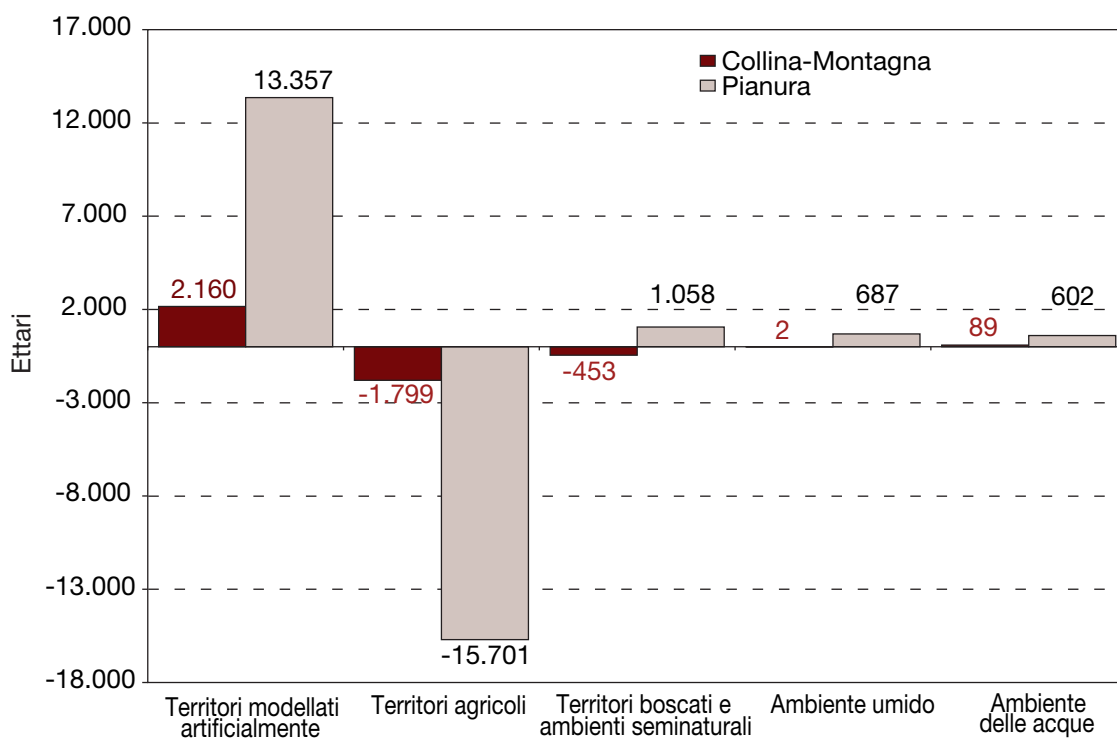
** livello 2 CORINE Land COVER



Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Figura 8.5: Cambiamenti d'uso dei suoli agricoli nel periodo 2003-2008

Nota: * elaborazioni Servizio Statistica e informazione geografica



Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Figura 8.6: Confronto delle variazioni dell'uso del suolo nel periodo 2003-2008 tra i territori di pianura e di collina-montagna

Nota: * elaborazioni Servizio Statistica e informazione geografica

Tabella 8.2: Valutazione delle variazioni di superfici artificializzate nella provincia di Bologna (1976-2011)

Valutazione incremento artificializzato - Provincia di Bologna								
Periodi	Lunghezza periodi (anni)	Superficie totale (ha)	Anni	Superficie artificializzata	Variazione totale (ha)	Variazione annua (ha)	Variazione annua (m ² /km ²)	Indice artif. annuo (%)
1976-2003	27	370.238	1976	19.765	16.248	602	1.625	0,163
			2003	36.013				
2003-2008	5	370.238	2003	36.013	2.866	573	1.548	0,155
			2008	38.879				
2008-2011	3	370.238	2008	38.879	1.733	578	1.560	0,156
			2011	40.612				
1976-2011	35	370.238	1976	19.765	20.847	596	1.609	0,161
			2011	40.612				

Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Nota:

* elaborazioni Servizio Statistica e informazione geografica

Commento

Il confronto dell'uso del suolo 2003-2008, integrato con i dati relativi ai sette comuni della Val Marecchia (L 117/2009), fornisce un quadro dettagliato della dinamica dell'uso complessivo del territorio regionale in tale periodo. Contemporaneamente alla contrazione dei territori agricoli, stimata essere di circa 17.499 ha (tabella 8.1), si è verificato un leggero aumento dei territori a bosco, degli ambienti seminaturali, delle zone umide e dei corpi idrici e un sensibile aumento dei territori artificializzati (figura 8.4). Diversamente dalle dinamiche d'uso rilevate nel più lungo periodo 1976-2003 (Annuario 2008), in cui la maggior parte del territorio agricolo, non più destinato a tale uso, era stato interessato da interventi di forestazione, naturalizzazione o abbandono, nel 2003-2008 emerge in maniera netta l'artificializzazione estrema dell'uso del suolo a discapito della sua utilizzazione agricola, con conseguenze rilevanti anche sulla sua capacità di immagazzinare carbonio o di regolare il deflusso delle acque e la ricarica delle falde idriche (figura 8.5). Il fenomeno non è avvenuto uniformemente, ma ha interessato soprattutto la pianura (figura 8.6), area della regione con i suoli a maggiore vocazione agricola e dove la pressione insediativa civile e produttiva è particolarmente intensa. Anche i dati delle statistiche agricole (Istat 2000-2010¹) confermano il processo di diminuzione della superficie agricola: la SAU (Superficie Agricola Utilizzata) "perde" nel decennio 62.545 ha e analogamente la Superficie Agricola Totale (SAT) diminuisce del 6,7% (-98.286 ha).

Il nuovo database dell'uso del suolo del 2011 della Provincia di Bologna, con caratteristiche del

tutto analoghe a quello del 2008, ha permesso di fare una serie di confronti molto precisi sulle dinamiche di uso del suolo nel periodo che va dal 2003 al 2011.

Dal confronto dei dati 2011 con quelli del 2008 risulta un incremento dei territori artificializzati di 1.733 ettari. Analizzando questa categoria in maggior dettaglio, risulta che gli aumenti più significativi si sono registrati per le zone urbanizzate caratterizzate da un tessuto discontinuo, con un aumento di 801 ettari, per gli insediamenti produttivi, aumentati di 354 ettari, per le reti, con un incremento di 290 ha, in particolare per la categoria "reti e aree per la distribuzione e produzione dell'energia", con un aumento del 111,5 per cento (123 ettari).

Se si mettono a confronto le dinamiche di uso del suolo della Provincia di Bologna nei periodi 2003-2008 e 2008-2011, nel primo si registra un aumento dei territori artificializzati di 2.866 ettari, il che equivale a 573 ettari all'anno (tabella 8.2). Nel periodo 2008-2011 l'aumento annuo è stato, invece, di 578 ettari, quindi in leggero aumento tendenziale.

Le dinamiche di artificializzazione del territorio provinciale sono state valutate con un ulteriore indice: la superficie media di incremento annuo di territori artificializzati espressa in metri quadri per chilometro quadrato. Nel periodo 2003-2008 si registra un'artificializzazione di 1.548 metri quadri per chilometro quadrato all'anno, mentre nel periodo 2008-2011 si passa a 1.560 metri quadri di incremento dei territori artificializzati.

Nota: ¹ Istat Censimento 2010 - dati provvisori



Consumo di suolo

Descrizione

Quantifica, in questo contesto specifico, le superfici del territorio regionale interessate dal fenomeno dell'impermeabilizzazione e la loro dinamica nel tempo. Se l'uso del suolo rientra tra i maggiori fattori di pressione esercitati dall'uomo sul suolo, ve ne è un tipo che incide in maniera pressoché irreversibile sulle potenzialità d'uso di questa matrice ambientale. Si tratta dell'insieme degli interventi di urbanizzazione che comportano in maniera più o meno intensa la "sigillatura" o l'impermeabilizzazione del suolo. Delle numerose funzioni che il suolo è chiamato a svolgere: produzione di cibo e materie prime, filtro e serbatoio di numerose sostanze, elemento del paesaggio e del patrimonio culturale, piattaforma per lo svolgimento delle attività

umane, quest'ultima, se attivata, preclude la possibilità di esercitarne qualsiasi altra, non solo nel presente, ma anche nel futuro. Per questo si ritiene appropriato parlare anche in questo caso di perdita o meglio di consumo di suolo.

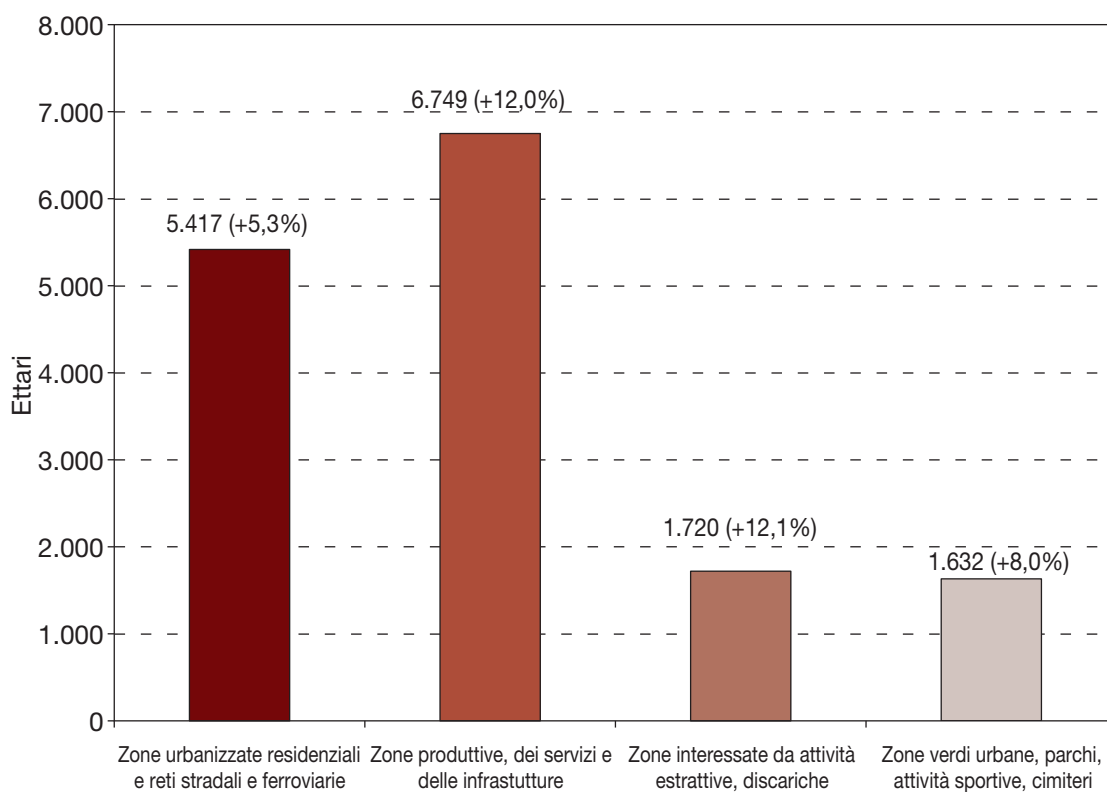
La sigillatura del suolo, inoltre, produce un notevole squilibrio nel ciclo idrologico di un territorio, rendendone di fatto impermeabili vasti tratti e modificando le modalità di deflusso e di ricarica delle falde idriche.

Scopo

L'indicatore fornisce un quadro generale del fenomeno dell'impermeabilizzazione nel territorio regionale.

Metadati

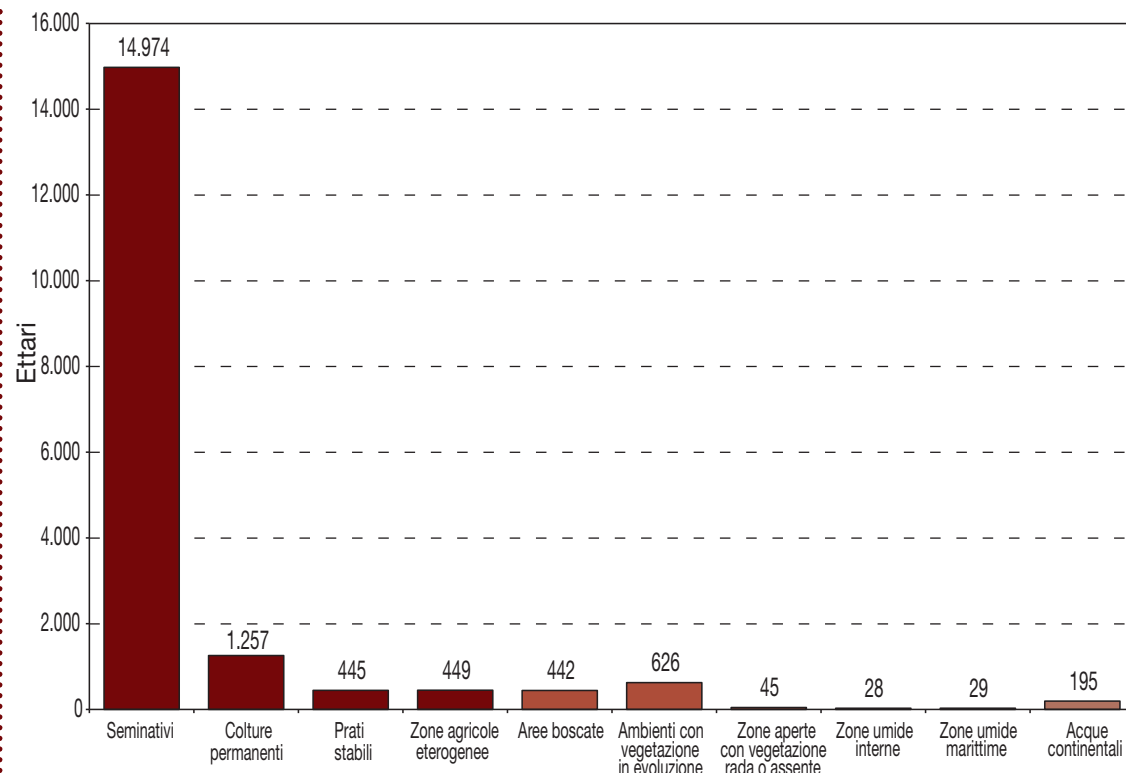
NOME DELL'INDICATORE	Consumo di suolo (impermeabilizzazione)	DPSIR	P
UNITÀ DI MISURA	Ettari, percentuale	FONTE	Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2003-2008
AGGIORNAMENTO DATI	Quinquennale (RER)	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria, Acqua
RIFERIMENTI NORMATIVI	LR 20/2000 LR 6/2009		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		



Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Figura 8.7: Variazioni in ettari e in percentuale dell'uso del suolo, all'interno della macro-categoria "Territori modellati artificialmente", nel periodo 2003-2008

Nota: * elaborazioni Servizio Geologico, sismico e dei suoli su dati Servizio Sviluppo Amministrazione digitale e Sistemi informativi geografici



Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Figura 8.8: Categorie e superfici (ettari) di uso del suolo interessate da processi di impermeabilizzazione nel periodo 2003-2008

Nota: * elaborazioni Servizio Geologico, sismico e dei suoli su dati Servizio Sviluppo Amministrazione digitale e Sistemi informativi geografici

Commento

Il confronto tra la Carta dell'uso del suolo 2003 e quella del 2008, che segnala un aumento della superficie delle aree a forte artificializzazione di circa 155 km², evidenzia come il consumo di suolo sia un fenomeno dovuto soprattutto all'espandersi delle zone produttive, dei servizi e delle infrastrutture e subordinatamente all'espansione residenziale e delle reti delle comunicazioni (figura 8.7). Nel periodo considerato si osserva anche un importante aumento, di poco superiore al 12%, delle aree interessate da cantieri, attività estrattive, discariche, tutte attività che possono comportare una degradazione irreversibile del suolo. Talvolta in questi casi, il suolo viene asportato e accantonato per essere successivamente rimesso a posto. Diversamente l'impermeabilizzazione delle aree urbane e/o produttive determina sempre una perdita radicale della capacità multifunzionale del

suolo. La sua quantificazione diventa un importante elemento per valutare la sostenibilità ambientale delle azioni settoriali di programmazione del territorio. Una prima stima delle superfici effettivamente sigillanti il suolo all'interno della macro-categoria di uso del suolo "Territori modellati artificialmente" (Corticelli S., 2008) ha rivelato un range di valori di impermeabilizzazione molto variabile: dallo 0,05% (ippodromi, campi da golf) al 95% (tessuto residenziale compatto e denso). Va sottolineato che gli incrementi verificatisi in questa macro-categoria, nell'arco di tempo considerato, provengono in massima parte da usi agricoli (figura 8.8). La impermeabilizzazione del suolo va di pari passo con la perdita di capacità dei suoli di produrre biomassa, non solo agricola. Questi cambiamenti hanno interessato nel decennio più di 18.000 ha.



Produzione di azoto da effluenti zootecnici

Descrizione

L'indicatore individua i quantitativi di azoto derivanti dagli effluenti prodotti negli allevamenti. La stima della produzione di azoto, per gli anni 1982-2010, è effettuata mediante elaborazione dei dati sul numero dei capi allevati e applicazione dei coefficienti per la stima della produzione di azoto al campo fissati dalla normativa regionale (N. di capi allevati x peso medio = peso vivo allevato x coeff./SAU = azoto prodotto/ ettaro di SAU). Il numero di capi allevati e la SAU derivano dalle

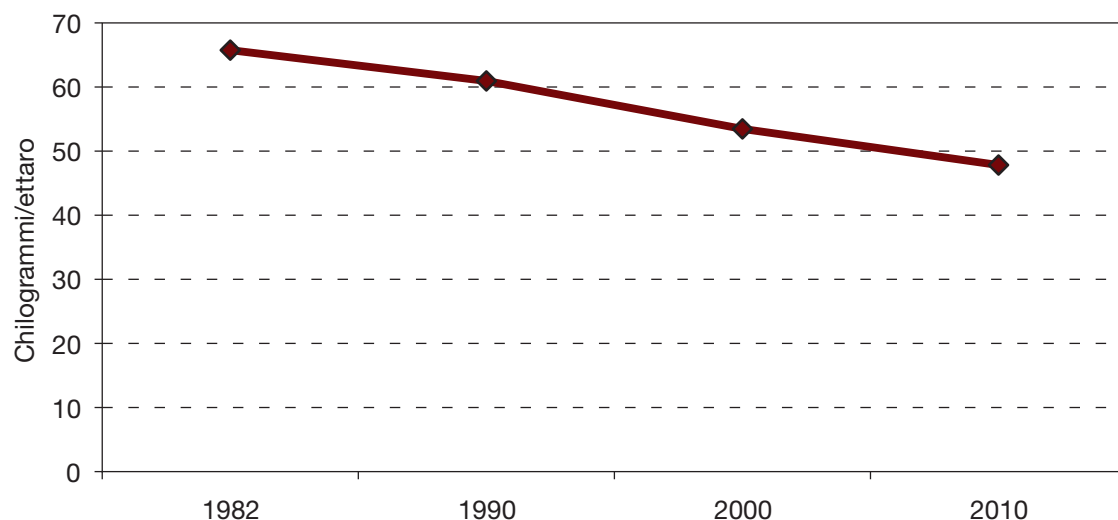
rilevazioni censuarie dell'Istat. I parametri di peso medio e il coefficiente di azoto prodotto per tonnellata di peso vivo sono valori definiti prendendo a riferimento quelli riportati nella normativa regionale di applicazione della Direttiva nitrati (91/676).

Scopo

Valutare entità e tendenza del carico di azoto proveniente dalla produzione di effluenti zootecnici e potenzialmente somministrato al suolo.

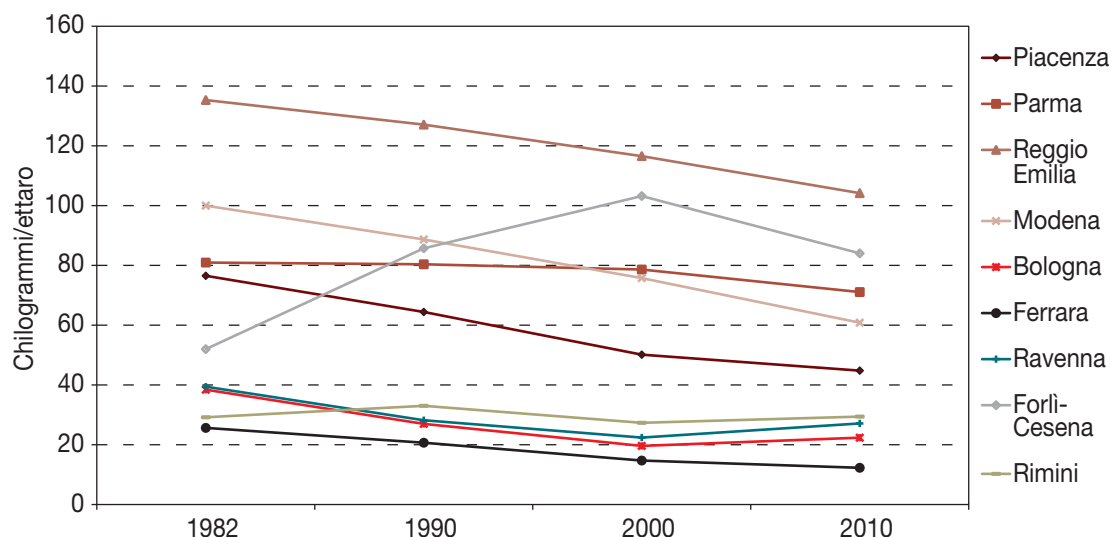
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Produzione di azoto da effluenti zootecnici	DPSIR	P
UNITÀ DI MISURA	Chilogrammi/ettaro di SAU	FONTE	Istat, Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	1982-2010
AGGIORNAMENTO DATI	Decennale (Istat), Annuale (IZSLE)	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Rifiuti
RIFERIMENTI NORMATIVI	DM MiPAF 07/04/2006 Delibera Assemblea Regionale n. 96/2007		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Istat

Figura 8.9: Tendenza nel tempo (1982-2010) della produzione di azoto zootecnico (suino + bovino + avicolo), in rapporto agli ha di SAU, a livello regionale



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Istat

Figura 8.10: Tendenza nel tempo (1982-2010) della produzione di azoto zootecnico (suino + bovino + avicolo), in rapporto agli ha di SAU, a livello provinciale

Commento

Dalla figura 8.9 si rileva come l'apporto potenziale al suolo di azoto di origine zootecnica si sia progressivamente ridotto nell'arco di quasi 30 anni (1982 al 2010), passando da 66 a 48 kg/ha.

Tra le diverse province (vedi figura 8.10) emergono nettamente, per la rilevanza dei quantitativi unita-

ri, Reggio Emilia (104 kg/ha) e Forlì-Cesena (84 kg/ha), rispettivamente per azoto prodotto da allevamenti bovini e suini e da quelli avicoli.

Su livelli intermedi, troviamo le provincie di Parma (71 kg/ha) e Modena (61 kg/ha), mentre tutte le altre si collocano sotto la media regionale.



Uso di fertilizzanti

Descrizione

L'uso dei fertilizzanti chimici ha contribuito in maniera determinante allo sviluppo della moderna agricoltura, ormai fortemente dipendente dai nutrienti per mantenere gli attuali standard di produttività.

Tra i principali effetti ambientali negativi generati dall'agricoltura sono spesso citati quelli legati all'uso eccessivo dei nutrienti chimici, il quale ha portato, infatti, all'accumulo di elementi o sostanze nei suoli, alterandone le proprietà fisiche e chimiche. Inoltre, con meccanismi diversi da elemento a elemento e in funzione di numerosi fattori,

quali: tipo di suolo e tipo di coltura, sistema di drenaggio, dosi, modalità e periodi di fertilizzazione, "i nutrienti chimici" possono contaminare le acque superficiali o profonde, soprattutto i nitrati e i fosfati, e, successivamente, stimolare lo sviluppo di alghe (eutrofizzazione).

