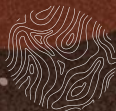


Il suolo italiano al tempo della crisi climatica

RAPPORTO 2023



**RE SOIL
FOUNDATION**
Regeneration for a clean and healthy soil.

Indice

PREFAZIONE p. 3

INTRODUZIONE p. 5

Sezione I Le analisi

1. La salute del suolo p. 12

2. Fotografia
della sostanza organica p. 26

3. Il dissesto idropedologico p. 46

4. Degrado e desertificazione p. 64

5. Impermeabilizzazione
e copertura artificiale p. 90

6. Contaminazione,
inquinamento, bonifiche p. 112

Sezione II Le proposte

1. Società Italiana
di Chimica Agraria p. 129

2. Società Italiana
di Pedologia p. 133

3. Società Italiana
della Scienza del Suolo p. 137

4. Accademia Nazionale
di Agricoltura p. 143

5. Scuola Agraria
del Parco di Monza p. 151

POSTFAZIONE p. 155

Il suolo italiano al tempo della crisi climatica
Rapporto 2023

© 2023, Re Soil Foundation
www.resoilfoundation.org
ISBN 979-12-210-4738-7

Citare questo documento come segue:
AA.VV, 2023. Il suolo italiano al tempo della crisi climatica -
Rapporto 2023. Re Soil Foundation

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Coordinamento editoriale: Emanuele Isonio
Progetto grafico, grafica e impaginazione:
Lara Leonardelli, Publistampa arti grafiche
Illustrazioni: Ideificio srl

Il nostro futuro dipende dal suolo

Senza interventi efficaci, a rischio il 90% dei suoli entro il 2050

LA SFIDA AGLI INGENTI DANNI AMBIENTALI, SOCIALI ED ECONOMICI È COMPLESSA. PER VINCERLA, DIFFONDIAMO I TANTI ESEMPI VIRTUOSI DI GESTIONE

Il suolo è una risorsa limitata. Il suo impoverimento e conseguente degrado non sono recuperabili se non nel corso di moltissimi anni. Occorrono fino a 1000 anni per formare circa 3 cm di terra fertile, mentre oggi l'equivalente di un campo da calcio di suolo è eroso ogni 5 secondi.

La degradazione del suolo rappresenta una grave minaccia per il pianeta, poiché dai suoli dipendono una serie di servizi ecosistemici fondamentali per il benessere umano, come la protezione dell'ambiente e della biodiversità, la tutela del paesaggio, l'architettura e i processi urbani, oltre alle attività agricole. Il 95% del cibo globale viene prodotto direttamente o indirettamente dal suolo, e con il tasso corrente di erosione si stima che circa il 90% dei suoli sarà a rischio entro il 2050, con tutte le conseguenze che si possono immaginare per la sicurezza alimentare globale. Senza un'inversione di tendenza, potremmo perdere la totalità della terra fertile e coltivabile entro i prossimi 60 anni. In Italia, il 28% dei terreni coltivabili è andato perso negli ultimi 25 anni, mentre un terzo dei suoli mondiali è già soggetto a degradazione.

Le minacce sono molteplici: urbanizzazione, erosione, acidificazione, inquinamento chimico e impoverimen-

Maurizio Martina
Vice Direttore
Generale FAO
(Organizzazione
delle Nazioni Unite
per l'Alimentazione
e l'Agricoltura)

Dalla perdita di suolo coltivabile un danno annuo di 400 miliardi di \$ per le produzioni agricole perse e uno stimolo alle migrazioni

to dei nutrienti sono considerati tra i problemi più importanti a livello globale per la produzione agricola, e quindi per la sicurezza e la sostenibilità alimentare.

Tutelare la salute del suolo è vitale. La perdita di terreno coltivabile non influisce solo sulla sicurezza alimentare, ma ha anche un costo economico stimato di circa 400 miliardi di dollari all'anno di produzione agricola persa. In Europa, poi, la degradazione dei suoli arriva a costare decine di miliardi di euro all'anno.

Oltre al danno economico, si devono considerare anche le dinamiche relative alla migrazione delle popolazioni costrette ad abbandonare terre ormai improduttive. Numeri già elevati che potrebbero triplicare entro fine secolo se non interveniamo con nuovi modelli produttivi e di tutela per questa preziosa risorsa.

Il suolo, oltre ad essere essenziale per la produzione di cibo, negli ultimi anni si è rivelato anche un alleato fondamentale per mitigare le emissioni di gas serra. La terra, infatti, costituisce il più grande serbatoio naturale di carbonio del pianeta. E se gestito con pratiche sostenibili è in grado di trattenere una grande quantità di carbonio, riducendo così l'emissione di CO₂ nell'atmosfera. Un suolo sano, infatti, immagazzina più carbonio rispetto a quello immagazzinato nell'atmosfera e nella vegetazione combinati e può rimanere sequestrato nel terreno per migliaia di anni.

Esistono strumenti utili ed esempi virtuosi di gestione sostenibile dei suoli che adottano un approccio multidisciplinare per far fronte alla complessità della sfida. Soluzioni positive per la natura, come biofertilizzanti, aumento della materia organica del suolo e diversificazione delle colture. Innovazioni tecnologiche per un uso più preciso dei fertilizzanti e promozione di modelli di economia circolare, l'agroecologia, l'agricoltura biologica, l'agricoltura di conservazione e l'agroselvicoltura che consentono di ottenere risultati efficaci e duraturi nel tempo, sia riducendo il degrado del suolo, sia sviluppandone le funzioni produttive ed ecologiche.

Riscoprire la cultura del suolo

**“Cenerentola” delle emergenze
ambientali, il tema suolo
è invece cruciale per la stessa
sopravvivenza dell’umanità**

**DALLA SALUTE DEI TERRENI, AGRICOLI E NON, DIPENDE
LA POSSIBILITÀ DI FAR FRONTE ALLA CRISI CLIMATICA
E GARANTIRE I SERVIZI ECOSISTEMICI ESSENZIALI**

66 **R**e Soil Foundation” è nata per salvaguardare il suolo, risorsa da cui dipendiamo per l’insediamento di comunità umane, essenziale per garantirne l’alimentazione, uno dei beni più importanti e allo stesso tempo sottovalutati del Pianeta, nostra “casa comune”.

Il peggioramento in atto da decenni della salute del suolo ne impoverisce anzitutto il tenore in nutrienti e Sostanza Organica, diminuisce la sua capacità di ritenzione idrica, incrementa la propensione alla erosione e al dissesto idrogeologico, al contempo riducendone la funzione di “serbatoio di Carbonio”, con rilascio di CO₂ e aumento di emissioni nette di gas serra.

Nel 25% dei terreni europei il tasso di Sostanza Organica, indice di fertilità naturale, è sotto la soglia che consente al sistema suolo/pianta di veder garantite funzioni nutrizionali sia di tipo diretto, con il trasferimento di nutrienti e microelementi alle colture, sia indiretto, migliorando la biodisponibilità dei nutrienti del suolo: preservare e aumentare il tenore di Sostanza Organica dei suoli è essenziale per mitigare perdita di fertilità e biodiversità, contrastando aridificazione, desertificazione e altri gravi effetti attesi della crisi climatica in atto.

Walter Ganapini
Presidente
del Comitato
Tecnico Scientifico
di “Re Soil
Foundation”

Il cambiamento dei comportamenti individuali e collettivi e la diffusione delle buone pratiche devono basarsi su una conoscenza scientifica approfondita

La Fondazione ha come obiettivo di dare impulso a un reale cambiamento nella gestione della risorsa a partire dalla sua tutela da usi impropri che ne depauperano il potenziale in termini di servizi essenziali all'Ecosistema Terra, usi da tempo assoggettati dagli analisti alla "Legge dei rendimenti decrescenti", ad esempio

con abuso di pesticidi e fertilizzanti di sintesi che si riverberano in un calo di qualità dei prodotti.

In ottica olistica, la valorizzazione del suolo si inserisce in percorsi di rigenerazione territoriale e di sviluppo sostenibile, a maggior ragione mentre incombono quattro crisi sistemiche terribili, dalla bellica alla pandemica, dalla finanziaria e industriale alla climatica ormai irreversibile, che fanno temere per la sopravvivenza della nostra specie e rendono più che mai urgente la Transizione disegnata dall'Agenda 2030 delle Nazioni Unite.

Operare per la Transizione implica progettare e dare concretezza a nuovi modelli di produzione e consumo che sottendano nuovi stili di vita ispirati a principi di equità intra- e inter-generazionale, a una solidarietà diacronica che assuma come valore centrale la persona e le relazioni umane.

Progettare il cambiamento di comportamenti individuali e collettivi e la diffusione di coerenti "Buone Pratiche" non può che basarsi su approfondita conoscenza scientifica dei fenomeni inerenti al suolo, derivante da una lettura sistemica dei cicli delle risorse dell'Ecosistema singolarmente presi e poi studiati nelle loro interconnessioni, anzitutto quella "suolo/acqua" come indica la FAO.

Così si promuove una economia utile alla vita, fondata su una innovazione che offra le migliori tecnologie disponibili per una BioBased Economy e una Bioeconomia Circolare che si integri nei territori attingendone materie prime rinnovabili, la cui gestione sia certificabile come la più efficiente, e risolvendo le gravi emergenze riscontrabili a carico del suolo privilegiando l'approccio "Nature Based Solutions".

In questo senso lo sviluppo e la promozione di prodotti decarbonizzati e in grado di tutelare le risorse naturali, grazie a proprietà quali la biodegradabilità e la composta-

bilità, rappresentano elemento centrale e integrante di una strategia mirata a tutelare e rigenerare i suoli, preservandoli dall'inquinamento e dall'accumulo di microplastiche, arricchendoli con l'utilizzo di compost di qualità e sfruttando anche il loro ruolo nello stoccaggio di Carbonio, in un'ottica di lotta ai cambiamenti climatici.

Obiettivo della Fondazione e del suo Comitato Tecnico Scientifico è che la conoscenza scientifica in evoluzione sia validata e condivisa dai principali attori accademici e dalle Società che aggregano i diversi approcci disciplinari, affinché la si possa poi tradurre, come statuito dalla tradizione ormai trentennale della European Environment Agency, in flusso di "best needed information" verso i decisori istituzionali e politici, dal livello locale all'internazionale, e gli stakeholders economici, finanziari, sociali, nel rispetto dell'approccio partecipativo.

La carente attenzione posta da tali interlocutori alla conoscenza e alla corretta gestione del suolo, carenza da cui consegue purtroppo la nota debolezza delle strutture della Pubblica Amministrazione competenti in materia a livello nazionale, è purtroppo tra le prime cause del crescente degrado sia quantitativo che qualitativo della risorsa.