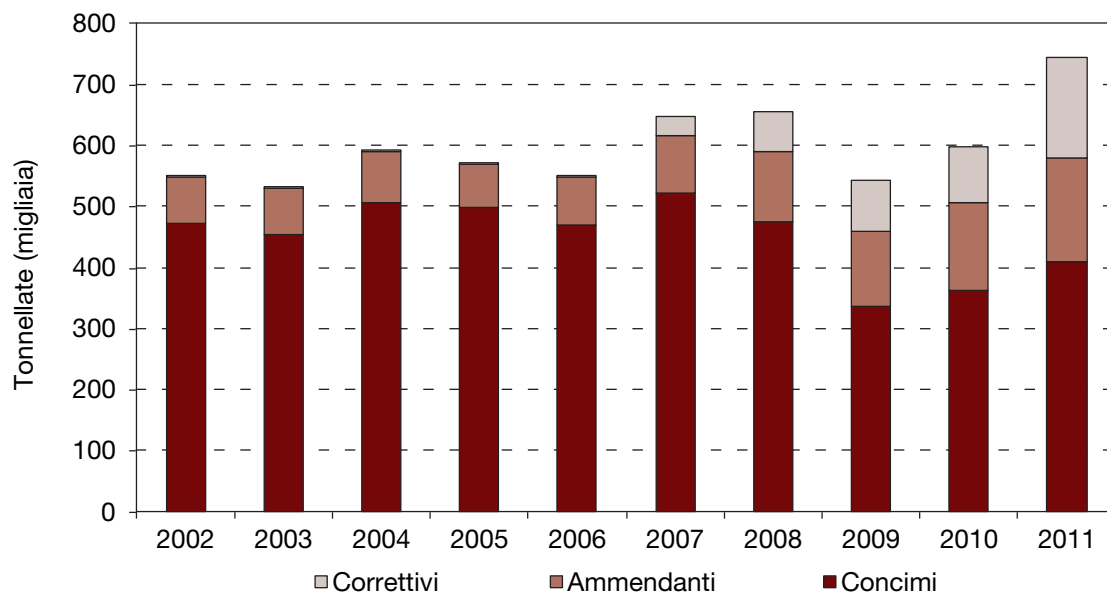
Scopo

Documentare l'intensità d'uso dei fertilizzanti negli ultimi dieci anni (dal 2002 al 2011), con particolare attenzione a quelli azotati, fosfatici e potassici, nelle aree agricole della regione.

Metadati

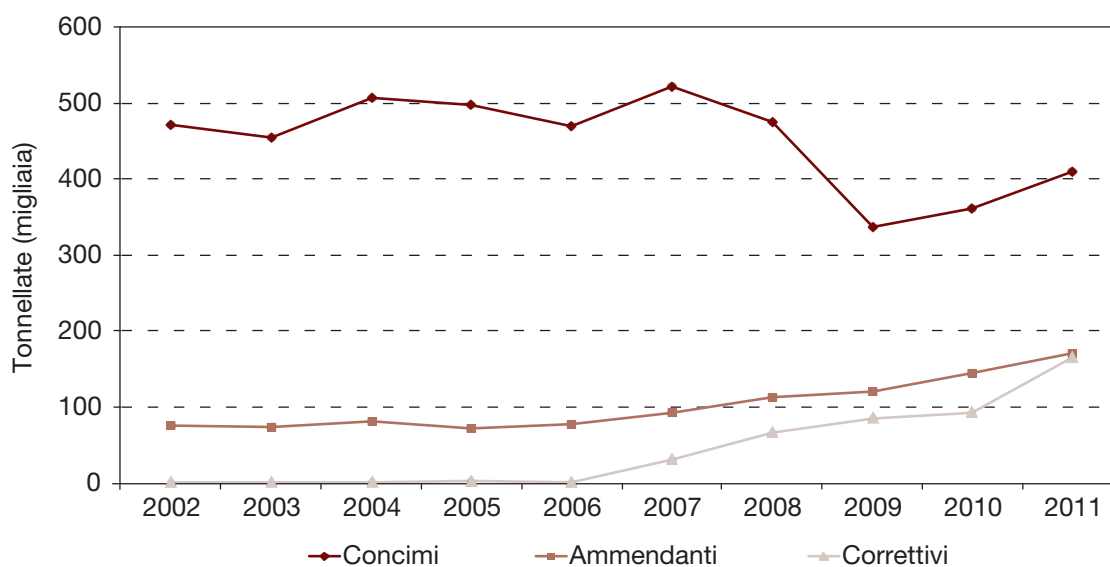
NOME DELL'INDICATORE	Uso di fertilizzanti	DPSIR	P
UNITÀ DI MISURA	Tonnellate, chilogrammi/ettaro di SAU*	FONTE	Istat, Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2002-2011
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Natura e biodiversità
RIFERIMENTI NORMATIVI	LR 25/2000 DGR 2546/03 Delibera Assemblea Consiliare 30 gennaio 2007, n. 99 PSR 2007-2013 LR 28/09		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		

* Superficie Agricola Utilizzata



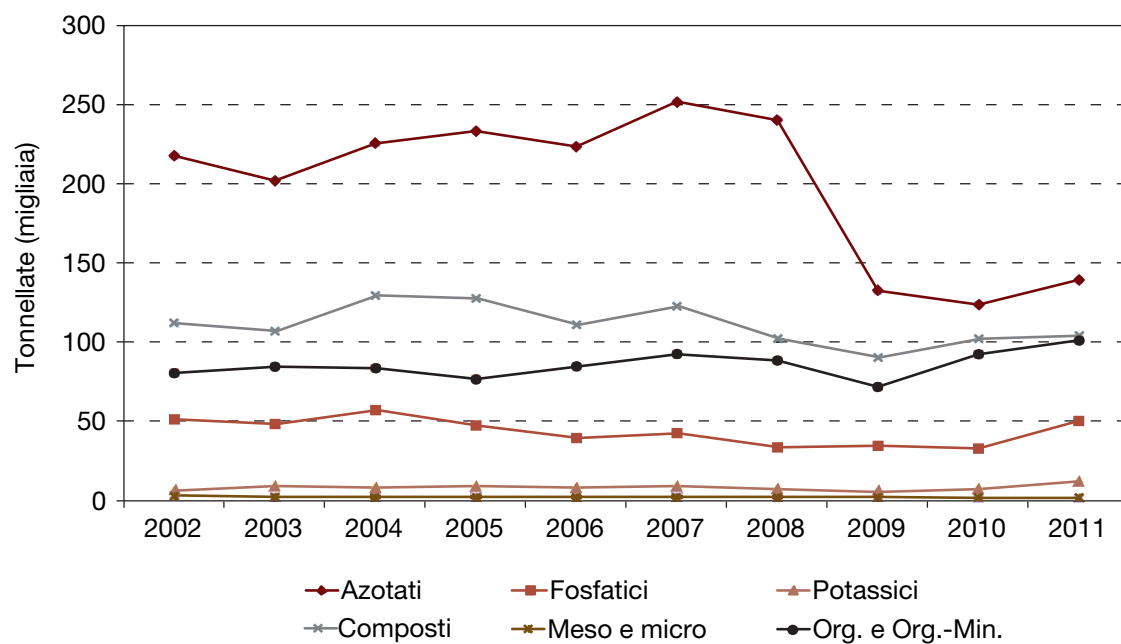
Fonte: Elaborazioni Regione Emilia-Romagna su dati Istat

Figura 8.11: Quantitativi di fertilizzanti commercializzati nel periodo 2002-2011 nella regione Emilia-Romagna



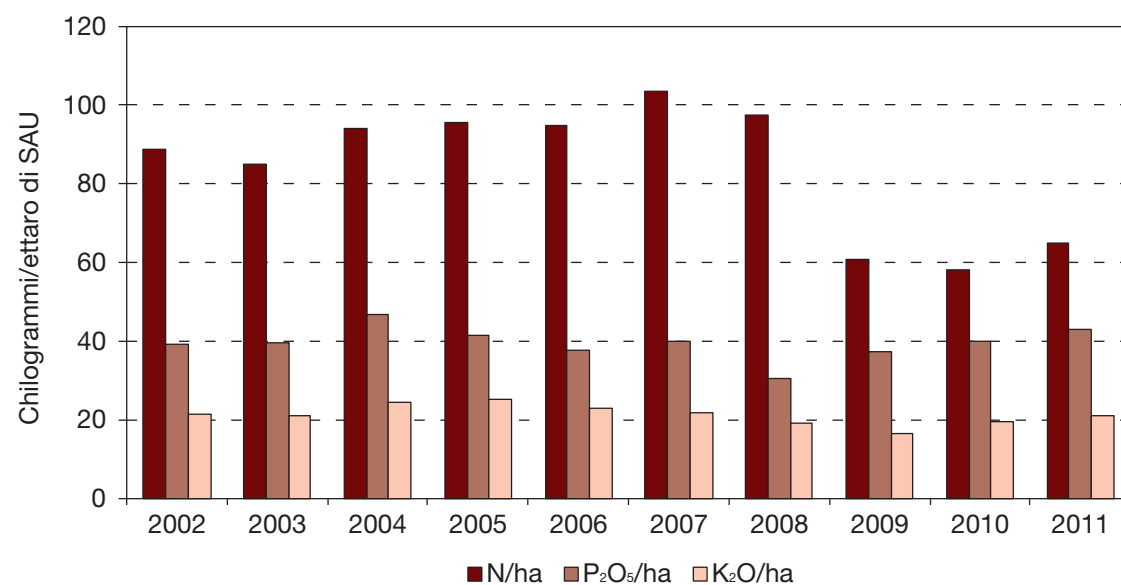
Fonte: Elaborazioni Regione Emilia-Romagna su dati Istat

Figura 8.12: Quantitativi di fertilizzanti, per macro-categoria, commercializzati nel decennio 2002-2011 nella regione Emilia-Romagna



Fonte: Elaborazioni Regione Emilia-Romagna su dati Istat

Figura 8.13: Quantitativi di concimi, per categoria, commercializzati nel periodo 2002-2011 nella regione Emilia-Romagna



Fonte: Elaborazioni Regione Emilia-Romagna su dati Istat

Figura 8.14: Quantitativi di fertilizzanti, in unità di azoto (N), fosforo (P₂O₅) e potassio (K₂O), commercializzati per ettaro di SAU nel periodo 2002-2011 nella regione Emilia-Romagna

Commento

Il quantitativo di fertilizzanti (concimi + ammendanti + correttivi) venduto in regione nel 2011 è cresciuto del 25% rispetto a quello dell'anno precedente, raggiungendo le 745.000 tonnellate (figura 8.11). L'incremento conferma la tendenza dello scorso anno e raggiunge il valore massimo degli ultimi 10 anni. Come è possibile notare, esaminando la figura 8.12, che riporta l'andamento delle vendite negli anni dal 2002 al 2011 suddivise per macrocategoria, ciò interessa tutti i fertilizzanti ma soprattutto i correttivi (+79% rispetto al 2010) e gli ammendanti (+18% rispetto al 2010), confermando la tendenza manifestata da entrambe le categorie a partire dal 2007.

Nell'ambito dei concimi, vedi figura 8.13, quelli

azotati, dopo il crollo del 2009, segnalano una ripresa, raggiungendo un venduto di circa 140.000 tonnellate; tuttavia l'incremento, che interessa tutti i concimi, va segnalato soprattutto per i fosfatici e i potassici, che presentano un aumento i primi del 53% e i secondi del 57% rispetto al 2010, ritornando ai livelli di vendita dei primi anni 2000. In termini di unità di fertilizzanti per ettaro di superficie agricola utilizzata, vedi figura 8.14, si può notare che l'azoto, sceso significativamente nel 2009, è leggermente aumentato raggiungendo i 64,9 kg/ha. Anche gli impieghi unitari degli altri due macro elementi sono ulteriormente cresciuti: il fosforo (P_2O_5) si colloca ora sopra i 42 kg/ha e il potassio (K_2O) a 21,2 kg/ha.



Uso di fitofarmaci

Descrizione

Con il termine “prodotti fitosanitari” si intendono sostanze attive e preparati contenenti una o più sostanze attive impiegati in agricoltura per proteggere i vegetali dagli organismi nocivi o dalle piante infestanti e consentire elevati standard di qualità delle produzioni agricole. L'impiego di fitofarmaci sui suoli agricoli può rappresentare un fattore di pressione per l'ambiente in quanto tali sostanze, una volta distribuite, possono produrre, talvolta, effetti indesiderati in ragione delle caratteristiche ecotossicologiche dei prodotti. Una delle matrici maggiormente vulnerate è rappresentata dalla risorsa idrica, ma tali sostanze possono accumularsi anche nella matrice suolo.

Occorre tuttavia sottolineare come l'effettivo impatto ambientale dei fitofarmaci sia legato a svariati fattori, fra i quali: il periodo di distribuzione, le condizioni agro-climatiche, il tipo di suolo, le proprietà chimico-fisiche specifiche del principio attivo (che ne determinano la persistenza, la solubilità, il grado di adsorbimento etc.) e le sistemazioni idrauliche dei terreni. La limitazione al minimo necessario dell'uso di questi mezzi tecni-

ci in agricoltura è una delle politiche per progredire verso forme più evolute di agricoltura sostenibile.

Scopo

Rappresentare il quantitativo di prodotti fitosanitari venduto per uso agricolo e valutarne la dinamica di distribuzione sul territorio.

L'indicatore è utile per una rappresentazione complessiva delle problematiche ambientali, ricordando però che non tutti i prodotti fitosanitari esercitano la stessa pressione sulla qualità di acqua, suolo e aria. A tale riguardo, la Regione Emilia-Romagna, ad esempio nell'ambito della pianificazione dei monitoraggi delle acque, per l'individuazione delle sostanze prioritarie utilizza l'Indice di Priorità (IP), che è un indice complesso che tiene conto dei dati di consumo (dati di vendita), della modalità di utilizzo del prodotto (sul terreno o parti vegetali), delle caratteristiche chimico-fisiche e partitive della sostanza (proprietà chemiodinamiche) e della persistenza, cioè della resistenza alla degradazione.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	<i>Uso di fitofarmaci</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITÀ DI MISURA	<i>Tonnellate, percentuale</i>	FONTE	<i>Istat</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2003-2012</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua, Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		

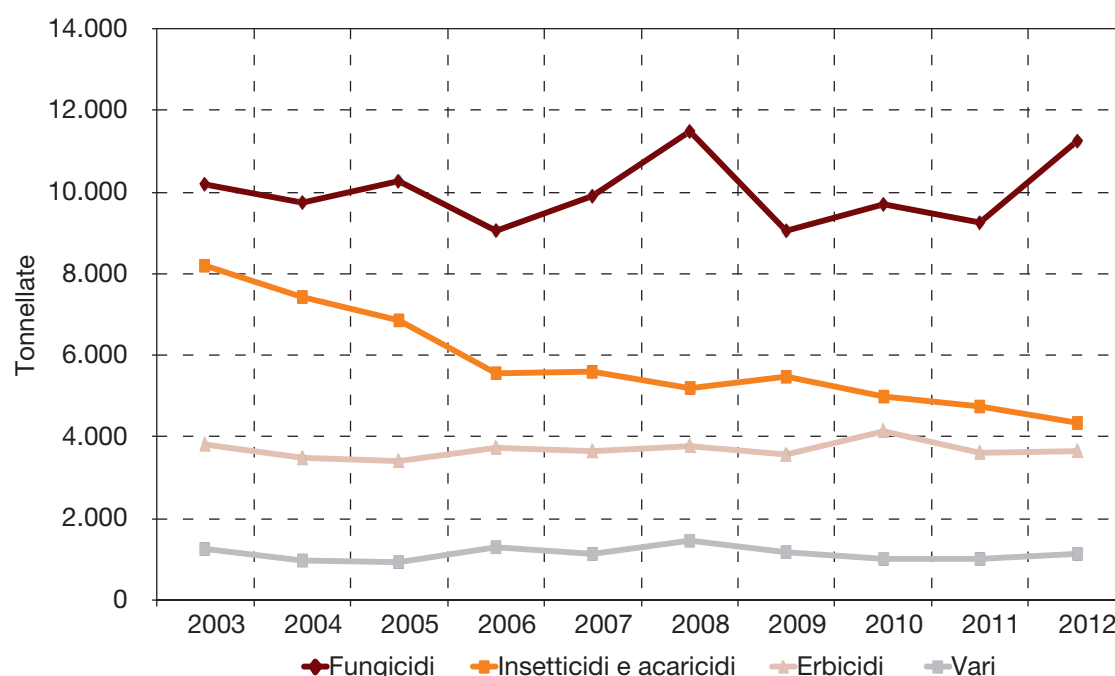
Tabella 8.3: Quantitativi di prodotti fitosanitari (tonnellate) distribuiti per uso agricolo annualmente in Emilia-Romagna, ripartiti per categoria (2003-2012)

Categorie	Anni										Variazioni 2012-2011		
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Media/anno	Absolute	%
Fungicidi	10.189	9.730	10.279	9.050	9.914	11.469	9.028	9.679	9.268	11.235	9.984	1.968	21,2
Insetticidi e acaricidi	8.185	7.424	6.843	5.564	5.616	5.193	5.488	4.981	4.743	4.347	5.838	-396	-8,3
Erbicidi	3.796	3.469	3.397	3.738	3.664	3.780	3.561	4.141	3.596	3.645	3.679	49	1,4
Vari	1.271	972	919	1.311	1.113	1.460	1.169	1.003	1.022	1.146	1.139	123	12,1
Totale	23.499	21.670	21.529	19.733	20.375	21.995	19.335	19.804	18.629	20.373	20.694	1.744	9,4

Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Istat

LEGENDA:

vari = prodotti idonei contro determinate specie animali (roditori, molluschi, nematodi etc.) o impiegati come fumiganti, fitoregolatori e come sostanze coadiuvanti delle altre tipologie di prodotti fitosanitari



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Istat

Figura 8.15: Trend dei quantitativi di prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo annualmente in Emilia-Romagna, ripartiti per categoria (2003-2012)**LEGENDA:**

vari = prodotti idonei contro determinate specie animali (roditori, molluschi, nematodi etc.) o impiegati come fumiganti, fitoregolatori e come sostanze coadiuvanti delle altre tipologie di prodotti fitosanitari

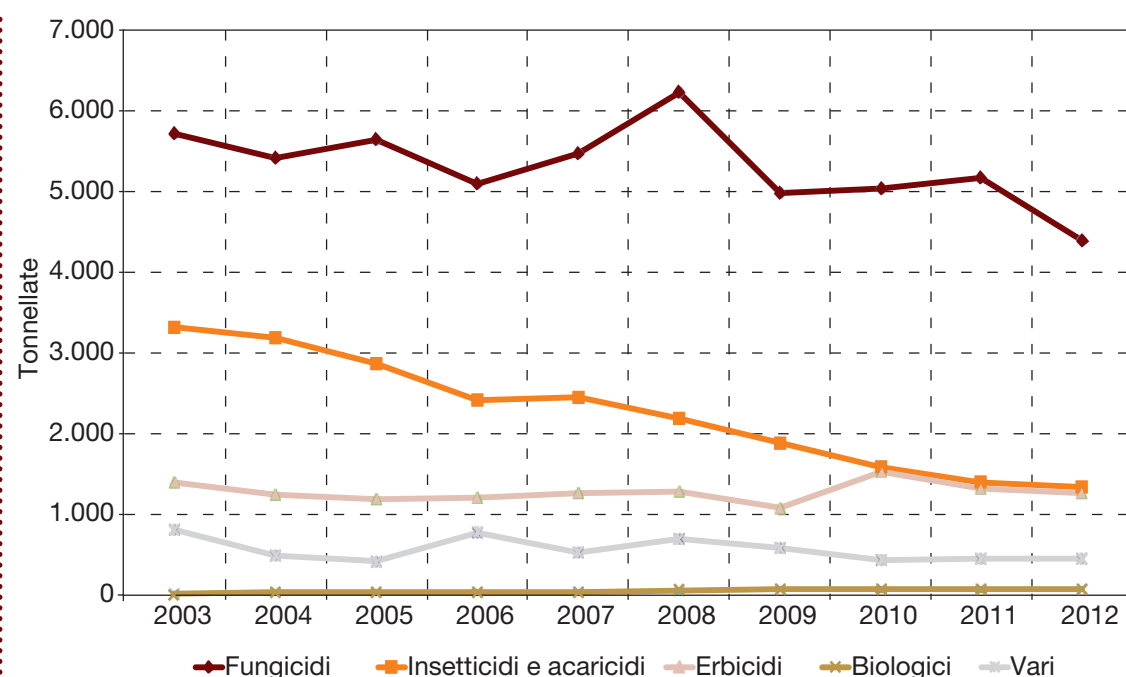
Tabella 8.4: Quantitativi di principi attivi (tonnellate) contenuti nei prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo annualmente in Emilia-Romagna, ripartiti per categoria (2003-2012)

Categorie	Anni										Variazioni 2012-2011		
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Media/anno	Absolute	%
Fungicidi	5.716	5.420	5.643	5.091	5.475	6.238	4.979	5.033	5.162	4.394	5.315	-769	-15
Insetticidi e acaricidi	3.321	3.187	2.858	2.404	2.444	2.179	1.871	1.574	1.397	1.324	2.256	-72	-5
Erbicidi	1.381	1.235	1.186	1.192	1.247	1.281	1.075	1.516	1.304	1.257	1.267	-47	-4
Biologici	7	23	34	25	25	46	56	74	64	67	42	3	5
Vari	794	487	413	772	520	698	570	424	438	434	555	-4	-1
Totale	11.219	10.352	10.134	9.485	9.711	10.442	8.551	8.620	8.365	7.477	9.436	-888	-11

Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Istat

LEGENDA:

vari = prodotti idonei contro determinate specie animali (roditori, molluschi, nematodi etc.) o impiegati come fumiganti, fitoregolatori e come sostanze coadiuvanti delle altre tipologie di prodotti fitosanitari

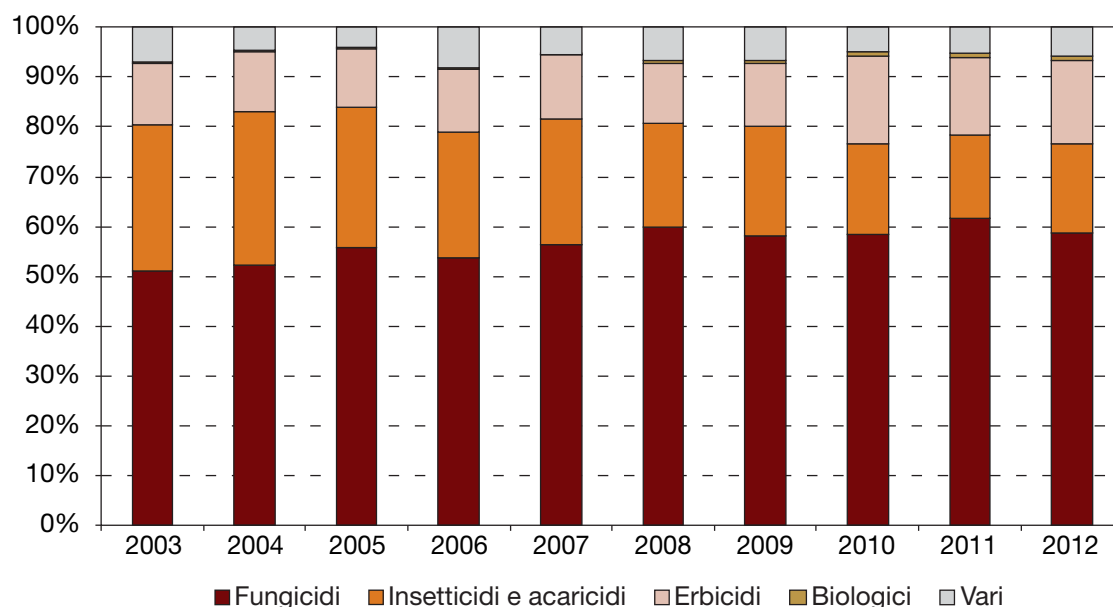


Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Istat

Figura 8.16: Trend dei quantitativi di principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo annualmente in Emilia-Romagna, ripartiti per categoria (2003-2012)

LEGENDA:

vari = prodotti idonei contro determinate specie animali (roditori, molluschi, nematodi etc.) o impiegati come fumiganti, fitoregolatori e come sostanze coadiuvanti delle altre tipologie di prodotti fitosanitari



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Istat

Figura 8.17: Trend della ripartizione percentuale per categoria dei quantitativi di principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo annualmente in Emilia-Romagna (2003-2012)

LEGENDA:

vari = prodotti idonei contro determinate specie animali (roditori, molluschi, nematodi etc.) o impiegati come fumiganti, fitoregolatori e come sostanze coadiuvanti delle altre tipologie di prodotti fitosanitari

Commento

La quantità di prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo nel territorio emiliano-romagnolo è diminuita (tendenza) complessivamente di circa 349 tonnellate (-1,7%) su una media di 20.700 tonnellate/annue nel periodo considerato 2003-2012 (tabella 8.3). In particolare, rispetto al periodo medio, sono calati gli insetticidi (-6,6%) e i prodotti vari (0,2%), mentre sono leggermente aumentati i fungicidi (0,3%) e gli erbicidi o diserbanti (0,5%) (figura 8.14). Nel 2012 i prodotti fitosanitari risultano in aumento (9,4%) rispetto al 2011. I fungicidi, gli erbicidi e i prodotti vari sono incrementati rispettivamente del 21,2%, 1,4% e 12%, mentre gli insetticidi sono calati dell'8,3% (tabella 8.2).