Nasce da qui in Re Soil Foundation l'idea di elaborare un "Rapporto sulla salute del suolo" da presentare a decisori e stakeholders, per favorire una nuova, necessaria, cultura di governo della risorsa e utile anche per comunicare priorità e criticità del suolo, della sua salute, del suo governo fino ai mondi della formazione, ad ogni livello, e dell'informazione generalista.

Questo Rapporto 2023, già nella struttura proposta, rimarca l'importanza di affiancare alle analisi più approfondite e autorevoli possibili, una serie di proposte concrete elaborate da chi quotidianamente lavora con (e per) il suolo con passione, competenza e dedizione. La prima parte contiene quindi sei approfondimenti dedicati ai principali temi che coinvolgono i suoli italiani: salute del suolo, fotografia della Sostanza Organica, dissesto idropedologico, degrado e desertificazione, sigillazione, contaminazione. A elabo-

La carente attenzione degli interlocutori politici, economici, sociali e finanziari alla corretta gestione del suolo è tra le prime cause del suo crescente degrado

Saper “fare sistema” tra gli esperti è un requisito essenziale per porre sotto i riflettori dell’agenda politica e mediatica problemi e costi connessi con l’emergenza suolo

rarli importanti gruppi di ricerca nazionali e comunitari e dal dipartimento competente del Ministero dell’Ambiente. La seconda parte contiene invece i punti di vista e le proposte avanzate da Società Italiana Chimica Agraria, Società Italiana di Pedologia, Società Italiana Scienze del Suolo, Accademia Nazionale

di Agricoltura, Scuola Agraria del Parco di Monza.

La rapida, positiva e appassionata risposta ricevuta da parte di tutti gli autori quando, nei mesi scorsi, abbiamo loro proposto di contribuire a questo rapporto evidenzia la consapevolezza diffusa tra gli addetti ai lavori di quanto sia importante “fare sistema” per portare finalmente sotto i riflettori dell’agenda politica e mediatica i problemi del suolo e i drammatici costi – in termini economici, ecologici, sociali – che essi comportano. Credo che ciò rappresenti un valore aggiunto da coltivare e consolidare. A tutti loro va quindi la mia più profonda gratitudine, a nome dell’intero Comitato Tecnico Scientifico di Re Soil Foundation.

Parimenti, pieno apprezzamento va alla struttura della Fondazione, nelle persone di Margherita Caggiano ed Emanuele Isonio, perché senza il loro impegno, motivato ed efficiente, questo Rapporto non avrebbe preso corpo.

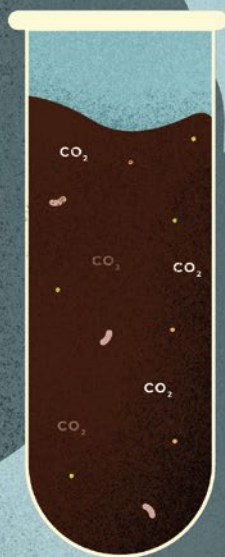




Sezione I

Le analisi

1. **La salute del suolo** p. 12
2. **Fotografia della sostanza organica** p. 26
3. **Il dissesto idropedologico** p. 46
4. **Degrado e desertificazione** p. 64
5. **Impermeabilizzazione e copertura artificiale** p. 90
6. **Contaminazione, inquinamento, bonifiche** p. 112



La salute del suolo

Luca Montanarella^a

^a Commissione Europea,
Joint Research Center

Il concetto di salute del suolo (“Soil Health”) è originariamente emerso negli USA come ulteriore evoluzione del concetto di qualità del suolo (“Soil Quality”). La definizione di suoli in buono stato o in cattivo stato qualitativo prese piede negli anni '90 negli Stati Uniti soprattutto in relazione alla qualità agronomica di un suolo: un suolo di buona qualità è un suolo che produce di più, in termini di produzione agricola, che un suolo di scarsa qualità. Si trattava dunque di un concetto legato strettamente a una singola funzione dei suoli: substrato per la produzione di alimenti, foraggi, fibre, biomassa.

Con l'emergere del concetto di servizi ecosistemici e della funzione centrale che i suoli svolgono negli ecosistemi terrestri, si è lentamente andato affermando il riconoscimento della multi-funzionalità dei suoli. Non sono solo il substrato per le attività agricole, ma forniscono anche una serie di altri servizi ecosistemici altrettanto fondamentali per tutti noi: filtrano le acque e dunque regolano il ciclo idrogeologico fornendoci acqua potabile, accumulano carbonio e dunque hanno un ruolo centrale nella regolazione dei gas a effetto serra in atmosfera, sono un vasto bacino di biodiversità, con spesso più biodiversità nel suolo che in superficie. Riconoscere che i suoli svolgono molte funzioni eco-sistemiche richiede di aggiornare il concetto obsoleto di qualità del suolo con il concetto più ampio di salute del suolo: un suolo sano è un suolo in grado di fornire il più ampio numero di servizi ecosistemici. Dunque un suolo sano è un suolo multifunzionale.

Determinare la salute di un suolo richiede la raccolta di dati misurati da campioni prelevati a varie profondità in maniera standardizzata e riproducibile nel tempo. Vi sono tutta una serie di parametri fisici, chimici e biologici che determinano la salute in un determinato suolo. La grande difficoltà nel definire dei chiari limiti oltre i quali un suolo non è più da considerare sano risiede nel fatto che a differenza dell'aria e dell'acqua, i suoli sono molto diversi anche a distanza di pochi metri. Dunque definire con dei chiari parametri di valore universale che cosa sia un suolo sano risulta quasi impossibile, in quanto la salute di un suolo è legata strettamente alla sua collocazione geografica e alla sua naturale pedogenesi.