Gli stessi principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari dal 2003 al 2012 sono diminuiti (tendenza) complessivamente di circa 347 tonnellate (-3,7%) su una media di 9.400 tonnellate/annue (tabella 8.3); in particolare, sono calate le sostanze attive fungicide, insetticide e varie rispettivamente dell'1,8%, 10,4% e 4,3%; mentre sono moderatamente aumentate le sostanze attive erbicide o diserbanti (0,3%). In crescita sono risultati i prodotti di origine biologica, passati da 7 (2003) a 67 (2012) tonnellate (figura 8.15).

Rispetto all'anno precedente (2011), nel 2012 si registra un calo dell'11% delle sostanze attive, pari a 888 tonnellate. Un leggero incremento, di circa il 5%, si rileva per le sostanze attive dei prodotti biologici, mentre diminuiscono le sostanze attive fungicide, insetticide ed erbicide, rispettivamente del 15%, 5% e 4% (tabella 8.4).

Dall'analisi della quantità di fitofarmaci (espressa sempre come sostanze attive) per classi di attività fitoiatrica, negli anni presi in considerazione (2003-2012), sul territorio regionale si osserva come i fungicidi siano la tipologia fitoiatrica più rappresentativa, mediamente pari al 56,3% del totale, a cui fanno seguito gli insetticidi e acaricidi (23,9%), gli erbicidi o diserbanti (13,4%), i vari (5,9%) e i prodotti di origine biologica (0,4%) (figura 8.16).

Nel decennio 2003-2012 la quantità di prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo registra una tendenza alla diminuzione che è in linea con le indicazioni espresse dalle politiche agro-ambientali comunitarie e nazionali, come riportato nel Report Istat 2012. Resta comunque da considerare che il ricorso all'uso dei prodotti fitosanitari dipende anche dalle condizioni meteorologiche e dai piani colturali adottati dagli agricoltori.



Uso di fanghi di depurazione

Descrizione

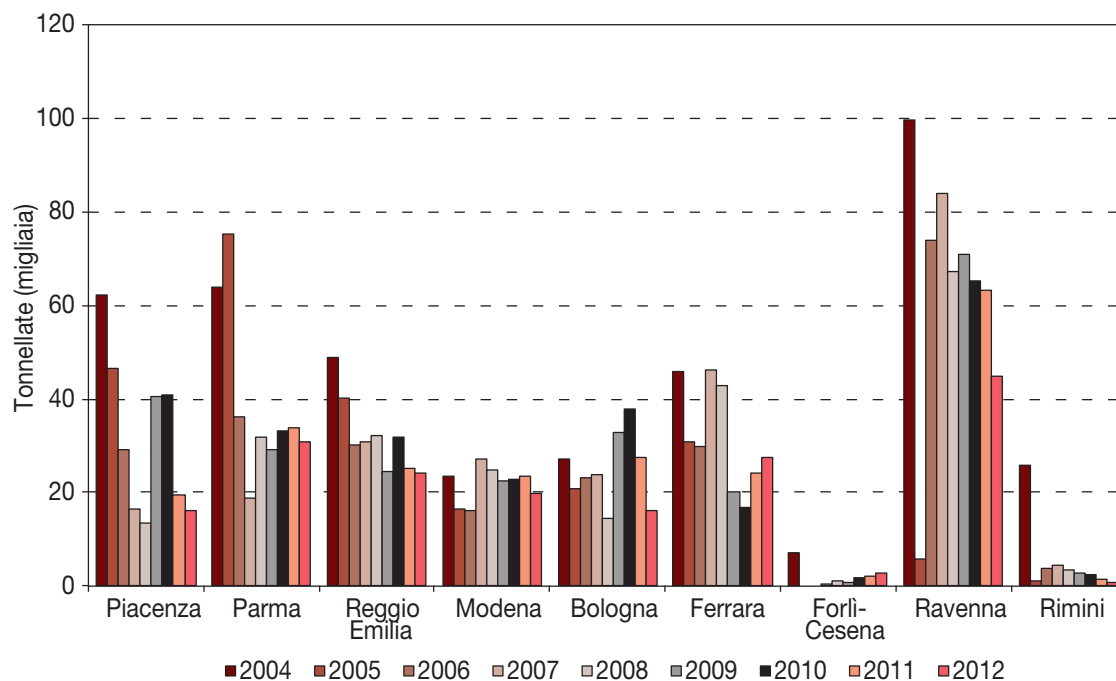
L'indicatore fornisce l'entità delle aree soggette a distribuzione di fanghi di depurazione a fini di fertilizzazione agronomica e i carichi unitari distribuiti. I dati riportati sono comprensivi sia dei fanghi da acque reflue urbane – Codice CER 19 08 05 – sia dei fanghi del comparto agro-alimentare.

Scopo

Valutare la tendenza all'uso della fertilizzazione attraverso fanghi di depurazione nel corso degli anni e a livello territoriale. Se tale pratica rappresenta un modo efficace per recuperare le sostanze organiche presenti nei rifiuti e soprattutto nei sottoprodotti dell'industria agro-alimentare, essa può costituire un significativo rischio di apporto di sostanze inquinanti al suolo.

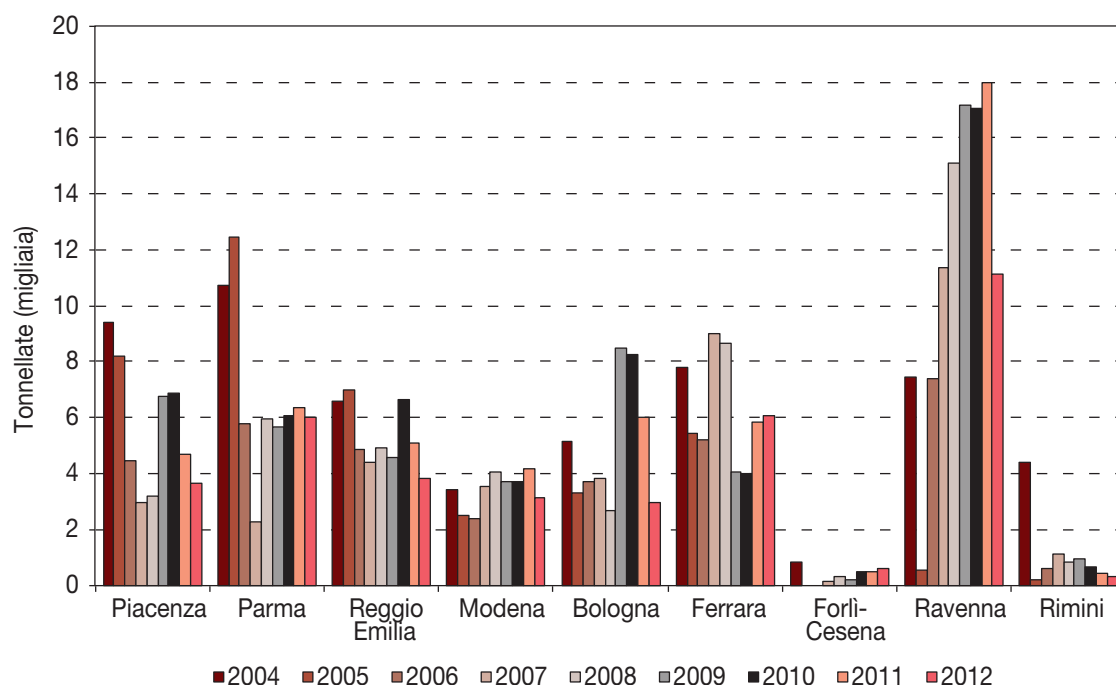
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Uso di fanghi di depurazione (agro-alimentari/da depurazione acque reflue urbane)	DPSIR	P
UNITÀ DI MISURA	Tonnellate, ettari	FONTE	Province
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2004-2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Rifiuti
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 99/92 DGR 2773/2004 e successive modifiche Determina DG Ambiente 11406/2005 Determina DG Ambiente 11407/2005 DGR 1801/2005 DGR 297/2009		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		



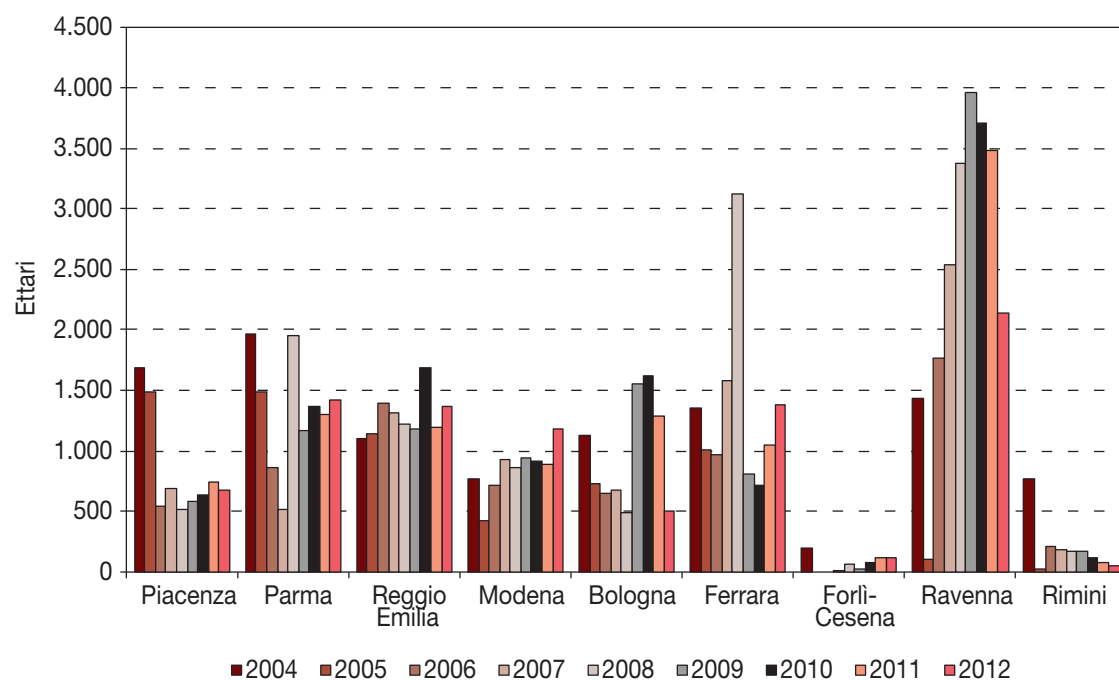
Fonte: Province

Figura 8.18: Quantitativi di fanghi (tal quale) distribuiti negli anni 2004-2012 nelle province della regione Emilia-Romagna



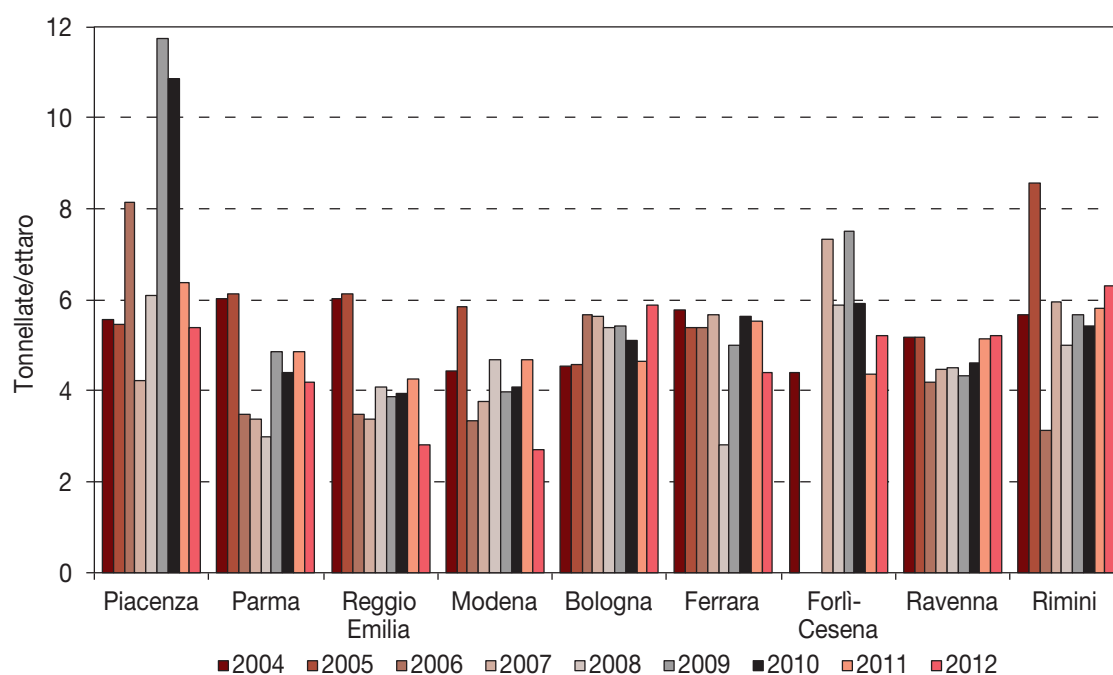
Fonte: Province

Figura 8.19: Quantitativi di fanghi (sostanza secca) distribuiti negli anni 2004-2012 nelle province della regione Emilia-Romagna



Fonte: Province

Figura 8.20: Superfici destinate alla fertilizzazione organica attraverso l'utilizzo dei fanghi di depurazione (2004-2012)



Fonte: Province

Figura 8.21: Carico unitario (tonnellate di sostanza secca per ettaro) di fanghi di depurazione distribuiti nei suoli delle province dell'Emilia-Romagna (2004-2012)

Tabella 8.5: Quantitativi di fanghi distribuiti e superfici destinate alla fertilizzazione organica attraverso l'utilizzo dei fanghi di depurazione negli anni 2004-2012 nelle province della regione Emilia-Romagna

Anno	Totale Complessivo			Superficie Utilizzata
	tonnellate/ anno T.Q.	tonnellate/ anno S.S.	S.S. media	Ettaro/anno
Piacenza				
2004	62.308,40	9.392,23	15,07	1.687,59
2005	46.381,20	8.180,54	17,64	1.494,07
2006	29.052,00	4.445,00	15,30	546,00
2007	16.570,00	2.949,00	17,80	696,00
2008	13.627,70	3.186,90	23,39	523,40
2009	40.601,97	6.785,09	16,71	578,28
2010	40.907,11	6.863,10	16,78	631,12
2011	19.633,69	4.721,30	24,05	739,00
2012	16.254,00	3.633,00	22,35	672,00
Reggio Emilia				
2004	48.991,86	6.587,01	13,45	1.096,00
2005	40.292,60	7.017,30	17,42	1.141,93
2006	30.268,70	4.843,00	16,00	1.396,00
2007	30.912,00	4.422,00	14,31	1.312,00
2008	32.218,10	4.942,60	15,34	1.215,40
2009	24.500,14	4.561,13	18,62	1.177,00
2010	31.879,02	6.635,97	20,82	1.680,86
2011	25.299,86	5.081,50	20,09	1.197,93
2012	24.031,00	3.835,00	15,96	1.373,00
Bologna				
2004	27.195,87	5.137,50	18,89	1.133,37
2005	20.677,00	3.329,00	16,10	726,00
2006	23.087,00	3.717,00	16,10	656,00
2007	23.727,00	3.820,00	16,10	676,00
2008	14.414,70	2.664,90	18,49	492,10
2009	32.726,28	8.469,92	25,88	1.559,50
2010	37.743,28	8.236,08	21,82	1.614,99
2011	27.470,50	5.995,12	21,82	1.288,16
2012	16.144,00	2.995,00	18,55	507,00
Forlì-Cesena				
2004	7.211,41	851,75	11,81	194,01
2005	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	508,00	132,00	25,98	18,00
2008	1.258,70	347,30	27,59	58,70
2009	807,51	187,34	23,20	24,98
2010	1.794,11	474,18	26,43	80,31
2011	2.010,81	503,84	25,06	115,22
2012	2.659,00	604,00	22,72	115,00
Rimini				
2004	25.788,00	4.385,00	17,00	774,00
2005	1.289,00	214,00	16,60	25,00
2006	3.855,00	640,00	16,60	205,00
2007	4.305,00	1.140,00	26,48	191,00
2008	3.353,10	843,30	25,15	169,40
2009	2.804,70	962,40	34,31	169,50
2010	2.331,23	657,26	28,19	121,32
2011	1.606,32	436,04	27,15	74,96
2012	957,00	311,00	32,50	49,00

	Totale Complessivo			Superficie Utilizzata
	tonnellate/ anno T.Q.	tonnellate/ anno S.S.	S.S. media	Ettaro/anno
Anno	Parma			
2004	64.031,6	10.735,0	16,8	1.966,1
2005	75.168,0	12.468,5	16,6	1.483,0
2006	36.287,5	5.806,0	16,0	865,0
2007	18.882,0	2.285,0	12,1	523,0
2008	31.739,3	5.939,7	18,7	1.956,3
2009	29.330,9	5.658,8	19,3	1.166,7
2010	33.046,6	6.059,1	18,3	1.371,6
2011	33.907,6	6.334,6	18,7	1.299,46
2012	30.852,0	6.019,0	19,5	1.417,00
Modena				
2004	23.399,4	3.421,4	14,6	768,9
2005	16.587,0	2.488,0	15,0	426,0
2006	16.120,0	2.418,0	15,0	723,0
2007	27.035,0	3.525,0	13,0	932,0
2008	24.844,2	4.076,8	16,4	864,0
2009	22.463,6	3.744,7	16,7	942,0
2010	22.807,2	3.732,3	16,4	912,0
2011	23.428,1	4.169,0	17,8	890,96
2012	19.909,0	3.155,0	15,8	1.187,00
Ferrara				
2004	46.017,5	7.802,0	17,0	1.350,0
2005	30.971,4	5.420,0	17,5	1.004,0
2006	29.885,7	5.230,0	17,5	969,0
2007	46.142,0	8.999,0	19,5	1.587,0
2008	43.000,7	8.658,4	20,1	3.130,0
2009	20.015,9	4.038,9	20,2	807,9
2010	16.891,8	4.026,7	23,8	716,0
2011	24.325,0	5.837,9	24,0	1.053,98
2012	27.347,0	6.094,0	22,3	1.375,00
Ravenna				
2004	99.666,40	7.441,51	7,47	1.435,02
2005	5.695,66	569,00	9,99	110,00
2006	73.960,00	7.396,00	10,00	1.771,00
2007	84.106,00	11.353,00	13,50	2.545,00
2008	67.101,10	15.073,90	22,46	3.380,90
2009	71.082,74	17.145,25	24,12	3.961,00
2010	65.085,83	17.059,53	26,21	3.704,00
2011	63.403,02	17.956,94	28,32	3.488,74
2012	44.925,00	11.104,00	24,72	2.137,00
Emilia-Romagna				
2004	404.610,49	55.753,39	13,78	10.404,97
2005	237.061,86	39.686,29	16,74	6.409,99
2006	242.515,90	34.495,00	14,22	7.131,00
2007	252.187,00	38.625,00	15,32	8.480,00
2008	231.557,60	45.733,80	19,75	11.790,20
2009	244.333,79	51.553,56	21,10	10.386,85
2010	252.486,12	53.744,21	21,29	10.832,24
2011	251.761,21	53.522,99	21,26	10.785,88
2012	183.078,00	37.750,00	20,62	8.832,00

Fonte: Province

LEGENDA: T.Q. = tal quale

S.S. = sostanza secca

Nota: i valori in rosso riportati in tabella sono valori stimati

Commento

Dopo la notevole riduzione nel 2005 della distribuzione dei fanghi in agricoltura, causata dall'entrata in vigore nel 2004 della nuova normativa regionale, in relazione alla necessità di adeguamento alle nuove disposizioni, in Emilia-Romagna si è assistito ad un progressivo aumento della percentuale di fanghi che vengono destinati al recupero: +30% di sostanza secca distribuita nel periodo 2008-2011, soprattutto grazie all'utilizzo, sempre più consistente, dei fanghi prodotti dalle attività agroalimentari. Viceversa nel 2012, rispetto al 2011, si è registrato un forte calo di fanghi distribuiti in agricoltura pari, in termini di tonnellate/anno, a -26,3% di T.Q. e -29,5% di S.S., imputabile in parte alla diminuzione dei fanghi prodotti dal comparto agroalimentare (industrie delle bevande) ed in parte alla predilezione di altre forme di recupero diverse dall'utilizzo diretto dei fanghi in agricoltura, quali la produzione di compost di qualità. L'utilizzo dei fanghi di depurazione, sia in agricoltura sia attraverso altre forme di riutilizzo, condotto nel rispetto delle dosi e dei requisiti di qualità previsti, si sta rivelando in questi anni di importanza sempre più crescente, in previsione di una continua diminuzione dei quantitativi smaltiti in discarica. Una lieve contrazione è stata inoltre registrata nel dato relativo alle superfici di spandimento dal 2011 rispetto al 2012 (-18%).



Tessitura del suolo

Descrizione

Esiste una grande variabilità nelle dimensioni delle particelle minerali che compongono il suolo, da quelle più grossolane (con diametro di qualche centimetro) che formano lo scheletro, a quelle costituenti la terra fine, comprese tra il millimetro e qualche decimo di micron (millesimo di millimetro). La suddivisione delle particelle rispetto alla loro dimensione è effettuata secondo differenti sistemi di classificazione a livello internazionale. Il sistema di classificazione adottato dalla Regione per la suddivisione tra scheletro e terra fine e, ulteriormente, della terra fine in sabbia (da 2.000 μ a 50 μ), limo (da 50 μ a 2 μ) e argilla (<2 μ) è quello proposto dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (Soil Survey Division Staff, 1993).

La combinazione, in percentuali diverse, di scheletro, sabbia, limo e argilla definisce la tessitura del suolo. Anche questa proprietà del suolo è oggetto di specifica classificazione. Tra i diversi sistemi è stato adottato quello con dodici classi, utilizzato dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (Soil Survey Division Staff, 1993).

coltura degli Stati Uniti d'America (Soil Survey Division Staff, 1993).

La tessitura influenza:

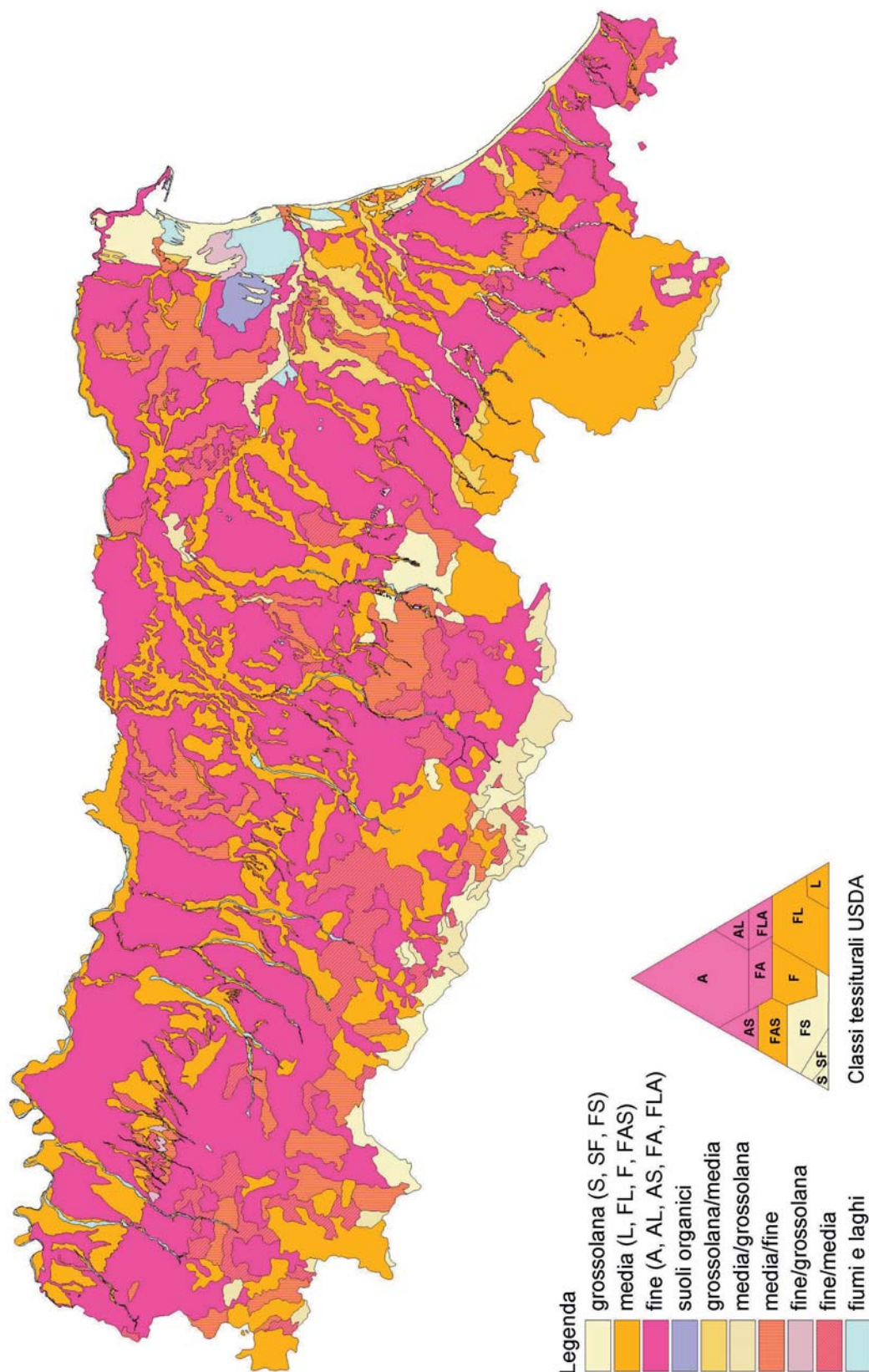
- la struttura e la porosità e, quindi, regola la circolazione dell'aria e dell'acqua, nonché la ritenzione da parte del suolo di quest'ultima;
- la Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.) e la quantità di ioni presenti nella soluzione circolante, disponibili per la nutrizione vegetale;
- la coesione, la durezza, la plasticità e l'adesività del suolo e, quindi, la sua lavorabilità e percorribilità.

Scopo

La conoscenza della tessitura e della granulometria dei suoli regionali consente di stimare proprietà complesse (ad esempio: permeabilità, C.S.C., plasticità) in base a misure dirette necessariamente poco numerose, effettuate in suoli rappresentativi, e di adottare, conseguentemente, interventi di gestione adeguati agli obiettivi di produzione agricola, di tutela ambientale e sanitaria e di pianificazione territoriale.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Tessitura del suolo	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Classe tessiturale	FONTE	Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2008
AGGIORNAMENTO DATI	Quinquennale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua
RIFERIMENTI NORMATIVI	Direttiva "Fanghi" DGR 2773/2004 Disciplinari di produzione integrata edizione 2011- determinazione SPV n.2120/2011		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.23: Distribuzione geografica della tessitura dell'orizzonte superficiale (0-50 cm) dei suoli della regione secondo le classi del triangolo USDA-NRCS (da Carta dei suoli 1:50.000 per la pianura e Carta dei suoli 1:250.000 per collina e montagna)

Commento

La figura 8.23 illustra come si distribuiscono sul territorio regionale i suoli in base alla loro classe tessiturale dominante riferita allo stato di orizzonte superficiale (0-50 cm). Sono prevalenti quelli con classi tessiturali a elevato contenuto di argilla e limo. Più precisamente i suoli con un contenuto di argilla maggiore del 28% costituiscono il 55-60% della superficie totale, diventano il 90% se si considerano insieme i suoli a tessitura media e fine, escludendo quindi quelli a tessitura grossolana (le classi tessiturali FS-franco-sabbiosa, SF-sabbioso-franca e S-sabbiosa) o con alto contenuto in materia organica, localizzati prevalentemente sulla costa e nella provincia di Ferrara. Considerando che l'argilla dei suoli regionali è dinamica e ricca di elementi minerali, il suo elevato contenuto rappresenta un fatto estremamente positivo, anche in relazione alla citata capacità di trattenere l'acqua e alcune molecole inquinanti (ad esempio i metalli pesanti).



Reazione del suolo

Descrizione

Descrive l'acidità, neutralità o basicità della soluzione circolante nel suolo, che costituisce l'umidità e da cui le piante traggono gli elementi necessari alla loro esistenza. La reazione si esprime con il simbolo pH; ad esempio pH=7 indica la neutralità, valori inferiori l'acidità e quelli superiori la basicità. Questo parametro influenza:

- la solubilità dei nutrienti. Contribuisce all'assimilabilità dell'azoto, zolfo e fosforo contenuti nei suoli;
- il tipo e l'attività dei microrganismi. L'attività microbica è favorita in un campo di variazione del pH da 6,6 a 7,3 ed è responsabile della decomposizione e sintesi della sostanza organica;
- l'interazione con i fitofarmaci. Molti di loro sono registrati per specifiche condizioni dei suoli e,

quindi, con condizioni diverse potrebbero innescarsi reazioni sfavorevoli che possono generare composti di degradazione indesiderabili;

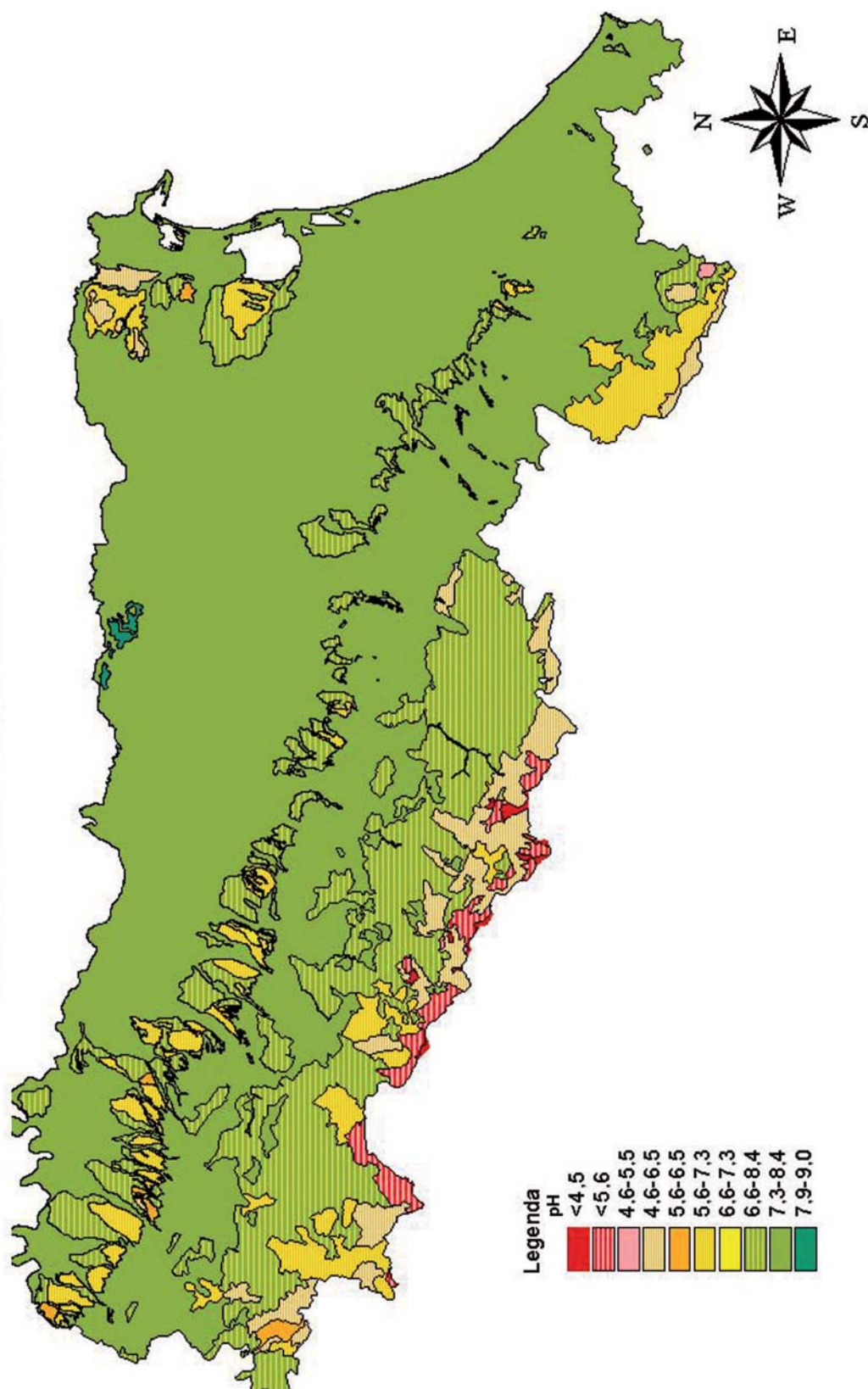
- la mobilità dei metalli pesanti. Molti metalli pesanti diventano più solubili in suoli con pH acido, provocando serie fitopatie fino a generare la morte vegetale. Altresì, rendendosi solubili possono più facilmente muoversi e raggiungere le acque superficiali e profonde;
- la corrosività. Generalmente, i suoli che hanno pH altamente alcalino oppure acido accentuano il loro potere corrosivo verso l'acciaio degli aratri.

Scopo

Segnalare situazioni di vulnerabilità e/o di rischio potenziale per l'ambiente, le produzioni agricole o i manufatti.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Reazione del suolo	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Unità di pH	FONTE	Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2003
AGGIORNAMENTO DATI	Quinquennale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Natura e biodiversità
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 99/92 Direttiva "Fanghi" DGR 2773/2004		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.24: Distribuzione geografica della reazione (pH) dell'orizzonte superficiale (0-50 cm) dei suoli della regione secondo le classi del Manuale di rilevamento RER, 2003 (da Carta dei suoli 1:50.000 per la pianura e Carta dei suoli 1:250.000 per collina e montagna)

Commento

I suoli regionali, più precisamente i loro orizzonti superficiali, presentano nella quasi totalità dei casi un pH superiore a 7,0, sono quindi tendenzialmente alcalini. Una quota significativa di suoli con orizzonti superficiali con pH neutro e debolmente acido è presente nelle aree di pianura a ridosso delle prime colline, dove sono ubicati i suoli più antichi, e in collina e montagna, dove prevale l'uso forestale o naturalistico. Sempre in montagna, alle quote più elevate, come evidenziato dalla figura 8.24, i suoli possono essere fortemente ed estremamente acidi, ma siamo nell'ambiente dei boschi e delle praterie di vetta, caratterizzato da elevata piovosità e forte lisciviazione dei carbonati e conseguente acidificazione del suolo.

Contenuto di carbonio organico

Descrizione

Il carbonio organico costituisce circa il 60% della sostanza organica, quella frazione di suolo composta da qualsiasi cosa un tempo vivente: resti di piante e animali in vari stadi di decomposizione, cellule e tessuti di organismi del suolo e sostanze derivanti dalle radici delle piante e dai microrganismi.

La sua parte ben decomposta, che ha perduto ogni traccia della struttura propria dei resti vegetali e animali da cui deriva per l'azione dei microrganismi, forma l'humus, un aggregato complesso di materiali organici colloidali, di colore bruno scuro o nerastro.

Il carbonio organico è un essenziale componente del suolo perché:

- è fonte di energia per i microrganismi del suolo;
- stabilizza e trattiene insieme le particelle di suolo riducendo i fenomeni di erosione;
- conserva e fornisce nutrienti necessari alla crescita vegetale e dei microrganismi;
- trattiene gli elementi nutritivi grazie alla sua capacità di scambio cationica e anionica;

- migliora la struttura, la porosità, la densità apparente, la permeabilità, regolando i flussi idrici superficiali e profondi;
- riduce gli effetti negativi sull'ambiente dei fitofarmaci, metalli pesanti e molti altri inquinanti.

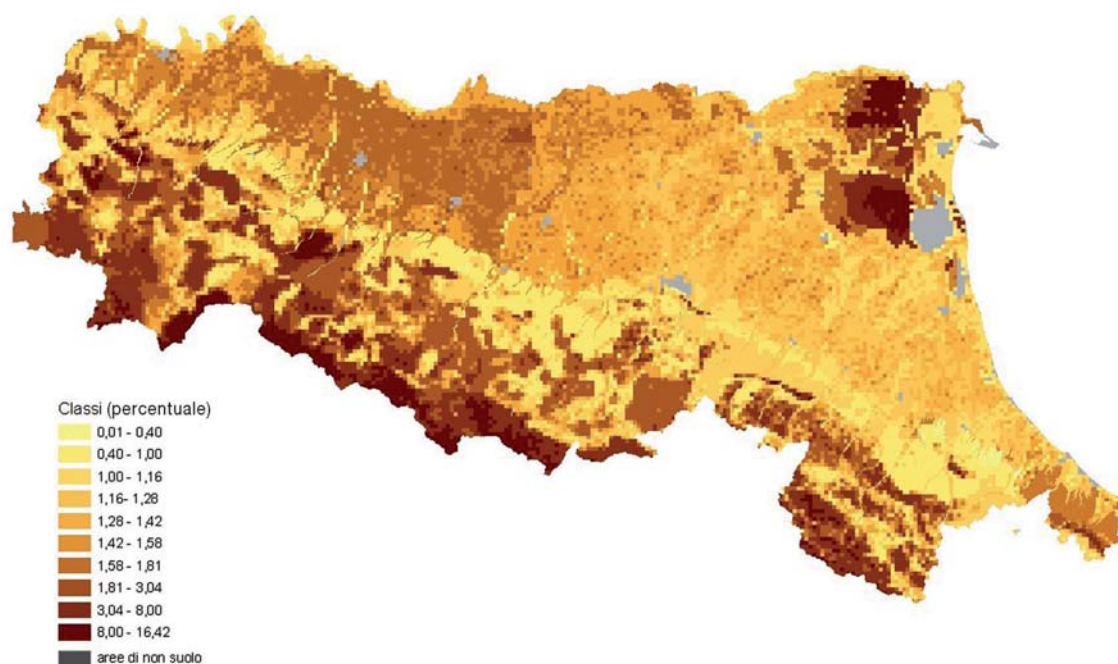
Il carbonio organico agendo sulla struttura riduce la formazione di croste superficiali, aumenta la velocità di infiltrazione dell'acqua, riduce lo scorrimento superficiale e facilita la penetrazione delle radici vegetali.

Scopo

La conoscenza del contenuto in carbonio organico dei suoli consente di controllarne la dinamica, evidenziando fenomeni di diminuzione ed eventuale perdita di fertilità o di accumulo. Inoltre è il riferimento per valutare il ruolo svolto dal suolo nel bilancio del carbonio dei sistemi naturali, per stimarne la capacità di perdere e/o catturare anidride carbonica e, quindi, contribuire alla riduzione o all'aumento dell'effetto serra responsabile dei cambiamenti climatici.

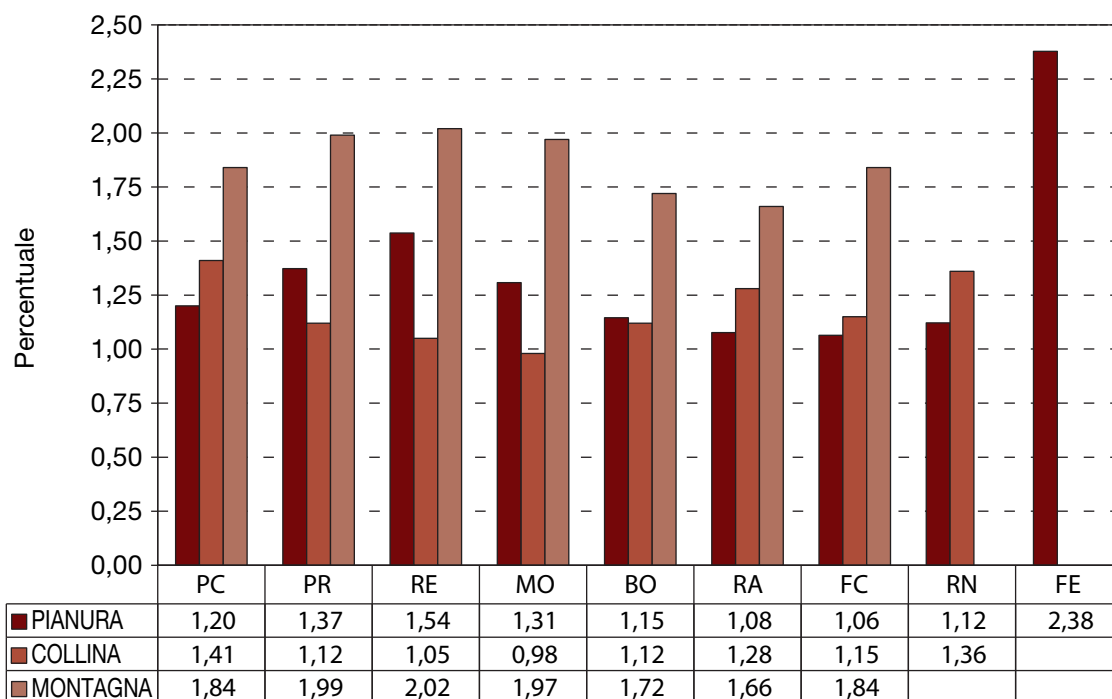
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Contenuto di carbonio organico	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Percentuale	FONTE	Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2007
AGGIORNAMENTO DATI	Decennale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Natura e biodiversità
RIFERIMENTI NORMATIVI	Delibera Assemblea Consiliare 30 gennaio 2007, n. 99 PRSR 2007-2013 LR 25/2000		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva e geostatistica (cartografia - area pianura)		



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.25: Distribuzione geografica dei suoli a diverso contenuto di carbonio organico (0-30 cm di spessore) (2007)



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.26: Valore medio percentuale del contenuto di carbonio organico nei suoli (0-30 cm di spessore) per provincia e principali ambienti (2007)

Commento

In regione la distribuzione dei suoli a diverso contenuto di carbonio organico (figura 8.25), riferito ai primi 30 cm di spessore, evidenzia come le aree con i valori più bassi di carbonio organico (<1%) siano in prevalenza ubicate nella pianura romagnola e nel margine appenninico, area di raccordo tra pianura e collina. Ciò si può in parte spiegare con l'evoluzione dell'uso e della gestione del suolo successive agli anni 50. Le colture foraggiere, legate alle produzioni zootecniche e casearie (parmigiano-reggiano), ancora oggi diffuse nel territorio a ovest di Bologna, sono pressoché scomparse nella restante parte, dove è venuto meno, nello stesso tempo, l'apporto di sostanza organica da deiezioni zootecniche. Viceversa, considerando i valori medi per provincia e per ambienti principali (figura 8.26), i valori più bassi sono presenti nelle colline di Reggio Emilia e Modena, mentre i suoli di montagna sono quelli con il contenuto più alto.

Salinità



Descrizione

Descrive il contenuto in sali solubili, principalmente cloruri (Cl^-), solfati (SO_4^{2-}), bicarbonati (HCO_3^-) e carbonati (CO_3^{2-}) di calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) e potassio (K^+), presenti nella soluzione circolante nel suolo. La presenza di sali è normale nel suolo e una giusta concentrazione ne favorisce le potenzialità produttive influenzandone positivamente le proprietà chimico-fisiche. Un'eccessiva presenza, al contrario, determina condizioni sfavorevoli alla crescita delle piante, limitando la disponibilità di acqua per effetto dell'elevata pressione osmotica della soluzione circolante, diminuendo la disponibilità degli elementi nutritivi, ostacolando la germinazione per la formazione di croste saline sulla superficie dei suoli e, nel caso di elevata presenza di sodio, causando anche la destrutturazione del suolo. La presenza eccessiva di sali nel suolo può, inoltre, favorire la corrosione di strutture metalliche o fondazioni a contatto con esso.

La salinità dei suoli è misurata e descritta attra-

verso la *conducibilità elettrica dell'estratto in pasta satura* (ECe), che meglio si approssima alle reali condizioni della soluzione circolante nel suolo.

Un suolo è classificato salino quando la conducibilità elettrica dell'estratto in pasta satura è superiore a $4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$, l'ESP* è minore di 15 e il pH $< 8,5$ (Richards et al. 1954).

Il valore di $4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ è stato scelto in quanto rappresenta il livello di salinità a cui la crescita e lo sviluppo di un gran numero tra le colture più comunemente coltivate cominciano a essere influenzati negativamente (Aringhieri 1999).

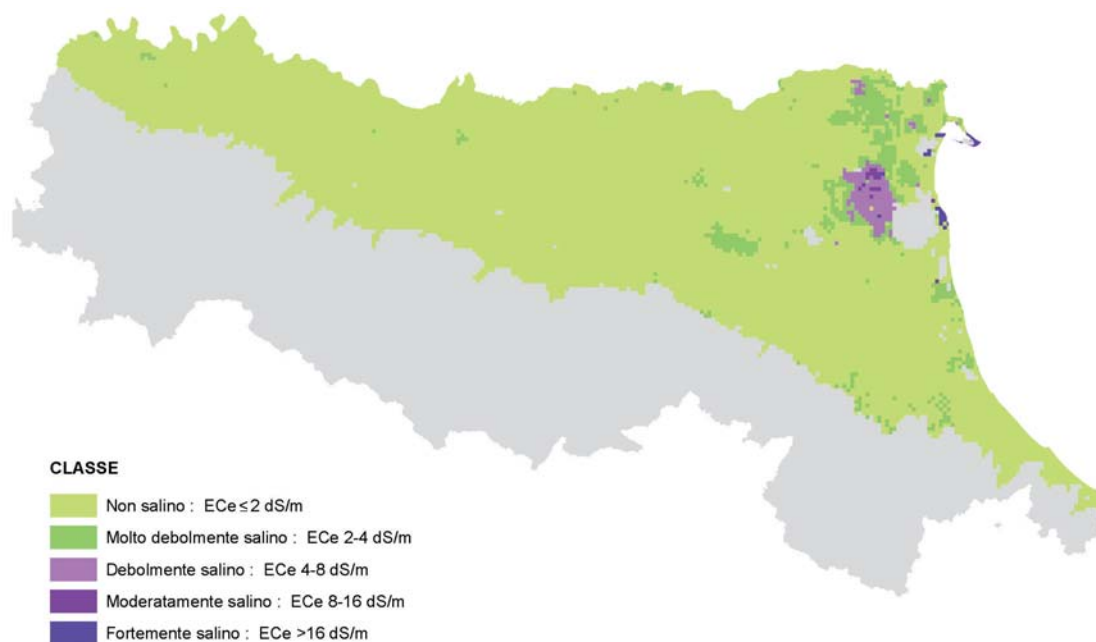
Scopo

Segnalare situazioni di vulnerabilità e/o di rischio potenziale per l'ambiente, le produzioni agricole o i manufatti (tubazioni, fondazioni).

Nota: * ESP = percentuale di sodio scambiabile

Metadati

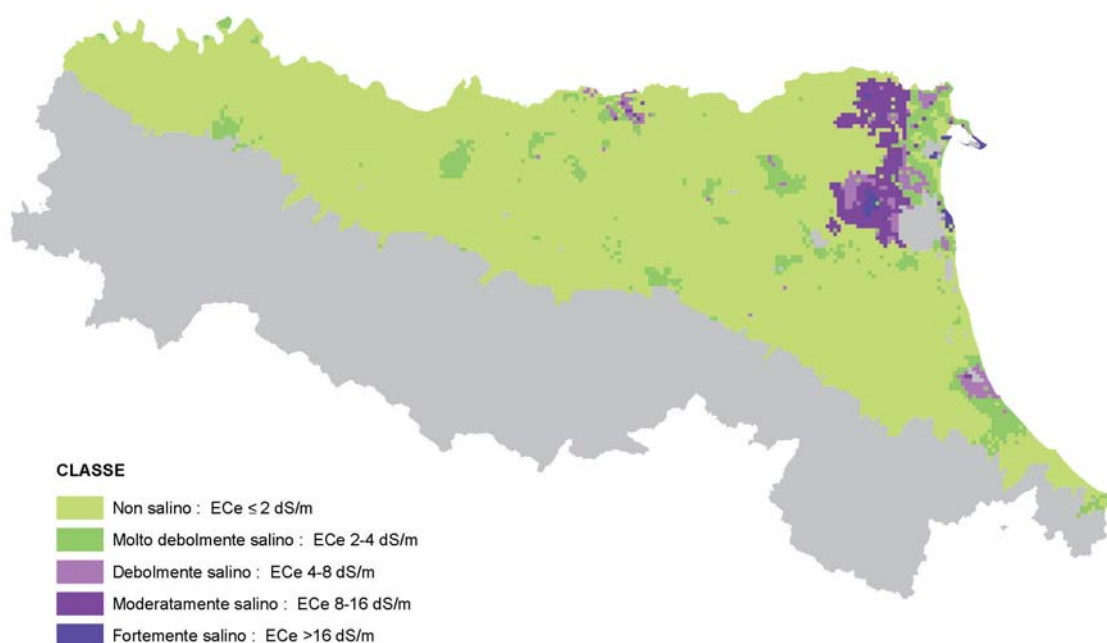
NOME DELL'INDICATORE	Salinità	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	deciSiemens su metro ($\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$)	FONTE	Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2011
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Natura e biodiversità
RIFERIMENTI NORMATIVI	Decisione Com. Europea C(2011)7770		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.27: Distribuzione geografica della salinità dell'orizzonte superficiale (0-50 cm) dei suoli secondo le classi proposte da Richards (1954) e riprese nel Soil Survey Manual - USDA (da Carta dei suoli 1:50.000 per la pianura emiliano-romagnola)

Nota: E_{Ce} = conducibilità elettrica dell'estratto in pasta satura



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.28: Distribuzione geografica della salinità dell'orizzonte profondo (50-100 cm) dei suoli secondo le classi proposte da Richards (1954) e riprese nel Soil Survey Manual - USDA (da Carta dei suoli 1:50.000 per la pianura emiliano-romagnola)

Nota: E_{Ce} = conducibilità elettrica dell'estratto in pasta satura

Commento

Come si può vedere in figura 8.27, dall'elaborazione dei dati disponibili nella banca dati dei suoli del SGSS (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli) della Regione Emilia-Romagna, con riferimento allo strato superficiale (0-50 cm), i suoli che risultano essere salini in superficie ($EC_e > 4$) si trovano esclusivamente nella provincia di Ferrara e sono localizzati in aree di paludi e valli salmastre di recente bonifica. In maniera diffusa sono presenti soprattutto nella Valle del Mezzano, la cui bonifica, iniziata nel 1957, si è conclusa nel 1974 e dove sono rilevabili valori di conducibilità in superficie anche superiori a 8 dSm^{-1} . La Valle del Mezzano si distingue dalle altre valli bonificate per alcuni aspetti peculiari, tra cui la diffusa presenza di suoli torbosi con livelli di salinità, dovuti soprattutto alla presenza di cloruro di sodio al termine della loro bonifica idraulica, superiori a quelli riscontrati in altre valli del delta Padano (Boschi V., Spallacci P., 1974).