IL 47% DEI SUOLI ITALIANI CODE DI CATTIVA SALUTE. LE CAUSE PRINCIPALI: EROSIONE, PERDITA DI SOSTANZA ORGANICA, DESERTIFICAZIONE, SIGILLAZIONE, CONTAMINAZIONE DA METALLI PESANTI, SALINIZZAZIONE

I dati per determinare su scala nazionale la salute del suolo sono scarsi in gran parte dei Paesi membri dell'Unione europea

In Europa abbiamo più di 300 diversi tipi di suoli, con proprietà chimico-fisiche molto diverse. Un Podzol acidico della Scandinavia avrà proprietà completamente diverse di un Cambisol basico dell'area Mediterranea. Dunque è necessario adattare la

definizione di un suolo sano al contesto ambientale in cui si trova. Da qui scaturisce la forte dimensione locale di tutte le attività volte a proteggere e rigenerare la salute dei suoli. Si possono fissare criteri generali ma sarà poi a livello locale che verrà determinato lo stato di salute di un suolo.

Vi sono naturalmente alcuni parametri generali che permettono di determinare immediatamente se un suolo è sano o no: tipicamente un suolo contaminato da sostanze chimiche non può essere considerato sano. Un suolo contaminato non è in buona salute e va rigenerato per quanto possibile. Altrettanto vale per la impermeabilizzazione dei suoli da parte di opere di urbanizzazione e infrastrutture. Un suolo coperto dal cemento non può essere considerato sano in quanto ha perso gran parte delle sue funzioni eco-sistemiche.

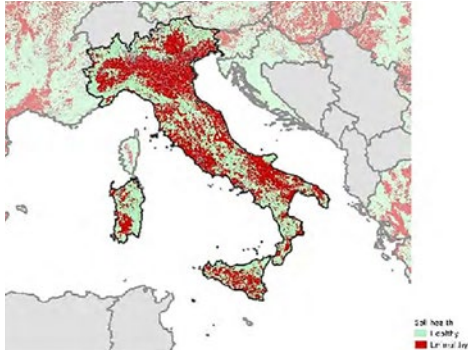
Attualmente i dati disponibili per determinare su scala nazionale la salute del suolo sono scarsi in gran parte dei Paesi membri dell'Unione Europea. L'Osservatorio Europeo per il Suolo è stato creato nel 2021 per sopperire a questa carenza e ha il mandato di raccogliere i dati disponibili e pubblicare regolarmente lo stato dei suoli in Europa.

LO STATO DELLA SALUTE DEI SUOLI IN ITALIA

Qui di seguito alcune valutazioni sullo stato di salute dei suoli italiani sulla base dei dati disponibili nell'Osservatorio Europeo per il Suolo¹. Sono dati parziali e si riferiscono solo ad alcuni dei fenomeni che influiscono sulla salute del suolo in Italia. Dati di maggiore dettaglio e esaustivi per tutti i fenomeni presenti sono disponibili a livello nazionale e verranno discussi nei capitoli successivi.

¹ La documentazione completa è disponibile all'indirizzo web <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/euso/euso-dashboard-sources>

LO STATO DEI SUOLI IN ITALIA



Il **47%** dei suoli italiani è malato

Principali fattori di degrado dei suoli italiani

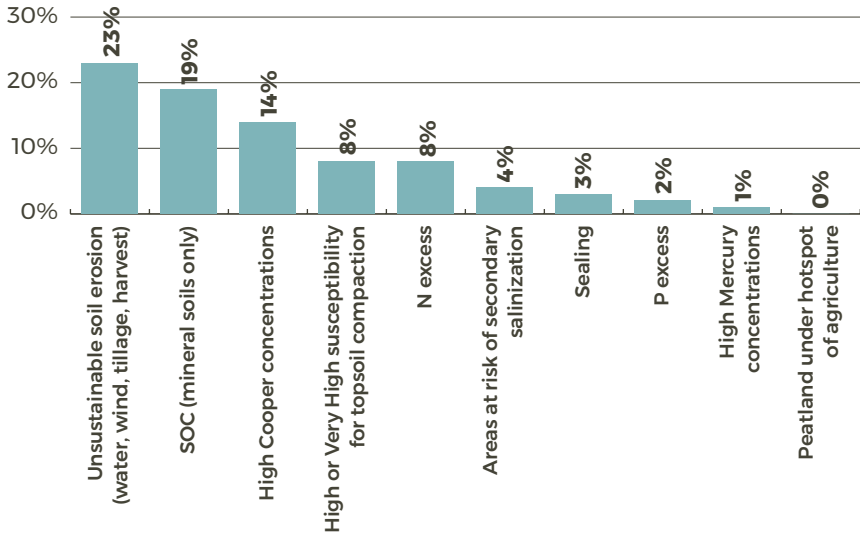


FIGURA 1

Il 47% dei suoli italiani è in uno stato di cattiva salute in base ai dati disponibili presso l'Osservatorio Europeo per il Suolo. Le principali cause di questo cattivo stato di salute sono l'erosione (23%) e la mancanza di carbonio organico (19%) seguite da tutte le altre. Le aree evidenziate in rosso delimitano i suoli in scarso stato di salute per una o più delle cause elencate. Va ricordato che questa valutazione preliminare si basa sui dati utilizzati su scala europea, che comprendono erosione, carbonio organico, contaminazione da rame, suscettibilità alla compattazione, contenuto in azoto, salinizzazione secondaria, consumo di suolo per impermeabilizzazione, contenuto in fosforo, contaminazione da mercurio e aree di torbiere soggette ad utilizzazione agricola.