Per quanto riguarda lo strato profondo (50-100 cm), valori di salinità $> 4 \text{ dSm}^{-1}$ sono invece rilevati in pressoché tutte le ex valli di bonifica più o meno recente dell'antico apparato deltizio del fiume Po (figura 8.28).

Non risultano problemi di salinità superficiale nei suoli sabbiosi della piana costiera ferrarese, nonostante l'antica presenza in tale ambito di valli salmastre e aree paludose, confermando la più facile perdita di sali per dilavamento dei suoli sabbiosi. Anche in questi suoli, negli orizzonti profondi, i valori di salinità possono elevarsi localmente per la presenza di falde saline superficiali.



Erosione idrica

Descrizione

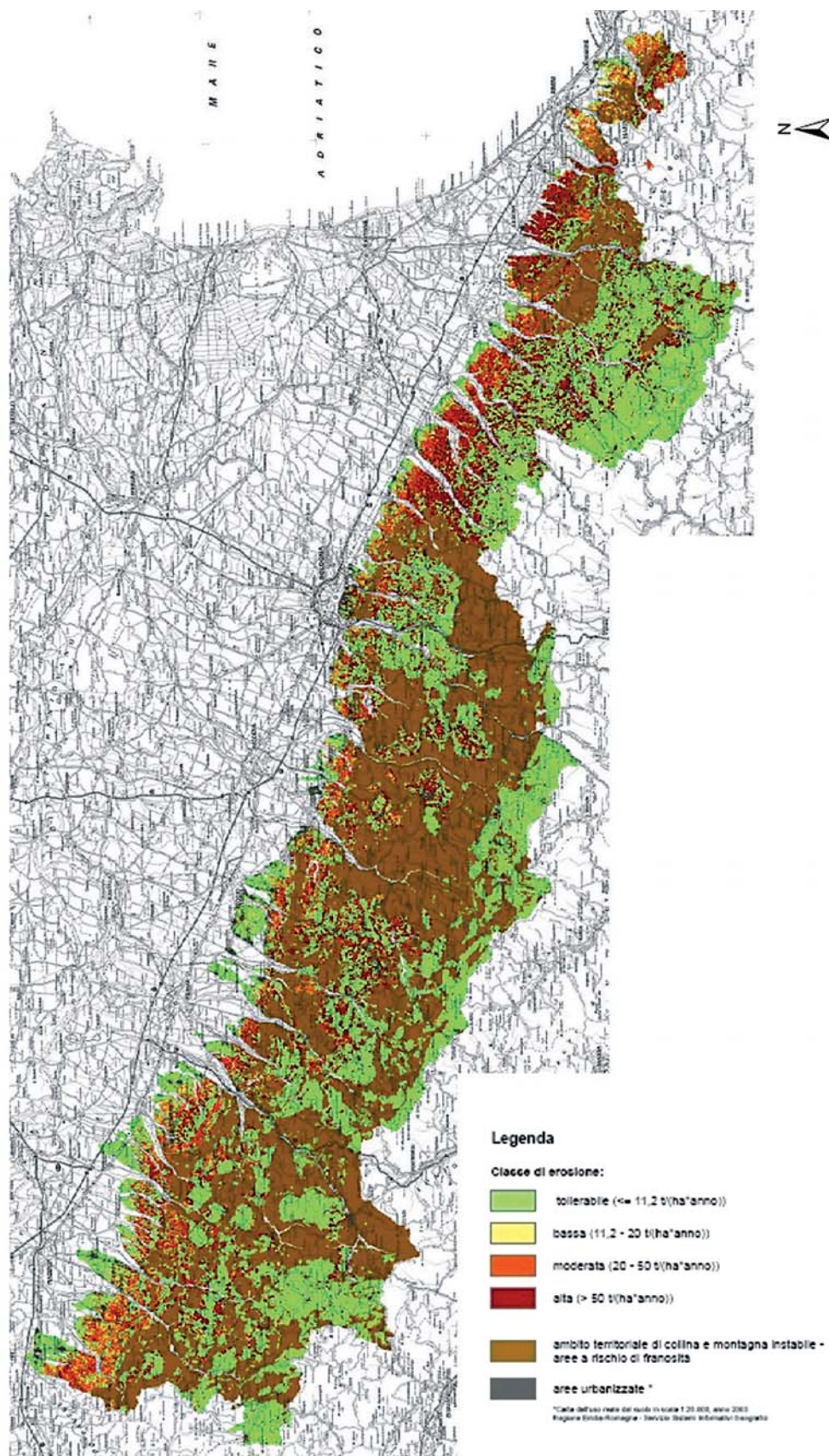
L'indicatore stima il rischio di perdita di suolo dovuto all'azione erosiva dell'acqua. Esso diventa particolarmente rilevante nelle aree a elevata pendenza, in presenza di suoli limosi, poveri in sostanza organica e coltivati con tecniche poco conservative. La stima del fenomeno si è avvalsa di un modello di simulazione ritenuto idoneo alle caratteristiche del territorio regionale (RUSLE - Renard et al., 1997), affiancato da dati sperimentali locali di controllo.

Scopo

Stimare il rischio di perdita di suolo medio, annuale, in relazione all'erodibilità dei diversi tipi di suolo e agli specifici usi, ordinamenti colturali e pratiche di gestione agronomica.

Metadati

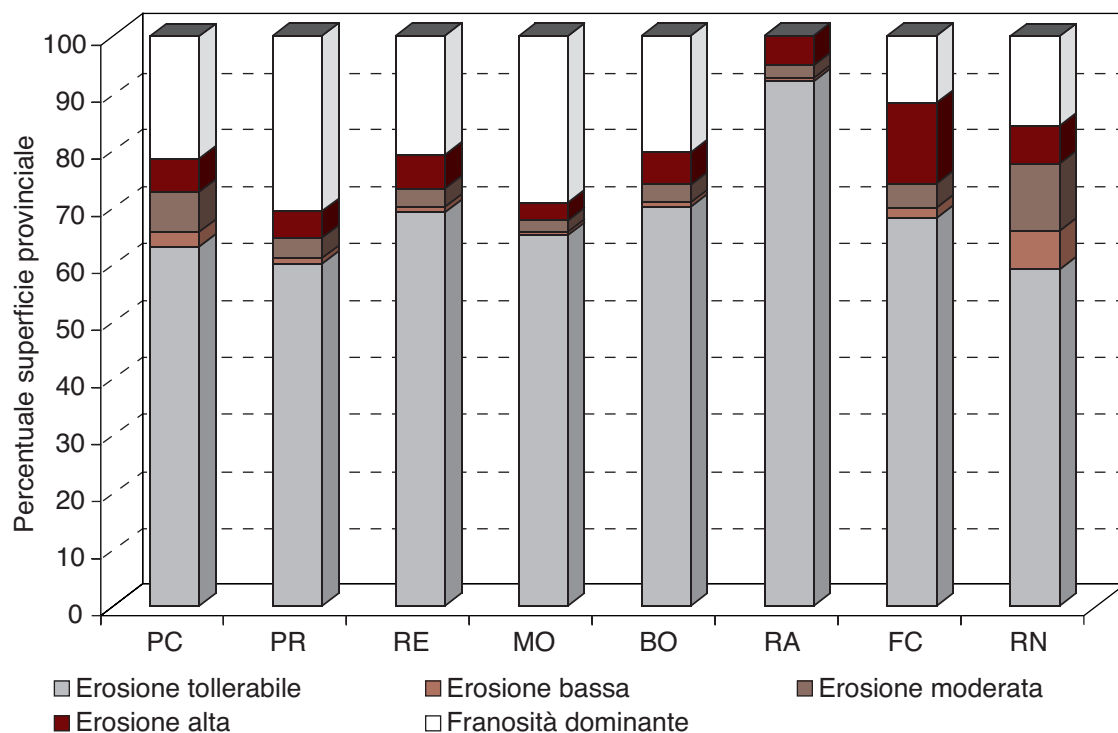
NOME DELL'INDICATORE	<i>Erosione idrica</i>	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	<i>Tonnellate/ettaro x anno, percentuale</i>	FONTE	<i>Regione Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2007 [Clima (1961-2001) Uso del suolo (2003)]</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Quinquennale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua, Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>Delibera Assemblea Consiliare 30 gennaio 2007, n. 99 PRSR 2007-2013</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.29: Carta dell'erosione idrica e gravitativa adottata dal "Programma di sviluppo rurale della regione Emilia-Romagna 2007-2013" (2007*)

Nota: * dati climatici (1961-2001), dati uso del suolo (2003)



Fonte: Elaborazione Regione Emilia-Romagna

Figura 8.30: Percentuale della superficie provinciale interessata, con diverso grado di intensità, dal fenomeno dell'erosione idrica del suolo (2007*)

Nota: *dati uso del suolo (2003)

Commento

Nella carta predisposta per l'applicazione del Programma di sviluppo rurale 2007-2013 (figura 8.29), di riferimento per la descrizione dell'erosione idrica dei suoli regionali, è stato dapprima individuato il territorio dove prevalgono i fenomeni di dissesto gravitativo (frane) e successivamente, nella restante parte, si è proceduto alla valutazione del rischio di erosione idrica. Esso è stato rappresentato in classi di perdita di suolo che vanno da un minimo di 0-11,2 t/ha per anno a un valore massimo superiore a 50 t/ha per anno. Si è adottato il valore di 11,2 t/ha per anno come limite della perdita di suolo "tollerabile", come proposto per suoli molto profondi e su substrati facilmente lavorabili e migliorabili con fertilizzazioni e apporti di sostanza organica (McCormack, 1982), prevalenti nel nostro territorio agricolo collinare-mon-

tano. Nonostante tale valore-soglia, che attribuisce un elevato grado di "rinnovabilità" ai suoli regionali, circa il 10% del territorio della regione presenta un rischio di degradazione della qualità dei suoli per erosione idrica non tollerabile. In particolar modo il fenomeno si manifesta nei territori collinari agricoli con ordinamenti colturali che lasciano per lungo tempo il suolo privo della copertura vegetale protettiva. Le province di Forlì-Cesena e di Rimini sono quelle dove maggiori sono le percentuali di territorio a rischio di erosione idrica, rispettivamente il 20% e il 26% (figura 8.30). In tali aree, dove a un uso e gestione del suolo poco conservativi si associano alti valori di erodibilità dei suoli, ancor più opportuna è l'adozione di misure agro-ambientali finalizzate alla riduzione del fenomeno.



Contenuto di metalli e metalloidi nel suolo

Descrizione

Nel suolo, dal punto di vista chimico, oltre ai macroelementi fondamentali per la crescita dei vegetali, sono presenti altri elementi in concentrazioni trascurabili (elementi in traccia); alcuni di loro, con peso atomico superiore a 55, sono chiamati “metalli pesanti”. La loro presenza, in termini di apporti naturali, può derivare dalla disgregazione del materiale originario del suolo (rocce) sommata ai processi pedogenetici, mentre gli apporti antropici sono principalmente legati all'uso di:

- fertilizzanti chimici,
- distribuzione di fitofarmaci,
- acque di irrigazione,
- distribuzione dei reflui organici (zootecnici, fanghi di depurazione, compost ed ammendanti),
- residui della combustione del carbone e dei prodotti petroliferi,
- o derivanti dal *fall out* atmosferico dovuto a varie fonti di emissione (auto, industria).

Se si accumulano in quantità significative nei suoli, essi sono potenzialmente tossici sia per le piante che per l'uomo e gli altri utilizzatori primari e secondari. La potenziale pericolosità dei metalli nei suoli deriva principalmente dalla loro capacità di venire adsorbiti dalle radici delle piante ed entrare quindi nella catena alimentare, tale caratteristica varia al variare delle condizioni chimiche del suolo: da non trascurare poi l'aspetto della trasmissione dei metalli maggiormente mobili dai suoli alle acque delle falde superficiali.

Per tali ragioni, associate alla lunga persistenza che reitera la loro azione nel tempo, i metalli rappresentano una delle principali fonti di contaminazione sia diffusa che localizzata cui si deve far fronte nelle azioni di protezione del suolo.

Scopo

Conoscere la concentrazione dei metalli nei suoli e la loro distribuzione geografica è una conseguenza dettata da diverse normative legate sia all'uso dei fanghi di depurazione urbana (DLgs 99/92) che del compost (DLgs 22/97) nelle aree agricole, nonché dal DLgs 152/06 relativamente ai

siti inquinati; dal 6 ottobre 2012 è inoltre entrato in vigore il Decreto Ministeriale concernente la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo (DM 161/2012).

Questi ultimi due decreti, in particolare, introducono il concetto di valore di fondo come valore che quantifica il contenuto naturale e/o quello naturale-antropico di alcuni elementi nei suoli sulla base del quale si determina lo stato di contaminazione; questo valore può divenire quindi sostitutivo del valore limite tabellare.

La trattazione statistica dei dati permette di quantificare il valore di fondo sia esso naturale o naturale-antropico; la norma ISO/DIS 19258, 2005 “Soil Quality-Guidance on the determination of background values” suggerisce come valore il 90° percentile dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali e verificato la distribuzione dei dati; attualmente è utilizzato spesso anche il 95° percentile (Veneto e Piemonte). Sempre in accordo con la medesima norma si ritiene che il valore del fondo naturale nei suoli, salvo particolari usi, sia rappresentato dalla concentrazione dei metalli a 90-140 cm, mentre il valore di fondo naturale-antropico sia quello riferito alla concentrazione dei metalli a 20-30 cm di profondità o comunque entro l'orizzonte lavorato (Ap) nei suoli agricoli.

Il contenuto naturale (pedogeochemico) è determinato dalle caratteristiche dei suoli e da dotazioni naturali delle rocce che forniscono il materiale di partenza (ad esempio le rocce ultramafiche per Cromo e Nichel). Il contenuto naturale-antropico è dovuto sia ai fattori citati in precedenza che alle pratiche legate all'uso del suolo e alle deposizioni atmosferiche (*fall out*). Nell'ambito del progetto “Cartografia Pedogeochemica”, in essere dal 2005 al 2012, la Regione Emilia-Romagna ha elaborato una serie di cartografie per la rappresentazione a scala 1:250.000 del contenuto di metalli pesanti nei suoli ad uso agricolo. In accordo con lo standard ISO 19258 sono state redatte a tale scopo tre cartografie:

- 1) la “Carta del Fondo Naturale” di Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, elaborata sulla base della carta dei suoli, che rappresenta la distribuzione areale della concentrazione dei metalli nell'orizzonte profondo dei suoli agricoli (90-140 cm) (figure 8.30, 8.33, 8.36, 8.39, 8.42);

2) la “Carta delle anomalie geochimiche” di Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, che permette la valutazione qualitativa di eventuali fenomeni di contaminazione diffusa o puntuale fornita dal confronto, nello stesso sito, dei dati determinati alle due profondità (20-30 e 90-140) attraverso l’Indice di Geoaccumulo di Mueller (1979) il quale fornisce uno schema classificativo che ne definisce “lo stato di salute”; l’andamento generale dei siti descriverà a sua volta lo stato dell’areale (figure 8.31, 8.34, 8.37, 8.40, 8.43);

3) la “Carta del Fondo naturale-antropico” di Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Sn, As, V, elaborata su base geostatistica, che rappresenta la distribuzione areale della concentrazione dei metalli nell’orizzonte lavorato dei suoli agricoli (20-30 cm)(figure 8.32, 8.35, 8.38, 8.41, 8.44, 8.45, 8.46, 8.47).

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Contenuto di metalli e metalloidi nel suolo (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V, Zn); Indice di geoaccumulo	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Milligrammi/chilogrammo di suolo (sostanza secca)	FONTE	Regione Emilia-Romagna, Arpa Emilia-Romagna, Dipartimento di Scienze geologiche e ambientali dell'Università di Bologna, CNR IBIMET di Firenze
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia (6/9); Pianura emiliano-romagnola (parz.)	COPERTURA TEMPORALE DATI	2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Rifiuti, Natura e biodiversità
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 99/92 DLgs 22/97 - DIM 27 luglio 1984 DLgs 152/06 e successivi aggiornamenti DGR 2773/2004 e successive modifiche DGR 297/2009		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva e geostatistica		

BOX 1 - Carta delle anomalie geochemiche (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn)

La Carta delle anomalie geochemiche confronta la dotazione naturale di un metallo misurata a 120-130 cm di profondità con la concentrazione presente nello stesso sito a 20-30 cm di profondità, misurate entrambe mediante XRF. Si tratta di una carta per punti che rappresenta i valori dell'Indice di geoaccumulo (Igeo) (Müller, 1979; Förstner & Müller, 1981), definito da:

$$I_{geo} = \log_2 C_n / (1,5 * B_n)$$

dove:

C_n = concentrazione di metallo nel campione a 20-30 cm di profondità

B_n = tenore di fondo (*background*) nel campione a 90-100 cm di profondità

Il calcolo dell'Indice di geoaccumulo fornisce un'idea immediata, sebbene puntiforme, dello stato di salute del suolo dell'area in esame in riferimento a uno specifico metallo, ponendo le basi per una stima realistica del contributo di origine antropica.

Lo stato del suolo, che può variare da "incontaminato" a "estremamente contaminato", è rappresentato da una serie di punti equidimensionali ma di diverso colore, che esprimono le sette classi dello schema classificativo di Müller (1981) (vedi tabella sottostante).

Igeo Stato del suolo

< 0 non inquinato

0-1 da non a moderatamente inquinato

1-2 moderatamente inquinato

2-3 da moderatamente a fortemente inquinato

3-4 fortemente inquinato

4-5 da fortemente a estremamente inquinato

> 5 estremamente inquinato

BOX 2 - Carta del contenuto naturale-antropico (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Sn, As, V)

La carta rappresenta il contenuto Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Sn, As e V nei primi 20-30 cm di profondità dei suoli agricoli ed è stata elaborata a partire da circa 700 campioni dei suoli regionali, di cui 600 analizzati con il metodo UNI-EN 13346 dal laboratorio Arpa Emilia-Romagna di Ravenna e 100 analizzati con il metodo ME-MS41 (attacco in acqua regia, riscaldamento in fornello a grafite e lettura ICP-MS) presso il laboratorio ALS-CHEMEX di Vancouver: il numero di campioni è variabile per i diversi metalli perché frutto di lotti di rilevamento diversi a partire dal 2005. L'elaborazione cartografica è di tipo geostatistico e la visualizzazione si avvale di celle di 1 km di lato (Elementi Quadrati Finiti) per ognuna delle quali vengono forniti 50°, 90°, 95° percentile. L'elaborazione geostatistica utilizza come "proxy" l'uso del suolo e i tipi di suolo della regione Emilia-Romagna.

Tabella 8.6: Elaborazione di dati relativi alla concentrazione (milligrammi/chilogrammo) di metalli pesanti in campioni di suolo prelevati dal 1996 al 2003 sul territorio dell'Emilia-Romagna da Arpa Emilia-Romagna a livello provinciale e regionale

PC *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media	2,88	0,28	133,99	46,67	0,50	90,54	21,46	92,86
mediana	3,00	0,21	119,70	40,68	0,11	74,20	18,80	91,00
valore minimo	0,03	0,00	18,60	3,78	0,00	7,20	0,40	6,00
valore massimo	5,80	2,20	470,30	374,30	4,70	373,80	125,40	368,60
deviazione standard	1,36	0,26	67,02	30,62	1,00	56,51	12,97	31,41
25° Percentile	1,85	0,06	88,00	31,58	0,07	53,80	13,04	74,23
75° Percentile	3,90	0,40	168,00	51,70	0,22	113,10	26,90	103,49
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1000	1500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n.campioni	169	485	423	520	270	623	522	522
PR *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media		0,23		51,63	0,19	83,49	24,23	90,76
mediana		0,19		47,99	0,17	72,52	23,37	87,18
valore minimo		0,00		18,59	0,03	10,00	2,68	50,27
valore massimo		0,77		152,80	0,37	463,80	95,13	186,90
deviazione standard		0,17		20,89	0,08	53,32	9,21	20,94
25° Percentile		0,10		36,80	0,14	52,00	18,70	78,00
75° Percentile		0,32		60,00	0,25	97,92	29,26	101,00
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1000	1500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n.campioni		305		305	23	375	305	305
RE *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media		0,36		62,10	0,14	63,32	30,79	78,30
mediana		0,31		60,70	0,08	68,46	24,17	78,00
valore minimo		0,00		0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
valore massimo		1,50		98,75	0,90	75,00	95,90	142,25
deviazione standard		0,29		20,59	0,19	11,76	22,23	25,11
25° Percentile		0,18		46,40	0,02	56,14	16,38	60,03
75° Percentile		0,45		77,75	0,12	72,13	35,45	95,53
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1000	1500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n.campioni		350		350	350	350	350	350
MO *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media	4,01	0,61	54,71	86,83	0,15	51,30	29,52	98,45
mediana	3,73	0,60	54,00	72,00	0,10	50,00	28,00	93,00
valore minimo	0,17	0,03	0,87	13,00	0,02	16,00	9,00	11,00
valore massimo	19,20	3,17	114,00	437,00	2,29	101,00	162,00	387,00
deviazione standard	1,63	0,33	12,84	51,92	0,16	12,28	11,84	38,15
25° Percentile	3,21	0,43	46,00	49,00	0,10	43,00	23,00	75,00
75° Percentile	4,50	0,77	63,00	110,00	0,12	57,00	34,00	113,00
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1000	1500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n.campioni	1074	1073	1074	1074	1074	1074	1074	1072
FC *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media		0,60		38,88	0,18	46,15	19,41	81,54
mediana		0,50		32,99	0,10	46,65	15,70	70,42
valore minimo		0,02		0,07	0,01	0,15	0,90	12,80
valore massimo		1,55		232,07	2,18	75,00	105,00	332,66
deviazione standard		0,44		20,94	0,19	14,66	13,54	43,60
25° Percentile		0,20		25,42	0,08	36,29	9,80	53,23
75° Percentile		0,90		46,38	0,20	56,43	27,00	97,56
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1000	1500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n.campioni		260		704	560	704	683	702

(segue) ➡

(continua)

RA *	As	Cd	Cr *	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media		0,30		51,17	0,12	58,61	37,47	79,40
mediana		0,30		44,00	0,09	58,00	35,00	77,50
valore minimo		0,20		10,00	0,01	33,00	9,00	37,00
valore massimo		0,50		131,00	1,00	95,00	96,00	265,00
deviazione standard		0,02		24,85	0,12	10,61	12,42	18,90
25° Percentile		0,30		30,00	0,07	50,00	30,00	67,00
75° Percentile		0,30		70,00	0,12	67,75	43,00	88,00
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1000	1500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n.campioni		285		646	634	646	646	646

REGIONE *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media	3,85	0,42	77,11	62,01	0,19	63,96	28,08	88,70
mediana	3,70	0,32	59,00	51,28	0,10	56,00	26,00	85,00
valore minimo	0,03	0,00	0,87	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
valore massimo	19,20	3,17	470,30	437,00	4,70	463,80	162,00	387,00
deviazione standard	1,64	0,32	51,58	40,63	0,38	35,79	14,98	33,05
25° Percentile	3,06	0,18	49,00	36,50	0,09	46,00	18,40	70,00
75° Percentile	4,37	0,60	80,00	77,02	0,14	71,39	34,44	101,20
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1000	1500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n.campioni	1243	2638	1497	3237	2518	3410	3237	3237

Nota: * contenuto pseudototale dati ARPA

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Tabella 8.7: Elaborazione di dati relativi alla concentrazione (milligrammi/chilogrammo) di metalli pesanti nell'orizzonte superficiale (od orizzonte lavorato) dei suoli agricoli della pianura emiliano-romagnola (Inventario dati ambientali SGSS)

Pianura emiliano-romagnola suoli agricoli orizzonte superficiale *	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Sn	V	Zn
media	7,6	0,209	97,793	47,08	71,81	19,82	2,12	62,6	85,62
mediana	7	0,21	90,8	40,40	63,61	19,59	2,00	58,30	83,66
moda	5,9	0,23	65,50	37,6	106,1	20,5	2,40	44,00	84,00
valore minimo	2,7	0,0003	22,1	2,60	13,40	3,10	0,42	12,70	17,60
valore massimo	22	0,41	242,6	313,40	214,60	69,40	5,20	135,50	193,76
deviazione standard	2,7	0,07	32,42	28,37	31,87	5,78	0,81	26,29	23,06
25°	5,9	0,16	72,02	31,17	49,19	16,70	1,50	45,00	68,80
75°	8,6	0,26	116	54,85	88,39	22,80	2,60	78,20	98,02
90°	11,15	0,3	152,5	78,40	116,50	26,00	3,30	98,80	110,00
95°	13,76	0,33	176,2	97,24	134,04	28,96	3,70	108,00	117,95
D.lgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	120	100	1,00	90	150
D.lgs 152/06 industriale	50	15	800	600	500	1000	300	250	1500
Lim D.lgs 99/92		1,5		100	75	100			300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	50	100			300
n. campioni**	631	604	694	696	692	683	601	614	696

Note: * contenuto pseudototale dati SGSS

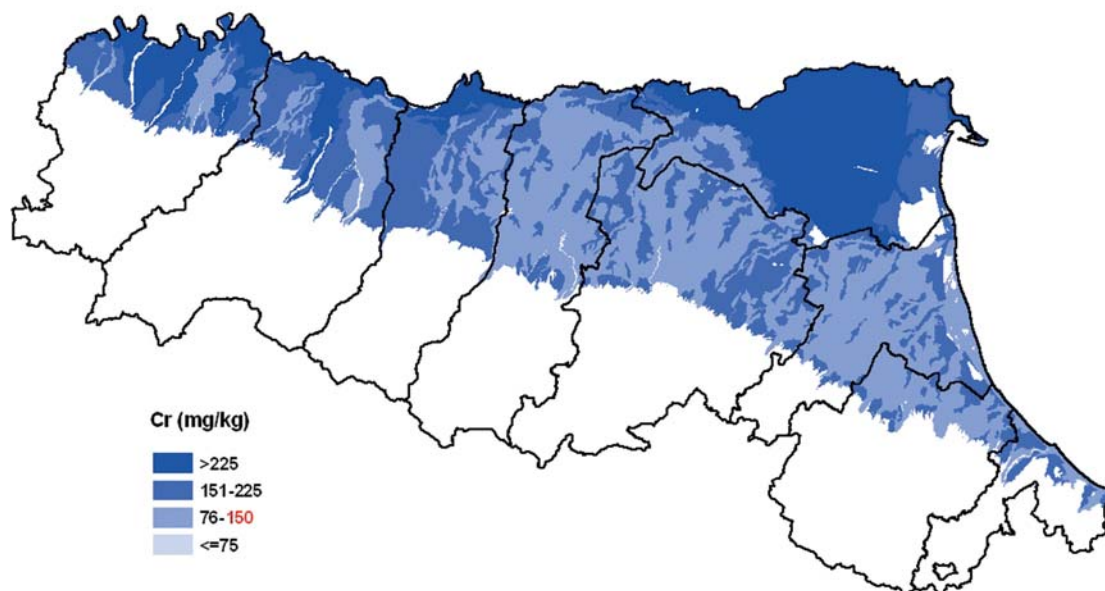
** totale campioni dopo l'eliminazione degli outliers

Fonte: Regione Emilia-Romagna

Tabella 8.8: Numero e percentuale di campioni con valori superiori ai limiti di legge (DLgs 152/2006), prelevati nell'orizzonte superficiale (od orizzonte lavorato) dei suoli della pianura emiliano-romagnola

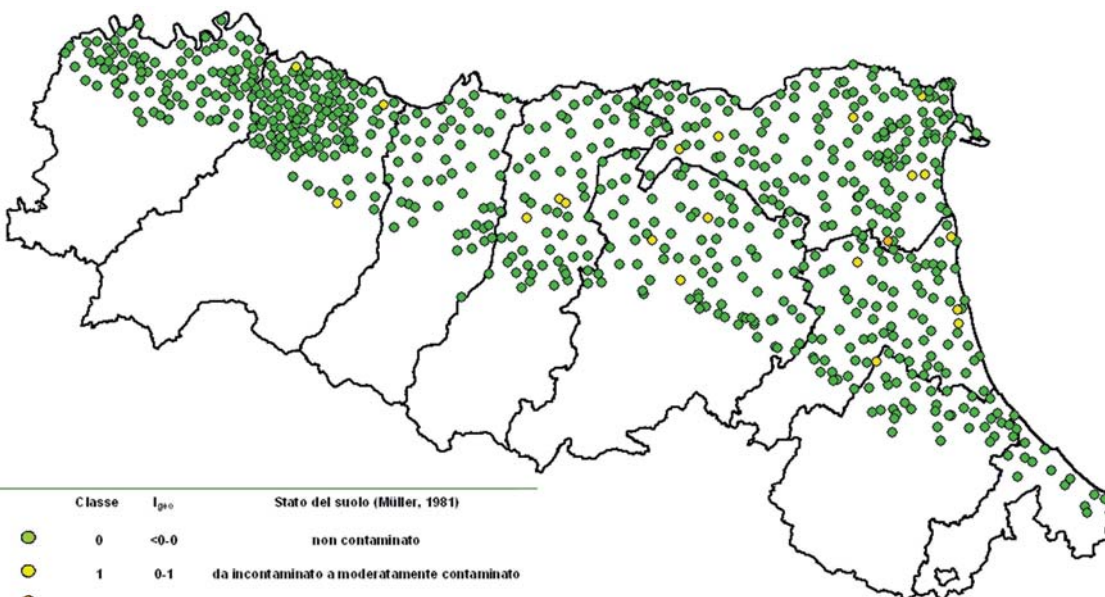
	Cr	Pb	Zn	Cu	Ni	Sn	As	V
N. osservazioni totale	709	709	709	709	709	616	641	709
N. osservazioni > Limite normativo	72	2	7	18	60	586	6	7
% osservazioni > Limite normativo	10,16%	0,28%	0,99%	2,54%	8,46%	95,13%	0,94%	0,99%

Fonte: Regione Emilia-Romagna



Fonte: Regione Emilia-Romagna

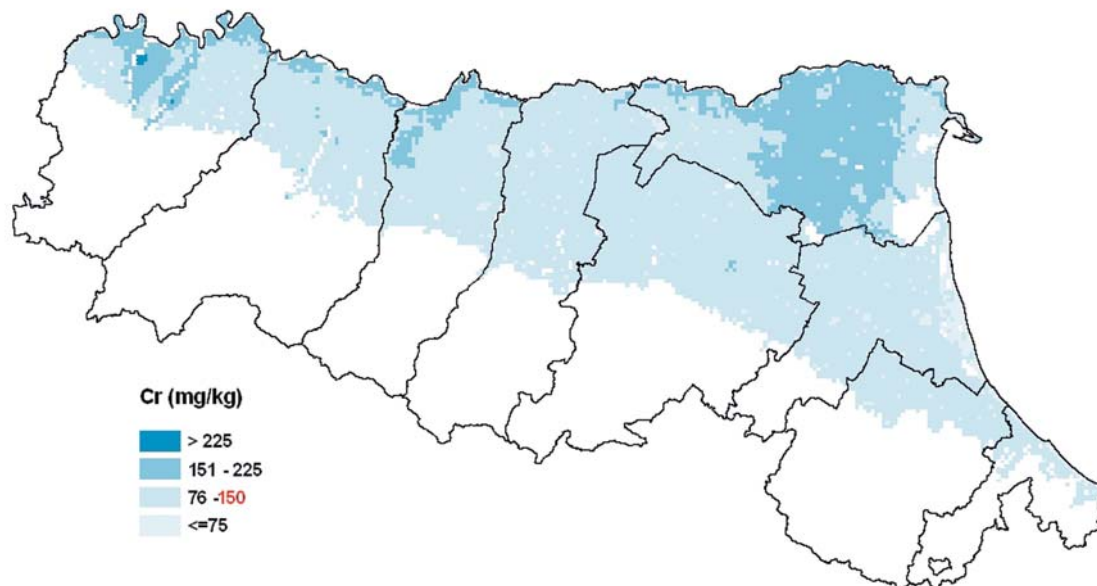
Figura 8.30: Cromo - Carta pedogeochimica della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

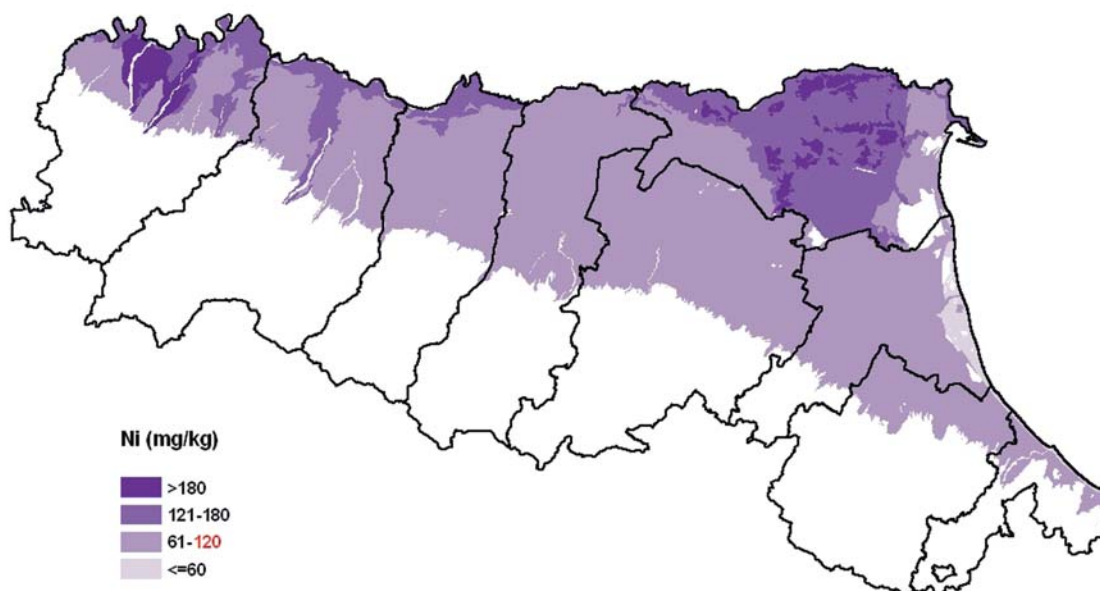
Figura 8.31: Cromo - Carta delle anomalie pedogeochimiche della pianura emiliano-romagnola

Nota: * nella Carta delle anomalie geochemiche l'Indice di geoaccumulo evidenzia lo stato di contaminazione dei suoli (vedi box 1)



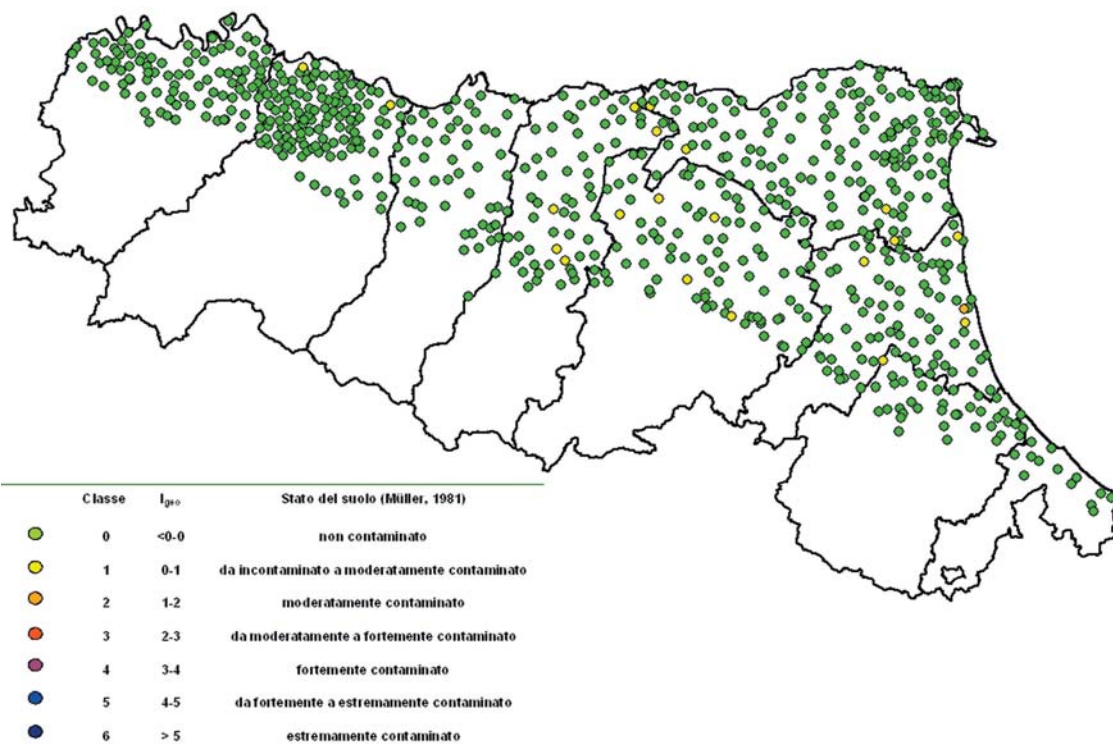
Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.32: Cromo - Carta del contenuto naturale-antropico della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

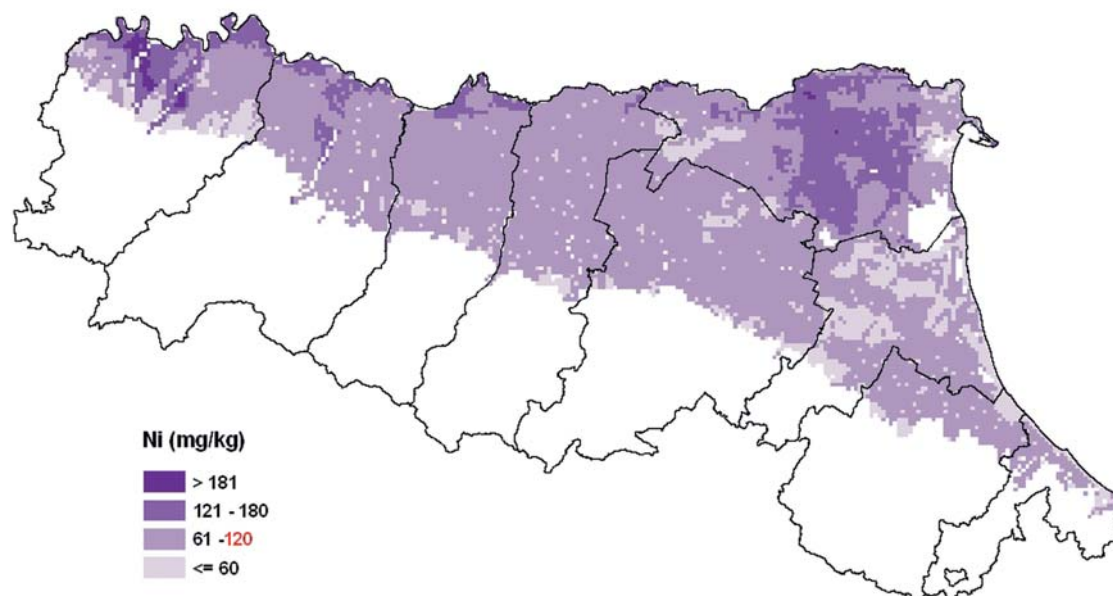
Figura 8.33: Nichel - Carta pedogeochemica della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

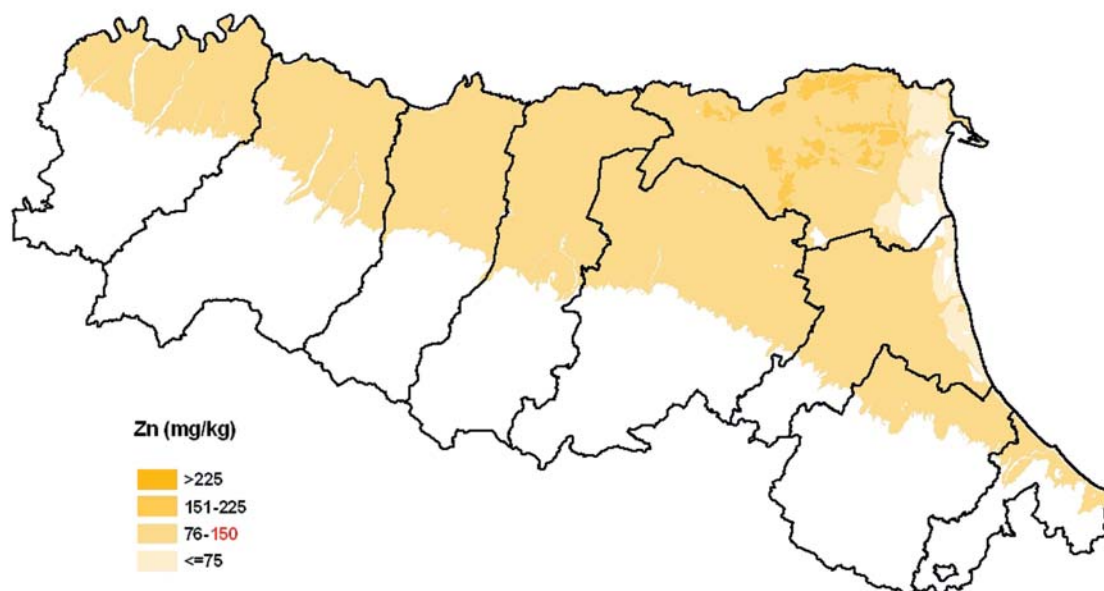
Figura 8.34: Nichel - Carta delle anomalie pedogeochemiche della pianura emiliano-romagnola

Nota: * nella Carta delle anomalie geochemiche l'Indice di geoaccumulo evidenzia lo stato di contaminazione dei suoli (vedi box 1)



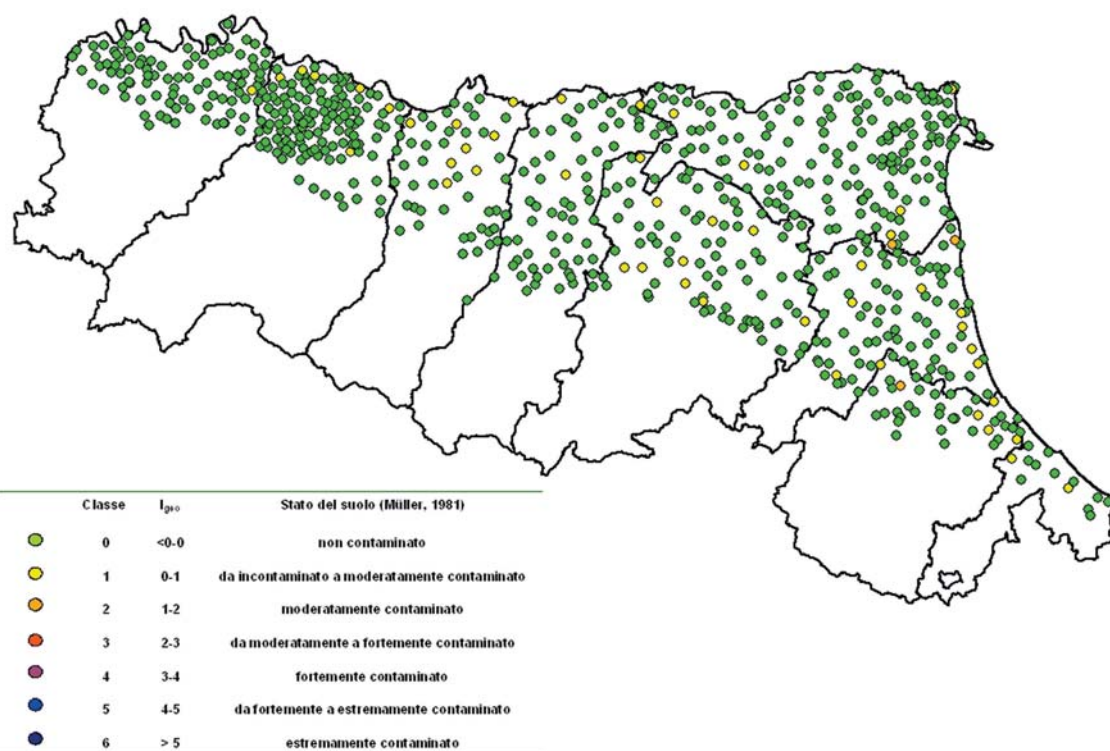
Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.35: Nichel - Carta del contenuto naturale-antropico della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

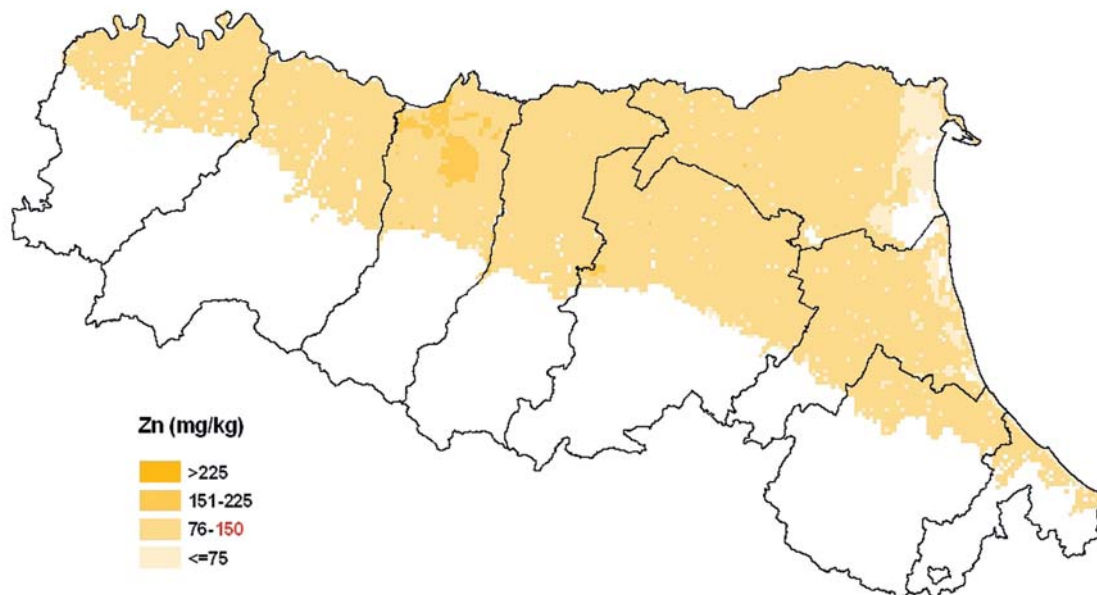
Figura 8.36: Zinco - Carta pedogeochemica della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

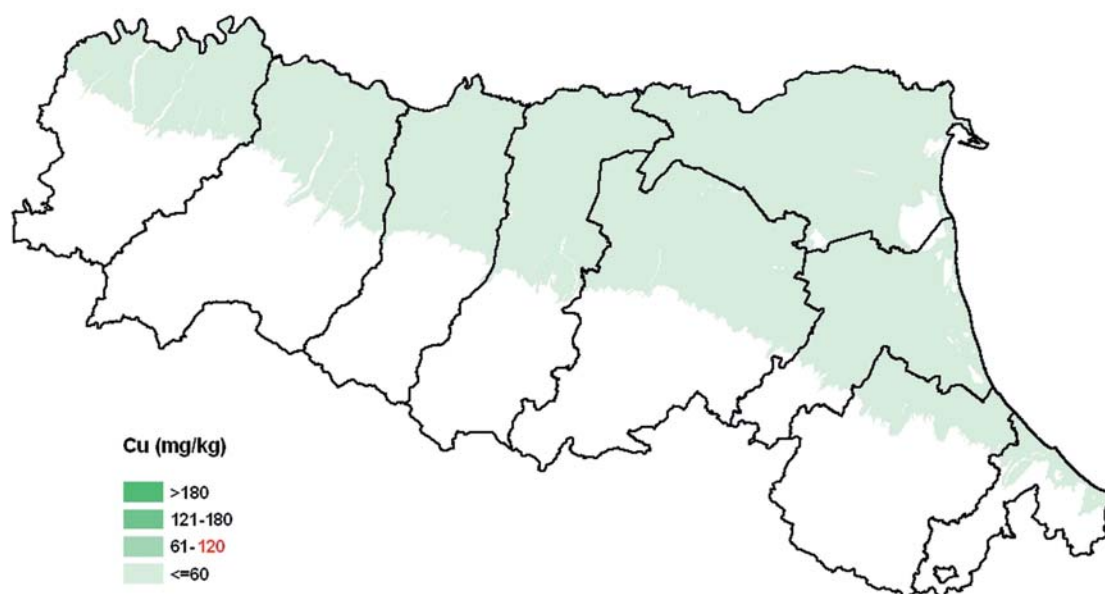
Figura 8.37: Zinco - Carta delle anomalie pedogeochemiche della pianura emiliano-romagnola