Seguono valutazioni di dettaglio per alcuni dei principali parametri analizzati:

Erosione

L'erosione dei suoli in Italia è un fenomeno antico, risalente ai primi massicci disboscamenti già in epoca romana. Soprattutto nelle aree collinari dell'Italia centro-meridionale il fenomeno è molto marcato laddove intense pratiche agronomiche espongono il suolo a fenomeni erosivi sempre più frequenti, anche a causa dell'aumento dei fenomeni di precipitazione estremi. L'80% delle aree coltivate è esposto a fenomeni erosivi in Italia, corrispondente al 23% del territorio nazionale [FIG. 2].

Limitare questi fenomeni dovrebbe essere una priorità nazionale, vista la quantità di suolo perso annualmente a causa di questo processo. Pratiche agricole più sostenibili, che assicurino una costante copertura vegetale del suolo, possono limitare i fenomeni erosivi e andrebbero sostenute e applicate in maniera sistematica su tutte le aree a rischio.

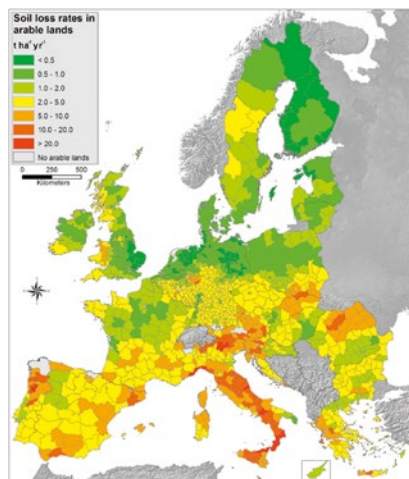


FIGURA 2 PERDITA DI SUOLO NEI TERRENI AGRICOLI

L'80% dei terreni agricoli è sottoposto a fenomeni erosivi, pari al 23% del territorio nazionale

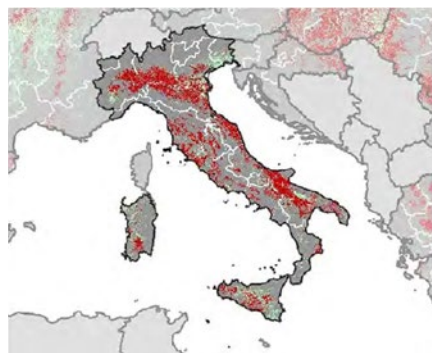
FONTE: The new assessment of soil loss by water erosion in Europe, Panos Panagos, Pasquale Borrelli, Jean Poesen, Cristiano Ballabio, Emanuele Lugato, Katrin Meusburger, Luca Montanarella, Christine Alewell

Perdita di carbonio organico

La perdita di sostanza organica dai suoli Italiani è un fenomeno antico, iniziato con l'introduzione dell'agricoltura in vaste aree del territorio Italiano già ai tempi dell'impero romano. La lavorazione di un suolo implica inevitabilmente l'ossidazione parziale del carbonio organico presente

e dunque l'emissione in atmosfera di anidride carbonica. Questo processo è particolarmente marcato in aree con clima mediterraneo, come l'Italia centro-meridionale [FIG. 3]. Il 68% delle aree agricole e a prati permanenti ha perso più del 60% del carbonio organico originariamente presente in condizioni naturali. Sono aree in cui pratiche agricole rigenerative, che implicano una riduzione delle lavorazioni profonde e l'apporto di sostanza organica esogena (letame, stallatico, etc.) possono avere un impatto importante nel riportare i livelli di sostanza organica in condizioni sostenibili contribuendo così anche alla mitigazione delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera.

FIGURA 3 PERDITA DI SOSTANZA ORGANICA



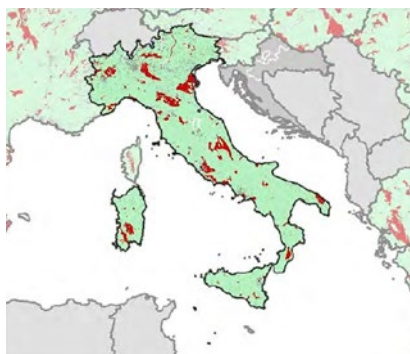
Il 68% delle superfici agricole a pascolo permanente ha perso più del 60% del carbonio organico originariamente presente.

L'area corrisponde al 19% del territorio nazionale

Suscettibilità alla compattazione

Il suolo è soggetto a compattazione se sottoposto a forti pressioni verticali, come ad esempio il passaggio di macchinari agricoli pesanti, specialmente se il suolo si trova in condizioni di umidità non ottimali. Si tratta di un problema particolarmente sentito in zone dove viene praticata un'agricoltura intensiva con macchinari molto pesanti, tipicamente colture quale la barbabietola da zucchero, il mais, il riso e varie altre. Il problema può sorgere anche in aree forestali, specialmente in zone con forte meccanizzazione delle pratiche forestali. Il territorio italiano, secondo i dati disponibili presso l'Osservatorio Europeo del Suolo, è soggetto nell'8% del territorio nazionale a un alto rischio di compattazione dei suoli [FIG. 4]. Si tratta di una stima approssimativa, visto la carenza di dati specifici a riguardo su scala nazionale.