Nota: * nella Carta delle anomalie geochemiche l'Indice di geoaccumulo evidenzia lo stato di contaminazione dei suoli (vedi box 1)



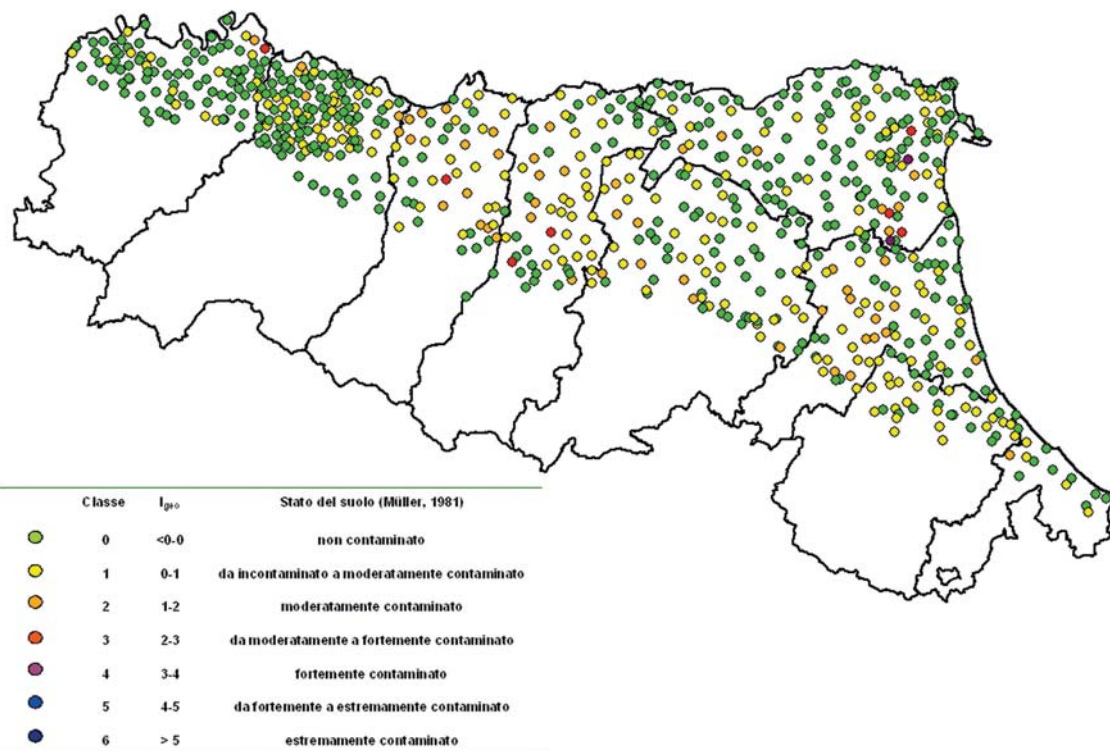
Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.38: Zinco - Carta del contenuto naturale-antropico della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

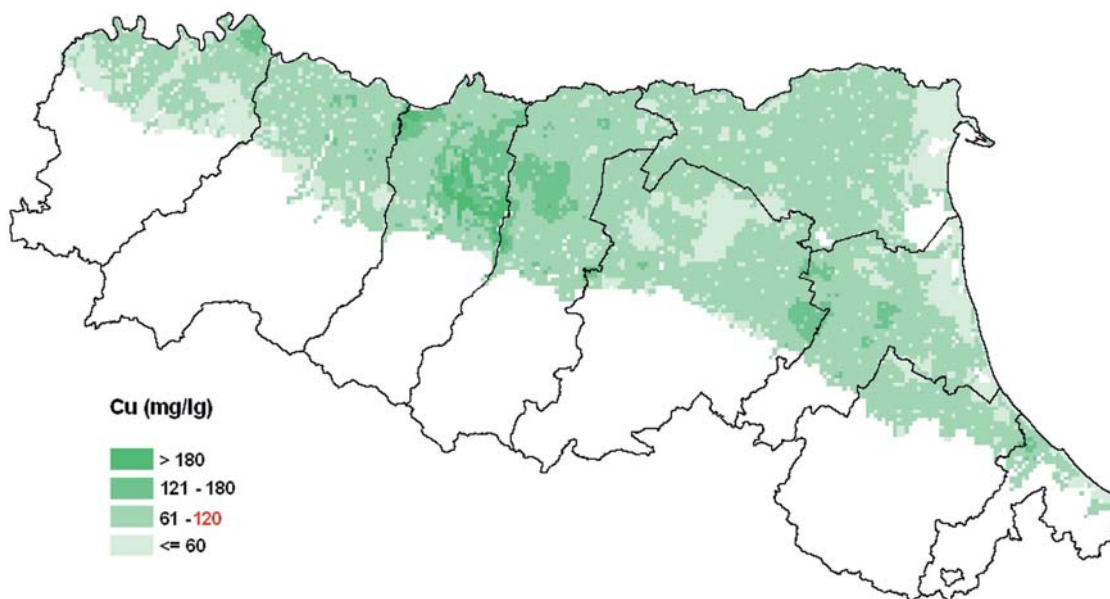
Figura 8.39: Rame - Carta pedogeochemica della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

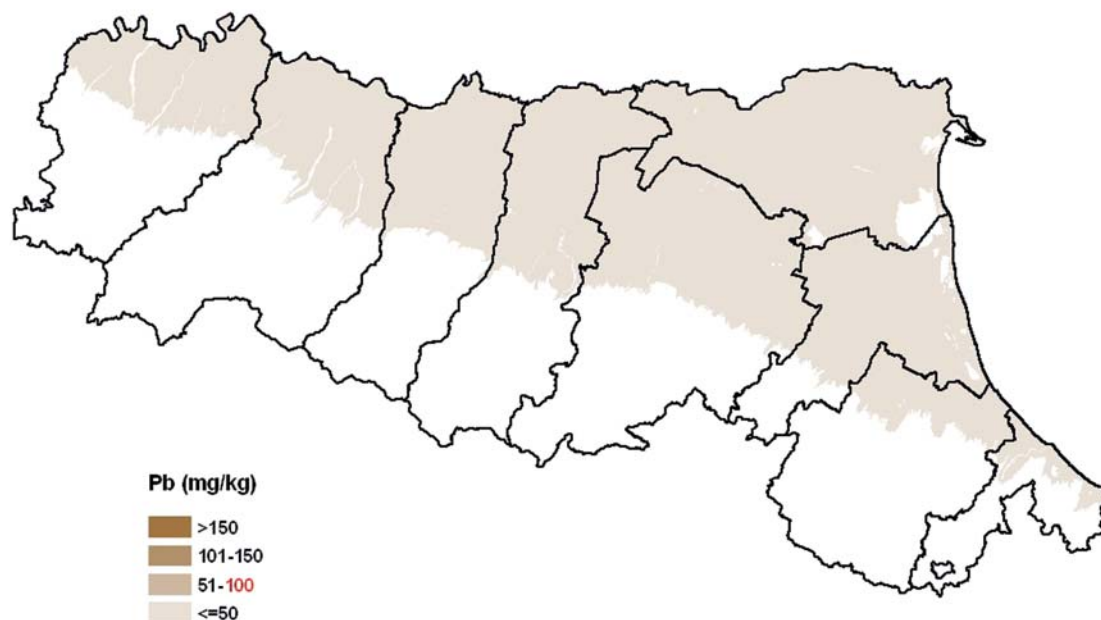
Figura 8.40: Rame - Carta delle anomalie pedogeochemiche della pianura emiliano-romagnola

Nota: * nella Carta delle anomalie geochemiche l'Indice di geoaccumulo evidenzia lo stato di contaminazione dei suoli (vedi box 1)



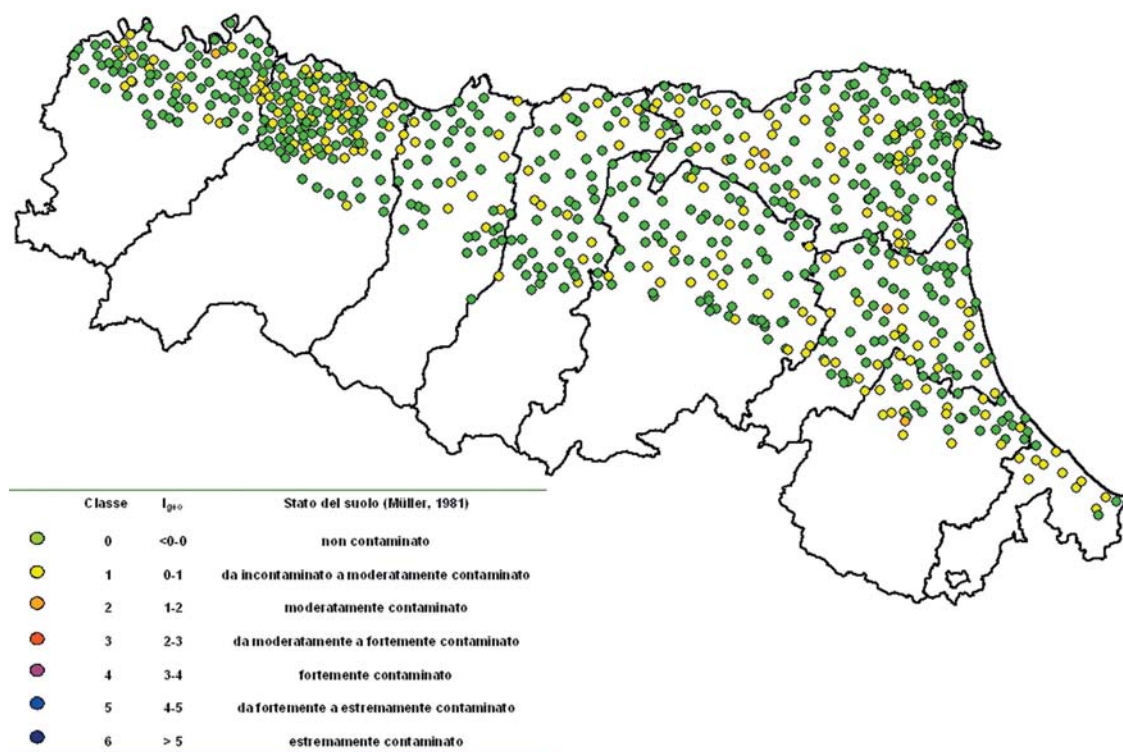
Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.41: Rame - Carta del contenuto naturale-antropico della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

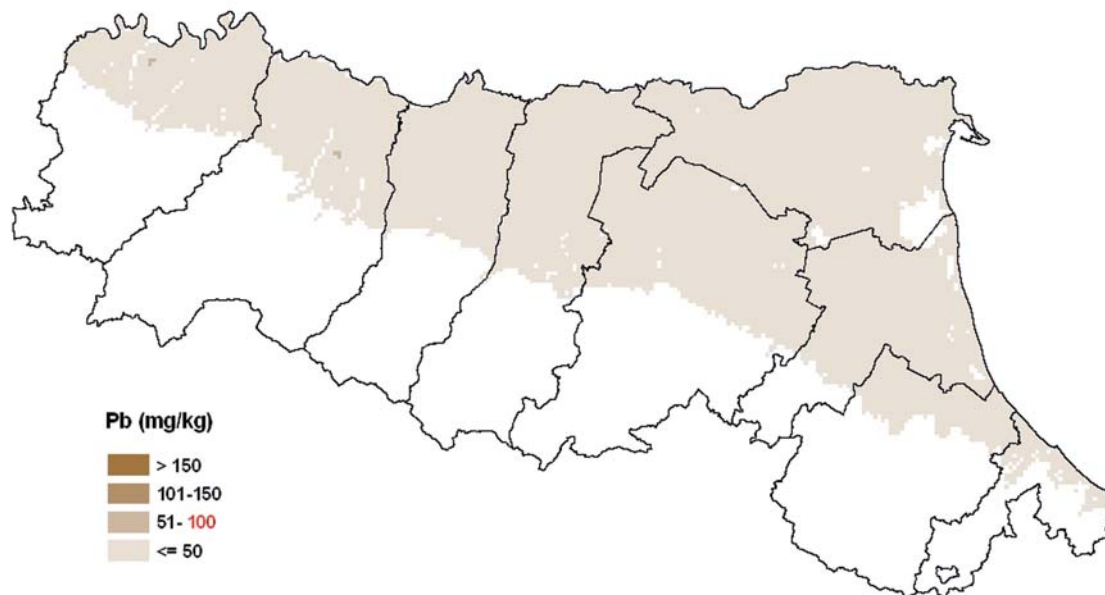
Figura 8.42: Piombo - Carta pedogeochemica della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

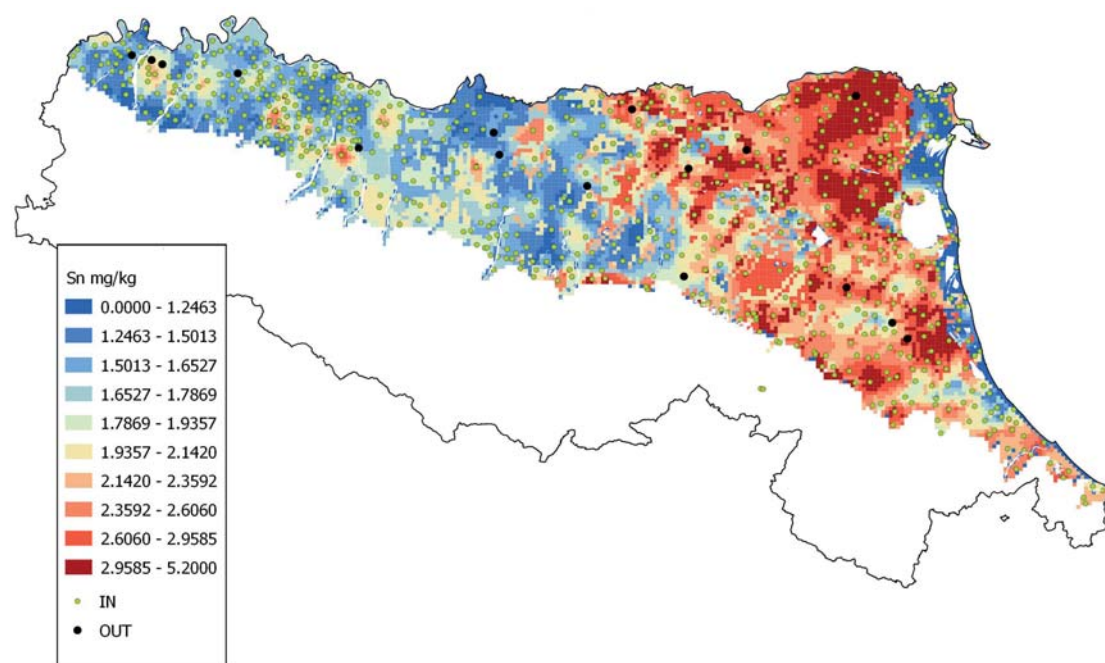
Figura 8.43: Piombo - Carta delle anomalie pedogeochemiche della pianura emiliano-romagnola

Nota: * nella Carta delle anomalie geochemiche l'Indice di geoaccumulo evidenzia lo stato di contaminazione dei suoli (vedi box 1)



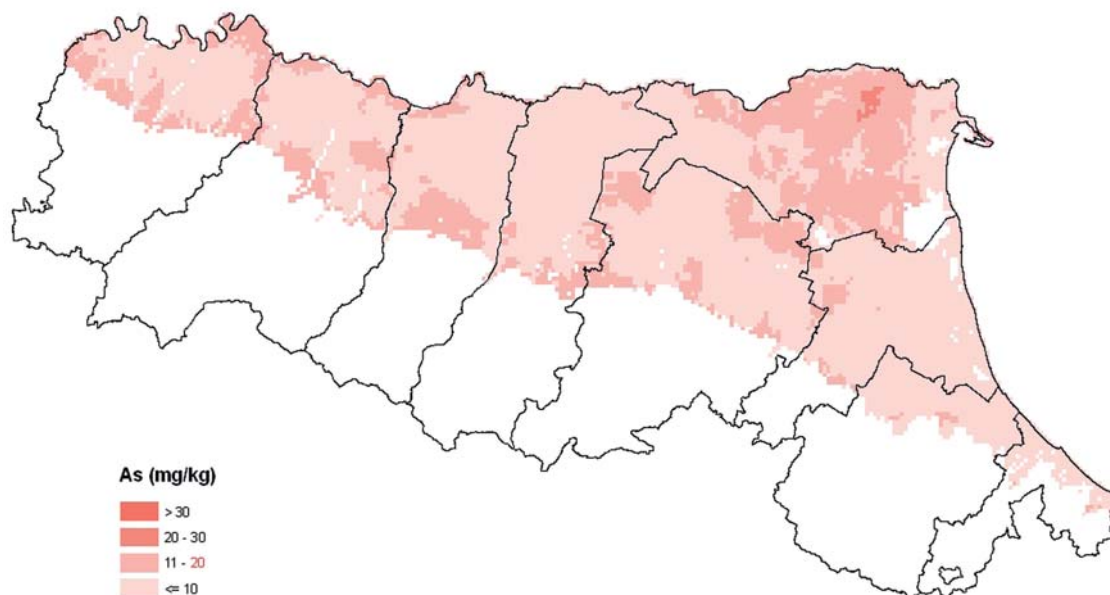
Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.44: Piombo - Carta del contenuto naturale-antropico della pianura emiliano-romagnola



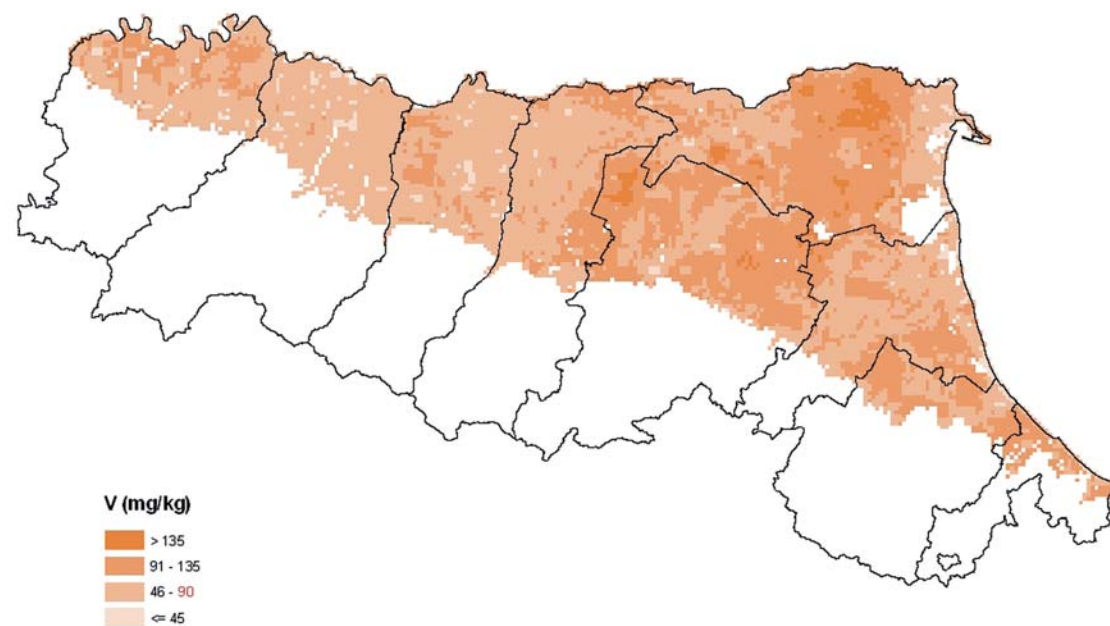
Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.45: Stagno - Carta del contenuto naturale-antropico della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.46: Arsenico - Carta del contenuto naturale-antropico della pianura emiliano-romagnola



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.47: Vanadio - Carta del contenuto naturale-antropico della pianura emiliano-romagnola

La conoscenza della concentrazione e distribuzione geografica dei metalli pesanti nel suolo è migliorata negli ultimi anni a livello regionale. Una fonte di informazioni, limitatamente all'orizzonte superficiale (0-30 cm) dei suoli, è presente negli archivi provinciali Arpa Emilia-Romagna (tabella 8.6), aggiornata al 2003; le analisi sono state eseguite con il metodo dell'attacco in acqua regia, rappresentativo del contenuto pseudototale.

A partire dal 2005, dapprima con uno studio sperimentale nel Foglio 181 "PARMA", la Regione ha attivato il Progetto "Carta Pedo-geochemica della pianura emiliano-romagnola", che è stato a tutt'oggi completato relativamente a 8 metalli (As, Cr, Cu, Ni, Pb, Sn, V, Zn). Per la realizzazione della cartografia sono stati prodotti e analizzati 1.414 campioni complessivi tra profondi e superficiali. Le analisi sono state eseguite con il metodo della fluorescenza ai raggi X (rappresentativo del contenuto totale) per Cr, Cu, Ni, Pb e Zn per tutti i campioni. Per i soli campioni superficiali, a questa determinazione è stata associata l'analisi con il metodo dell'attacco con acqua regia (UNI/EN 13346-Metodo C) e lettura ICP-MS (Mass Spectroscopy) secondo la metodica EPA 6020. Per 100 campioni di questi, prelevati nell'area parmense, è stato utilizzato il metodo ME-MS41, che consiste nell'attacco in acqua regia, riscaldamento in fornello a grafite e lettura ICP-MS, e i campioni sono stati analizzati presso il laboratorio ALS CHEMEX di Vancouver che, all'epoca delle analisi, non era accreditato agli standard EPA, ma era accreditato ISO9001. Per circa 600 campioni superficiali sono stati determinati anche As, Cd, Sn e V.

Valore di fondo naturale di Cr, Ni, Pb, Zn, Cu

Per questi metalli non è fornito un unico valore a scala regionale, ma valori diversi a seconda degli ambiti geografici identificati in base ai fattori che principalmente influenzano il contenuto naturale nei suoli, ovvero: provenienza del *parent material* (roccia o sedimenti in cui si forma il suolo), tessitura e grado evolutivo. **Cromo e Nichel** (figure 8.30, 8.33): il fattore genetico determinante, nei suoli a basso e moderato grado evolutivo, è la provenienza del *parent material* e questo motiva la presenza di elevate concentrazioni nei suoli dei bacini idrografici con rocce ultrafemiche (Tebbia, Nure, Taro, Po e Arda seppure con tipologie mineralogiche diverse), con valori spesso superiori ai limiti di legge in modo significativo (particolarmente nei settori piacentino, parmense e in gran parte della provincia di Fer-

rara). Nei suoli ad elevato grado evolutivo localizzati nel margine appenninico il segnale di provenienza si perde a seguito dell'impoverimento dei minerali contenenti i metalli di interesse.

Zinco (figura 8.36): i fattori genetici determinanti sono la tessitura del suolo e, secondariamente, la provenienza del *parent material*; l'arricchimento in Zinco nei sedimenti del Fiume Po è verosimilmente legato ad un tipo di argille di derivazione ofiolitica arricchite di questo metallo.

Le concentrazioni sono infatti significativamente inferiori nei suoli a tessitura grossolana e aumentano all'aumentare del contenuto in argilla, ma il limite di legge viene superato solo in alcune aree del vecchio delta del Po in provincia di Ferrara, corrispondenti ai suoli delle aree interdistributrici. Nei suoli ad elevato grado evolutivo, localizzati nel margine appenninico, si rileva un leggero impoverimento indipendentemente dalla tessitura. Anche in questi suoli il contenuto naturale è sempre al di sotto del limite di legge.

Rame (fig. 8.39): il Rame non mostra di avere un fattore genetico nettamente dominante che ne influenza il contenuto nei suoli; il fattore più significativo è il livello evolutivo del suolo, ma con grado trascurabile, tanto che si è scelto di non delineare nella carta ambiti particolarmente arricchiti o impoveriti. Il contenuto naturale è sempre al di sotto il limite di legge.

Piombo (fig. 8.42): il fattore genetico determinante per il piombo è noto essere la provenienza (Segatta G., Genthe W., 2008), ma la tipologia di rocce che ne influenza il contenuto è praticamente assente in Emilia-Romagna e quindi non sono delineati dalla carta ambiti particolarmente arricchiti o impoveriti e la concentrazione risulta pressoché uniforme per l'area finora indagata. Il contenuto naturale è sempre al di sotto del limite di legge.

Anomalie geochemiche

Come è stato detto in precedenza, l'andamento generale dell'arricchimento superficiale dei singoli punti dà indicazioni sullo stato di salute dei suoli sui metalli di interesse.

Cromo e Nichel (figg. 8.31, 8.34): a fronte di un elevato contenuto naturale non si segnala uno stato di contaminazione diffusa per questi metalli. L'indice di Geoaccumulo rimane nell'ambito dello stato di non contaminazione per la maggior parte dei siti indagati e anche laddove aumenta, spesso si tratta di arricchimenti naturali legati alla diversa provenienza del *parent material* o alla tessitura contrastante

degli orizzonti superficiali rispetto a quelli profondi.

Zinco (fig. 8.37): per lo zinco, a fronte di un contenuto di fondo naturale basso, ci sono segnali di scarsa contaminazione sparsi tra le varie province.

Rame (fig. 8.40): il rame mostra, a fronte di un contenuto di fondo naturale basso, uno stato di moderata contaminazione diffusa, particolarmente accentuato nelle province di Modena, Reggio Emilia e Ravenna; la provincia di Ferrara mostra gli arricchimenti più significativi ai limiti della fascia costiera. Il segnale è comunque diffuso nella pianura emiliano-romagnola e probabilmente legato alla gestione agricola.

Piombo (fig. 8.43): il piombo mostra, a fronte di un contenuto di fondo naturale basso, un segnale di scarsa contaminazione, diffuso in modo uniforme un po' su tutto il territorio regionale considerato.

Relativamente allo stato di salute dei suoli le carte delle anomalie geochemiche di Cromo, Rame, Zinco, Piombo e Nichel segnalano complessivamente una situazione non particolarmente compromessa per i metalli in questione, a parte per il Rame per il quale la gestione agricola ordinaria sembra aver influito più marcatamente.

Valore di fondo naturale-antropico

L'integrazione e il confronto delle informazioni descritte precedentemente con quelle presenti nelle Carte del fondo naturale-antropico, per quanto queste siano elaborate con dati ottenuti con un diverso metodo analitico, oltre a trovare sovente conferma della distribuzione areale, contribuiscono a individuarne la causa. **Cromo e Nichel** (figure 8.32, 8.35) superano il limite di legge nelle aree di pertinenza del Po e nella provincia di Piacenza (nelle conoidi del Trebbia e del Nure), confermando l'andamento del contenuto naturale e il fatto che le anomalie geochemiche non segnalano fenomeni di contaminazione. Il **Rame** (figura 8.41) risulta arricchito in superficie nelle stesse aree in cui il contenuto di fondo naturale-antropico supera il limite di legge, ovvero nelle Province di Reggio, Modena, parte della Provincia di Ravenna e nell'area della piana a meandri del Po tra Reggio e Parma. Lo **Zinco** (figura 8.38) presenta un diffuso leggero arricchimento che però non comporta, se non molto localmente (pianura reggiana), il superamento del limite di legge per quanto riguarda il contenuto di fondo naturale-antropico. Il **Piombo** (figura 8.44), pur essendo arricchito in superficie, non presenta in pianura aree con valori superiori al limite di legge.

Per quanto riguarda **Arsenico** e **Vanadio** (figure 8.46, 8.47), non è attualmente possibile effettuare il confronto con dati profondi; il primo, sostanzialmente, presenta valori oltre il limite di legge solo in un piccolo areale nella provincia di Ferrara, mentre il secondo supera i limiti normativi in ampie aree; senza il confronto è difficile trarre conclusioni sull'origine, tuttavia per l'**Arsenico** la componente antropica sembra certa e legata all'uso, sebbene pregresso, di pesticidi, mentre per il **Vanadio**, pur notandosi un andamento che si intuisce dovuto alla gestione agronomica dei suoli, è certa una componente naturale correlata alla tessitura dei suoli e, in misura minore, alla provenienza ofiolitica.

I dati riguardanti gli orizzonti superficiali dei suoli della pianura emiliano-romagnola, prodotti nell'ambito del progetto regionale "Cartografia Pedogeochemica" (tabella 8.7) sostanzialmente confermano il trend individuato dai dati Arpa storici (tabella 8.6). I valori massimi superano per tutti i metalli, a parte il Cadmio e il Piombo, il limite di legge; i valori corrispondenti al 75° percentile sono al di sotto, tranne rari casi.

Lo **Stagno** merita un discorso a parte in quanto a livello regionale su 616 dati il 95,13% supera il limite di legge (tabella 8.8); quindi, non solo il 75° percentile ma anche il 25°, la mediana e la media sono al di sopra il limite di legge, con una moda pari a 2,4 mg/kg. In Emilia-Romagna la presenza di **Stagno** nei suoli, in particolare negli orizzonti superficiali, è dovuta alla deposizione atmosferica o, in modo associato, all'uso di alcuni fitofarmaci, in particolare gli organo-stannici utilizzati come fungicidi nella barbabietola da zucchero o come acaricidi per gli alberi da frutta; essendo stati revocati da diversi anni, la concentrazione negli orizzonti superficiali è dovuta ad un utilizzo passato ed infatti, osservando l'andamento della concentrazione superficiale nella "Carta del contenuto naturale-antropico dello Stagno" (figura 8.45), si vede come le province maggiormente interessate da valori alti siano quelle che storicamente hanno avuto la maggiore diffusione di coltivazioni di barbabietola da zucchero, ovvero Ferrara, Ravenna e, in parte, Bologna e Modena.

Nei suoli regionali non si prevedono anomalie legate alla provenienza del *parent material*, poiché non sono presenti in regione bacini idrografici da cui provengono i sedimenti alluvionali con rocce contenenti minerali di Stagno; scarsissimi sono i dati relativi agli orizzonti profondi, quindi non sono possibili valutazioni sull'entità dell'arricchimento superficiale, che

sicuramente c'è stato come si desume confrontando i dati con quelli di altre regioni limitrofe (Veneto, Piemonte). Nonostante l'origine molto presumibilmente antropica del contenuto superficiale, appare evidente come il limite di legge di 1 mg/kg, previsto per le aree ad uso verde e residenziale, giustamente cau-

telativo a causa della elevata tossicità di alcuni composti dello Stagno, sia comunque inadeguato per identificare aree soggette a contaminazione locale rispetto ad aree soggette a contaminazione diffusa. Si rileva inoltre una notevole differenza tra questo e quello previsto per le aree ad uso industriale, pari a 350 mg/kg.

Misure agroambientali

Descrizione

L'indicatore quantifica la superficie agricola regionale in cui vengono applicate politiche di sostegno agroambientale nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013 e delle programmazioni precedenti per gli impegni poliennali ancora in vigore: Regolamento CEE 2078/92 e Piano regionale di sviluppo rurale (2000-2006). A partire dall'applicazione dei Regolamenti comunitari (2078/92, 1257/99), parte rilevante degli interventi di sostegno

e valorizzazione dell'attività agricola sono rivolti ad agricoltori che adottano pratiche di gestione dell'ambiente e del suolo che ne tutelino la qualità (a basso impatto ambientale).

Scopo

Fornire la descrizione, in ambito regionale, della diffusione delle pratiche di gestione agricola dei suoli orientate alla tutela della loro qualità.

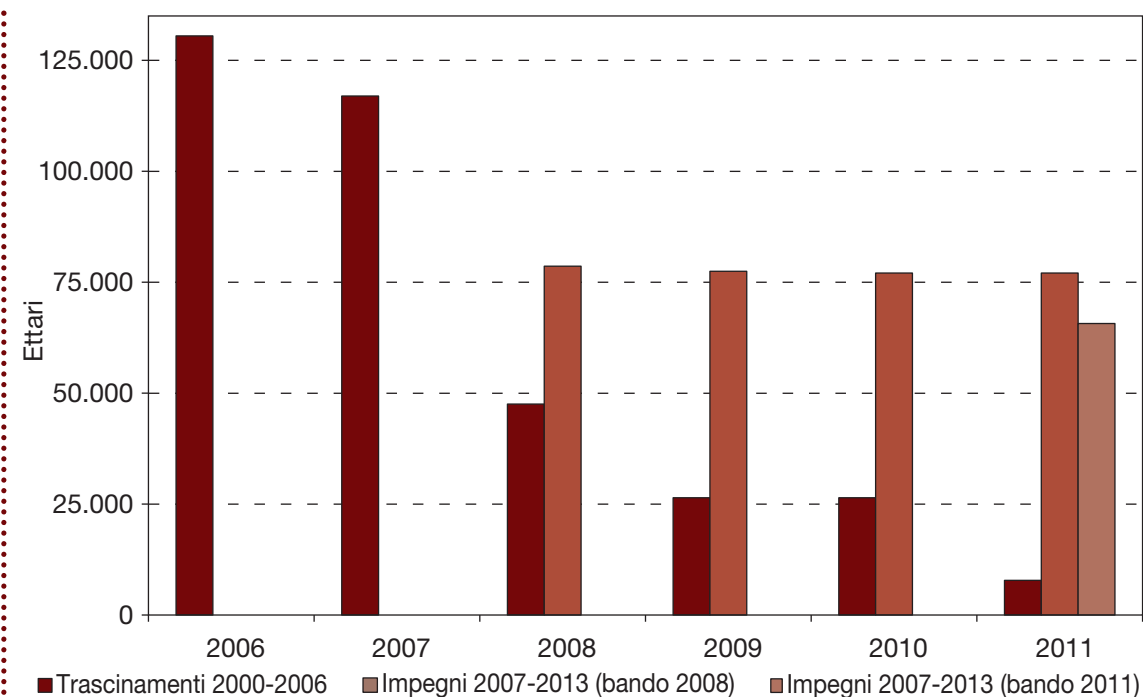
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Misure agroambientali (PSR)	DPSIR	R
UNITÀ DI MISURA	Ettari	FONTE	Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2000-2011
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Natura e biodiversità
RIFERIMENTI NORMATIVI	Regolamento (CE) 1257/1999 Delibera Consiglio 1238/2000 Decisione C(2000) 2153 PSR 2007-2013		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		

Tabella 8.8: Superfici sotto impegno, in ettari, interessate dalle Azioni finanziate dalla Misura 214 (Pagamenti agroambientali) del PSR 2007-2013 e dalle conferme annuali degli impegni assunti nel PSR 2000-2006

Azione	Superficie impegnata	
	totale	di cui trascinamenti
1 – Produzione integrata	47.427,3	
2 – Produzione biologica	54.211,7	
3 – Copertura vegetale	870,6	
4 – Sostanza organica	7.756,8	
6 – Agrobiodiversità vegetale	62,6	
8 – Regime sodivo	30.521,2	
9 – Conservazione paesaggio	3.787,1	2.179,2
10 – Ritiro dei seminativi	5.972,9	5.670,9
Totale misura	150.610,3	7.850,2

Fonte: Regione Emilia-Romagna



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.41: Andamento delle superfici impegnate per conferme annuali, degli impegni assunti nel PSR 2000-2006 e nuovi impegni 2007-2013

Commento

Nell'ambito del Programma di sviluppo rurale 2007-2013 per la Misura 214 "Pagamenti agroambientali" sono stati aperti due bandi, nel 2008 e nel 2011, mentre è ancora attiva una parte degli impegni assunti con la precedente programmazione 2000-2006, in via di esaurimento.

Le superfici impegnate nel 2011 (tabella 8.8) comprendono oltre 150.000 ettari, in cui fra le azioni più importanti sono attivi solo gli impegni quinquennali della nuova programmazione. Essi ammontano a oltre 54 mila ettari per la produzione biologica (azione 2, 36% delle superfici sotto impegno), a 47 mila ettari per la produzione integrata (azione 1, 31%) e 30 mila ettari per il regime sodivo (azione 8 "praticoltura estensiva", con il 20%). L'azione sulla sostanza organica ha impegnato superfici attorno ai 7.700 ha, pari al 5%.

Gli impegni derivanti dal precedente periodo di programmazione ammontano a 7.850 ha (7% del totale) per le sole azioni con impegni decennali (azione 9 "conservazione del paesaggio") e ventennali (azione 10 "ritiro dei seminativi per scopi

ambientali"): queste azioni, particolarmente importanti dal punto di vista ambientale per la biodiversità, sono quasi completamente derivate dalla precedente programmazione tranne l'azione 9, per cui nell'ultimo bando sono stati richiesti circa 1.600 ha.

Nella figura 8.41 è riportata la tendenza delle superfici complessive del periodo considerato. Nel periodo 2007-2013 è stata pagata l'annualità 2006, non liquidata nella programmazione precedente, con oltre 130.000 ettari, mentre nel 2007 sono stati liquidati contributi per un totale di 117.000 ettari.

Nel 2008 è stato presentato il primo bando con un impegno di 78 mila ettari, che sommati a 47 mila ettari di trascinamenti hanno generato una superficie complessiva di 126 mila ettari. I trascinamenti sono calati a 26 mila ettari negli anni 2009 e 2010, portando a 104 mila ettari la superficie complessiva. Infine, nel 2011 è stato aperto il secondo bando, raggiungendo gli oltre 150 mila ettari complessivi sotto impegno.



Localizzazione dei siti contaminati della banca dati di Arpa

Descrizione

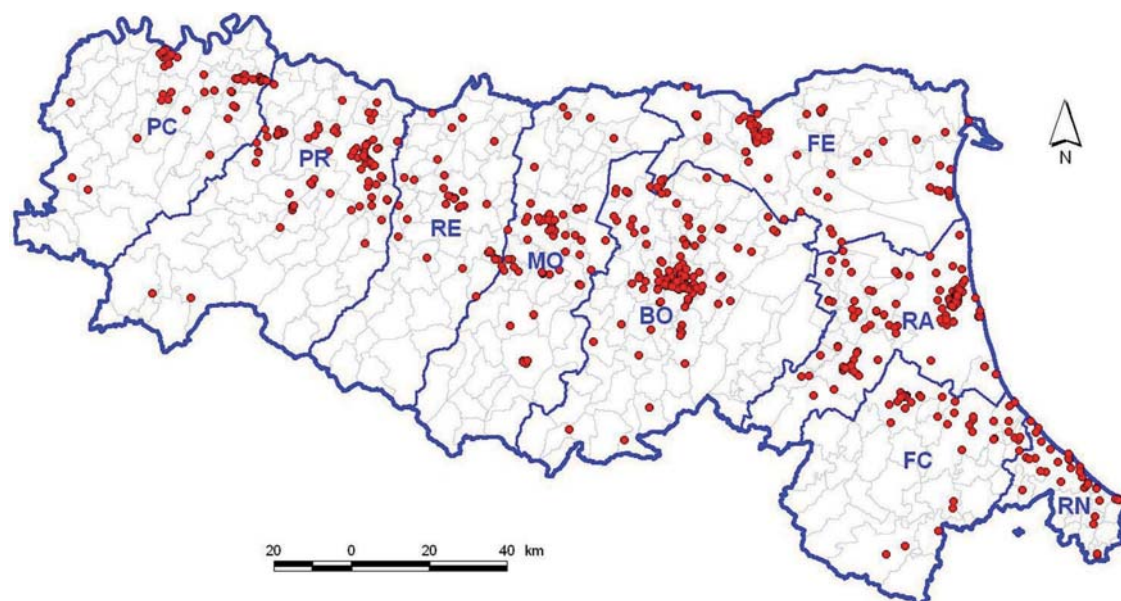
Indica la localizzazione dei siti contaminati (definiti dall'art. 2 del DM 471/99, ora abrogato dall'entrata in vigore del DLgs 152/06, e dall'art. 240 del DLgs 152/06) sul territorio della regione Emilia-Romagna. I siti riportati in figura 8.42 sono quelli inseriti nella banca dati dei siti contaminati di Arpa Emilia-Romagna.

Scopo

L'indicatore fornisce informazioni sulla distribuzione dei siti contaminati sul territorio regionale.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Localizzazione dei siti inseriti nella banca dati dei siti contaminati di Arpa Emilia-Romagna	DPSIR	R/S
UNITÀ DI MISURA		FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2009
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Natura e biodiversità
RIFERIMENTI NORMATIVI	DM 471/99 DLgs 152/06		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 8.42: Localizzazione dei siti contaminati sul territorio regionale (2009)

Commento

La maggior parte dei siti contaminati è localizzata nella provincia di Bologna e nella provincia di Ravenna. La situazione è indicativa in quanto si tratta delle province in cui, anche storicamente, si ha un maggiore insediamento industriale, con presenza di industrie chimiche, meccaniche, della raffinazione e trasformazione degli idrocarburi etc. Infatti i siti sono localizzati intorno ai poli industriali più rilevanti (Ravenna, Ferrara) e nell'intorno di zone industriali vicine alle grandi città (Bologna). La presenza di siti è concentrata prevalentemente lungo le principali vie di comunicazione e nel territorio di pianura, in cui sono appunto insediate la maggior parte delle attività.

Riferimenti

Autori

Marina GUERMANDI ⁽¹⁾, Nicola FILIPPI ⁽¹⁾, Francesco MALUCELLI ⁽¹⁾, Nazaria MARCHI ⁽¹⁾, Francesca STAFFILANI ⁽¹⁾, Paola TAROCCO ⁽¹⁾, Daniela BALLARDINI ⁽⁴⁾, Barbara VILLANI ⁽⁵⁾, Gisella FERRONI ⁽⁵⁾

Hanno collaborato:

Giuseppe CARNEVALI ⁽²⁾, Simona FABBRI ⁽³⁾, Anna FAVA ⁽⁶⁾, Stefano CORTICELLI ⁽⁷⁾

⁽¹⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI

⁽²⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SERVIZIO RICERCA, INNOVAZIONE E PROMOZIONE DEL SISTEMA AGROALIMENTARE

⁽³⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SERVIZIO TUTELA E RISANAMENTO RISORSA ACQUA

⁽⁴⁾ ARPA RA

⁽⁵⁾ ARPA DIREZIONE TECNICA

⁽⁶⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SERVIZIO PROGRAMMI, MONITORAGGIO E VALUTAZIONE

⁽⁷⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SERVIZIO STATISTICA E INFORMAZIONE GEOGRAFICA

Bibliografia

1. Arpa-Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna (2002), "Proposta di organizzazione di una rete di monitoraggio dei suoli", *SINA Analisi e Progettazione delle reti di monitoraggio ambientale a scala regionale e subregionale*
2. Arpa-Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna (2010), *Relazione sullo Stato dell'Ambiente della Regione Emilia-Romagna*, Edizione 2009
3. ARPAV (2008), *Rapporto sugli indicatori ambientali del Veneto*
4. ARPAV (2011), Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto. Determinazione dei valori di fondo. Dipartimento Provinciale di Treviso, Servizio Suoli, Regione Veneto
5. Belvederi G. et al. (2010), "Il nuovo database dell'uso del suolo della Regione Emilia-Romagna", in *Atti 14a Conferenza Nazionale ASITA - Brescia 9-12 novembre 2010*
6. Campiani E. et al. (2006), *Uso del suolo 2003*. Regione Emilia-Romagna, Servizio Sistemi informativi Geografici
7. COM 2006/231 definitivo. *Strategia tematica per la protezione del suolo*
8. COM 2006/232, Proposta di Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la Direttiva 2004/35/CE
9. COM 2012/46, *The implementation of the Soil Thematic Strategy and ongoing activities*
10. Corticelli S., Guermandi M., Mariani M.C. (2008) "Due indici per valutare l'impermeabilizzazione e il consumo di suolo", *Atti della XIIª Conferenza nazionale ASITA*, L'Aquila
11. Decreto Legislativo 03/04/2006, n. 152. *Norme in materia ambientale*. G.U. 88, 14/04/2006
12. Decreto 10 agosto 2012, n. 161 *Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo*. GU n. 221 del 21-9-2012
13. Deliberazione Comitato interministeriale 27 luglio 1984 *Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del Dpr 915/1982 - Smaltimento dei rifiuti*
14. DLgs 27 gennaio 1992, n. 99, *Attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura*. G.U. 15 febbraio 1992, n. 38, S.O. n. 28
15. EC JRC (2012) *The State of the Soil in Europe – A contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report SOER 2010*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at: http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_2012_02_soil.pdf
16. EEA (2010), *The European Environment – state and outlook 2010: consumption and environment* European Environment Agency, Copenhagen
17. EEA (2010), *The European Environment – state and outlook 2010: land use* European Environment Agency, Copenhagen
18. EPA 6020 (1994). U.S. Environmental Protection Agency, *Method 6020, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*

19. Filippi N., Sbarbati L. (1994), *I suoli dell'Emilia-Romagna. Note illustrative e carta 1:250.000*. Selca, Firenze
20. Förstner U. & Müller G. (1981), "Concentrations of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in river sediments: geochemical background, man's influence and environmental impact", *Geojournal*, 5, 417-432
21. Franzini M., Leoni L., Saitta M. (1975), "Revisione di una metodologia analitica per fluorescenza-X basata sulla correzione completa degli effetti di matrice", *Rend Soc It Min Petr*, 31, 365-378
22. Gardi C. et al. (2011), *Soil sealing, land take and food security: Impact assessment of land take in the production of the agricultural sector in Europe*, JRC (in corso di valutazione inter pares)
23. ISO19258 (2005), *Soil quality - Guidance on the determination of background values* ISO/TC 190/SC 7-19258
24. ISPRA (2013), *Annuario Dati Ambientali 2012*
25. Nassisi A., Baffi C. (2004), "Use of geostatistics to estimate some indicators of soil quality in the province of Piacenza (Italy)". *EUROSOIL 2004*, Freiburg (D) 04-12 settembre 2004 – book of abstracts, pp.143-144
26. NRCS-USDA (2008), *National Soil Survey Handbook*
27. RER-Direzione Agricoltura (2009), *Relazione sullo stato di attuazione del Programma Regionale di Sviluppo Rurale, annualità 2008*
28. RER-SGSS (2002), *Normativa Tecnica Generale* (documentazione interna)
29. RER-SGSS (2005), *Carta dei Suoli della pianura a scala 1:50.000* - versione digitale 2005
30. RER-SGSS (2010), *Carte pedo-geochimiche*
31. RER-SGSS (2010), *Cartografie tematiche*
32. Regione Veneto (2010), Delibera di giunta n° 464 "Protocollo operativo per l'esecuzione di indagini mirate alla determinazione delle concentrazioni di metalli e metalloidi nei suoli attribuibili al fondo naturale o a inquinamento diffuso – DLgs 3 aprile 2006, n. 152, Parte IV"
33. Sammartino I. et al. (2007), "The Pedogeochemical Map of Parma alluvial plain: contribution of soil studies to geochemical mapping", *GeoActa*, 6, 11-23
34. Science Communication Unit, University of the West of England, Bristol (2013). *Science for Environment Policy In-depth Report: Soil Contamination: Impacts on Human Health*. Report produced for the European Commission DG Environment, September 2013. Available at: <http://ec.europa.eu/science-environment-policy>
35. Segatta G., Genthe W. (2008), *Lo studio della città di Trento: fondo naturale dei metalli nei terreni alluvionali del fondovalle. Seminario internazionale "Dall'emergenza delle bonifiche ad una gestione consapevole del territorio"* 3-4 luglio, Trento
36. Ungaro F. et al. (2002), "Soil organic matter in the soils of Emilia-Romagna plain (Northern Italy): knowledge and management policies". *Ottawa OECD Expert Meeting on Organic Carbon Indicators for Agricultural Land*, Canada, CNR-Regione
37. Ungaro F., Staffilani F., Tarocco P. (2010), "Assessing and mapping topsoil organic carbon stock at regional scale (Emilia-Romagna, Italy): a scorpan kriging approach conditional on soil map delimitations and land use", *Land Degradation & Development* DOI: 10.1002/ldr.998
38. UNI EN 13346 (2002), *Caratterizzazione dei fanghi. Determinazione di elementi in tracce e del fosforo. Metodi di estrazione con acqua regia*

Sitografia

1. COM (2006)231 definitivo. *Strategia tematica per la protezione del suolo*
http://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm
2. COM (2006)232, Proposta di Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la Direttiva 2004/35/CE
http://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm
3. COM (2012)46, *The implementation of the Soil Thematic Strategy and ongoing activities*
http://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm
4. EEA (2010), *The European environment – state and out look 2010*
<http://www.eea.europa.eu/soer>
5. ISPRA (2013), *Annuario Dati Ambientali 2012*
<http://annuario.isprambiente.it/>
6. RER-SGSS (2010), *Carte pedo-geochimiche in*
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/metalli-pesanti>
7. RER-SGSS (2010), *Cartografie tematiche in*
<http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/>