FIGURA 4 COMPATTAZIONE



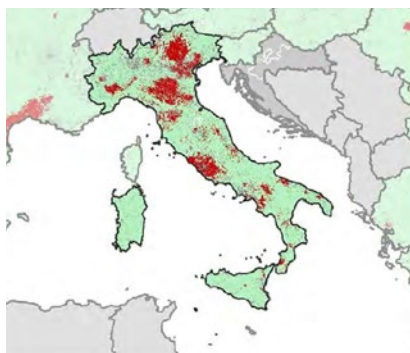
8% del territorio nazionale

Aree soggette ad alto o molto alto rischio di compattazione.

Contaminazione da rame

Per alcuni contaminanti il sistema di monitoraggio europeo dei suoli LUCAS dispone di dati raccolti nel 2009. Il rame è uno di questi e risulta essere un contaminante di notevole interesse, visto la contaminazione diffusa dei suoli con questo metallo, specialmente nelle aree storicamente dedicate alla viticoltura. Una delle pratiche più antiche per la lotta alla peronospora della vite è il trattamento con composti rameici effettuato nel periodo di massima incidenza di questo parassita fungino. Di conseguenza nelle zone viticole si può registrare un notevole accumulo di questo metallo nel suolo. Si stima che circa il 14% del territorio nazionale sia affetto da livelli di rame nel suolo sopra la soglia di allerta di 50 mg kg⁻¹ [FIG. 5].

FIGURA 5 CONTAMINAZIONE DA ALTE CONCENTRAZIONI DI RAME



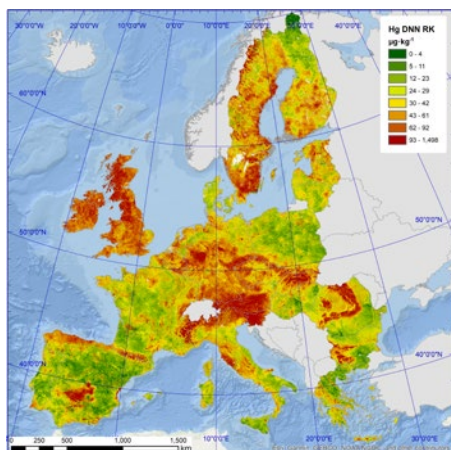
14% del territorio nazionale

Estensione delle aree con livelli di rame nel suolo > 50 mg kg⁻¹.

Contaminazione da mercurio

Un altro importante contaminante dei suoli rilevato con il campionamento LUCAS del 2009 è il mercurio. Livelli fuori dalla norma di questo metallo si riscontrano soprattutto in aree minerarie e industriali. In Italia vi sono siti minerari di estrazione del mercurio molto antichi (Monte Amiata) dove ovviamente vi è stato un accumulo nei suoli circostanti nel corso della storia estrattiva del sito. I dati LUCAS ci indicano che circa l'1% del territorio nazionale è affetto da livelli di mercurio nel suolo superiori alla soglia di $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ [FIG. 6].

FIGURA 6 CONTAMINAZIONE DA ALTE CONCENTRAZIONI DI MERCURIO



1% del territorio nazionale

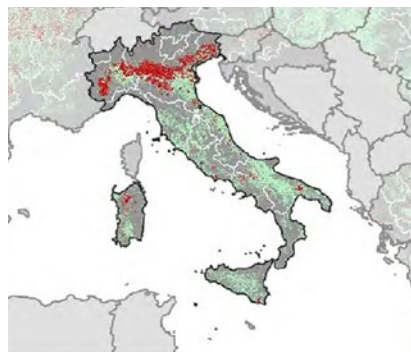
Aree con livelli di mercurio nel suolo superiori a $200 \mu\text{g kg}^{-1}$.

Contenuto in azoto e fosforo

Livelli elevati di azoto nel suolo sono comunemente associati a aree soggette ad agricoltura molto intensiva con frequenti spandimenti di liquami e residui zootecnici ad alto contenuto di azoto. Tipicamente l'intera area della Pianura Padana è a forte rischio di questo fenomeno. Essendo l'azoto altamente mobile nel suolo (viene scarsamente trattenuto dalla frazione organica e dalla frazione argillosa), le aree ad alto contenuto in azoto possono avere facilmente il dilavamento dell'azoto nelle acque di falda, con serie conseguenze anche per gli ecosistemi acquatici e la salute umana. In Italia circa il 23% della superficie agricola è soggetta a un eccessivo accumulo

di azoto nei suoli, il che corrisponde a circa l'8% del territorio nazionale [FIG. 7].

FIGURA 7 AZOTO IN ECCESSO



Il 23% dei terreni agricoli è interessato dal fenomeno, pari all'8% del territorio nazionale

Aree con livelli superiori a 50 kg ha⁻¹ di azoto nei suoli.

Il fosforo, a differenza dell'azoto, è scarsamente mobile nel suolo in quanto si lega alle argille e viene di conseguenza trattenuto. Ovviamente, superata la capacità di ritenzione del sistema argilloso, il fosforo può altrettanto essere dilavato e raggiungere l'acqua di falda, con gravi conseguenze per gli ecosistemi acquatici. In aree con un basso contenuto in argille del suolo il rischio è particolarmente elevato. In Italia il 3% delle aree agricole ha livelli di fosforo superiori a 50 mg kg⁻¹, il che corrisponde a 2% del territorio nazionale [FIG. 8].

FIGURA 8 FOSFORO IN ECCESSO



Il 3% dei terreni agricoli è interessato dal fenomeno, pari al 2% del territorio nazionale

Aree con livelli di fosforo nel suolo superiori a 50 mg kg⁻¹.

Rischi di salinizzazione secondaria

Per ultimo un problema particolarmente sentito nell'area mediterranea, il rischio di salinizzazione secondaria. Il problema si può presentare nelle aree costiere a causa dell'intrusione del cuneo salino proveniente dal mare, soprattutto in aree con eccessivo uso di acque di irrigazione prelevate dalla falda acquifera. Circa il 7% delle aree agricole in Italia è a rischio. Il che corrisponde a circa il 4% del territorio nazionale.

FIGURA 8 SALINIZZAZIONE SECONDARIA



Il 7% delle aree agricole è a rischio, pari al 4% del territorio nazionale

Aree a rischio di salinizzazione secondaria.

CONCLUSIONI

In questo breve testo, abbiamo illustrato a grandi linee alcuni dei processi di degradazione dei suoli presenti in Italia sulla base dei dati disponibili presso l'Osservatorio Europeo dei Suoli. Sono dati assolutamente parziali che non permettono una valutazione dettagliata di ogni singolo fenomeno su scala nazionale. Risultano essere indispensabili per una valutazione oggettiva dello stato dei suoli su tutto il territorio nazionale dati dettagliati raccolti secondo procedure standardizzate e ripetuti nel tempo. E, al momento, questi dati sono disponibili solo parzialmente disponibili su scala nazionale. La recente proposta di direttiva per il monitoraggio e la resilienza dei suoli nell'Unione Europea² vuole esattamente riem-

² COM_2023_416_final

Il suolo va considerato una risorsa non rinnovabile. Il sistema di monitoraggio europeo è la premessa per un'efficace politica di protezione e rigenerazione

pire il vuoto di dati oggettivi sul suolo presente a livello nazionale in molti Stati membri dell'Unione. La direttiva intende stimolare la creazione di sistemi di monitoraggio dei suoli su scala nazionale in tutti gli Stati membri adottando metodiche comuni e sistemi comparabili e compatibili col sistema comunitario LUCAS. Il risultato

finale sarà la disponibilità di dati aggiornati e dettagliati che permetteranno una valutazione aggiornata e oggettiva dei suoli su scala nazionale, e per aggregazione, su scala europea.

Un sistema di monitoraggio dei suoli europeo è la premessa per un'efficace politica di protezione e rigenerazione di questa importante risorsa naturale. La formazione del suolo richiede tempi lunghissimi. Ecco perché

LA TECNOLOGIA A SOSTEGNO DEL RISPARMIO IDRICO

Alla fine del XX secolo, segnala la FAO, l'agricoltura era responsabile mediamente del 70% dei prelievi di acqua a livello globale. Il trend, prosegue la stessa agenzia Onu per l'alimentazione, non appare rassicurante, tanto che senza correttivi adeguati le estrazioni idriche dovrebbero aumentare del 14% entro il 2030. Facile comprendere quanto possa essere elevato sia il rischio di depauperamento per suoli e falde acquifere, sia lo scoppio di pericolose crisi di produzione alimentare. Stimolare le innovazioni

che possono invertire la tendenza è quindi cruciale. In Italia le iniziative si moltiplicano. Due di queste, in Toscana e in Sicilia, hanno costituito negli ultimi anni altrettanti esempi particolarmente significativi di best practice capaci di fornire interessanti soluzioni. Sfera Agricola, ad esempio, opera nella produzione di ortaggi. Ma lo fa in un modo particolare: i cicli di coltivazione avvengono infatti con mezzi di lotta biologica e con risparmi idrici del 90%. Il sistema ideato dall'azienda abbina due elementi: una serra

altamente tecnologica, collocata a Gavarrano (in provincia di Grosseto) e la tecnica idroponica. Al suo interno, produce pomodori, insalata ed erbe aromatiche tutto l'anno. Il vantaggio è che non contengono metalli pesanti come il nickel e nessun residuo di prodotti chimici perché sono banditi i fitofarmaci. Le piante crescono attingendo con le radici i nutrienti direttamente dall'acqua. In questo modo, spiega Luigi Galimberti, amministratore delegato dell'azienda, «è possibile produrre 365 giorni l'anno,

il suolo si può considerare come una risorsa non rinnovabile. Proteggere e rigenerare i suoli europei è dunque un compito fondamentale per uno sviluppo sostenibile e per lasciare alle generazioni future questa risorsa in un buono stato di salute. Da qui l'ambizione europea di avere tutti i nostri suoli in buono stato di

salute per il 2050. Si tratta di un traguardo per le generazioni future ma che richiede di agire ora da parte di tutti noi. Attualmente più del 60% dei suoli continentali è in cattivo stato di salute e va rigenerato. Le iniziative volte a raggiungere l'ambizioso traguardo di zero suoli degradati richiedono un'azione capillare su scala locale. I suoli europei sono altamente diversi e dunque le strategie di rigenerazione e recupero vanno adattate alle realtà

Attualmente più del 60% dei suoli europei è degradato e va rigenerato. Per riuscirci servono azioni capillari su scala locale e strategie adattate alle diverse realtà territoriali

BUONE PRATICHE

15 volte di più del campo aperto ma consumando pochissima acqua grazie al ciclo chiuso». Oltre il 90% delle poche risorse idriche utilizzate, inoltre, viene recuperato da acqua piovana e non attinto alla falda. Opera invece a Capo d'Orlando, sulla costa settentrionale della Sicilia, Irritec, un'azienda capace di proporre una soluzione davvero particolare: un'ala gocciolante leggera da lei stessa brevettata. La sua peculiarità: quella di avere la superficie filtrante più estesa

al mondo. Il progetto nasce appositamente per consentire l'irrigazione con acqua meno filtrata. Due barriere filtranti continue, ai lati del labirinto, permettono al flusso di attraversare i due canali di alimentazione laterali continui che si distribuiscono con uniformità costante. Il suo filtro, poi, è da 20 a 50 volte più lungo dei gocciolatori tradizionali. In questo modo il rischio di occlusione è ridotto proporzionalmente. Inoltre, la sua resistenza

all'occlusione la rende riutilizzabile anche per più stagioni. Un vantaggio sia economico sia ambientale per chi lo utilizza: i costi diminuiscono e la quantità di plastica stesa sul campo si riduce del 28%. Per incentivare la corretta gestione della plastica dopo l'utilizzo, in ogni caso, Irritec ha lanciato un programma, denominato Green Fields, con il quale assiste gli agricoltori impegnati a smaltire i componenti dell'impianto a fine ciclo.

BUONE PRATICHE



LIGHTHOUSE FARMS, LE AZIENDE FARO CHE GUIDANO IL CAMBIAMENTO

Promosso dalla Wageningen University, il Global Network of Lighthouse Farms raccoglie quelle aziende capaci di ispirare strategie nuove per generare impatti positivi dal punto di vista biofisico e socio-economico. Gli esempi sono molteplici, anche in Italia. Fondata nel 2018 a Gaiole, nel Chianti, l'azienda agricola La Scoscesa nasce dalla volontà di recupero di un terreno marginale terrazzato abbandonato da trent'anni. Il recupero del suolo coltivato – iniziato con l'analisi dello stesso per comprendere quali sostanze fossero già ampiamente presenti e quali mancassero – è stato alla base dello sviluppo di un'agricoltura fortemente diversificata. Oltre che per l'innesto nel terreno di prodotti naturali come letame, foglie di olivo – un prodotto di scarto recuperato secondo una logica circolare – e biochar, a La Scoscesa, infatti, si segue una tecnica particolare nota come KNF o *Korean natural farming*, che prevede la coltivazione e la riproduzione di microorganismi indigeni che vengono successivamente introdotti nel suolo a beneficio di quest'ultimo. Oggi l'azienda gestisce una pluralità di coltivazioni classiche o selvatiche per un totale di oltre cento varietà, incluse alcune particolarmente ricercate. Ad acquistarle sono i consumatori di prossimità come le famiglie e i ristoranti. Non meno rilevante è l'esempio da La Terzeria, un'azienda agricola della Piana di Sibari, in Calabria. L'impresa nasce nel 1935

su iniziativa di un ente assistenziale, la Fondazione Rovitti – Casa della Divina Provvidenza. Passata sotto il controllo della Diocesi attraverso un lascito testamentario, nel 2001 l'azienda inizia il suo percorso di trasformazione in Srl con l'obiettivo di gestire le sue operazioni e finanziare opere di valore sociale: una casa per anziani, una casa di accoglienza per donne e bambini vittime di maltrattamenti oltre a un centro per disabili. L'operazione, che si completa due anni dopo, segna l'avvio della diversificazione delle colture. Accanto ai 200 ettari storicamente vocati al riso ecco sorgere dunque i circa 250 ettari di frutteti, ortaggi e seminativi. Per realizzare questo obiettivo, però, l'azienda ha dovuto sviluppare strategie di gestione idrica e del suolo capaci di contrastare due problemi fondamentali: la forte salinità del terreno e la carenza di materia organica. Da qui lo sviluppo di un sistema di subirrigazione a goccia capace di garantire una distribuzione capillare di acqua e fertilizzanti alle radici. In questo modo è possibile raggiungere gli obiettivi di resa risparmiando acqua e input di ogni genere nel confronto con l'irrigazione tradizionale. A questo, inoltre, si aggiunge l'incremento del tasso di sostanza organica e la sua tutela nel terreno. La strategia, concepita in senso circolare, si fonda sull'utilizzo di compost certificato che proviene da matrici organiche della raccolta differenziata ed è prodotto a breve distanza.

territoriali. Da qui la necessità di creare entità locali che definiranno i parametri e le procedure per raggiungere zero suoli degradati in un determinato contesto ambientale e socio economico. La proposta di creare distretti di salute del suolo (*Soil Health Districts*) va esattamente in questa direzione. A livello di distretto, si stabiliranno i criteri per definire sano un suolo in determinate condizioni pedo-climatiche e le procedure da mettere in atto per raggiungerle entro il 2050.



Fotografia della sostanza organica

Claudio Ciavatta e Claudio Marzadori^a

^a Dipartimento di Scienze e Tecnologie
Agro-Alimentari - *Alma Mater Studiorum*
Università di Bologna



Il suolo è un sistema complesso, fatto di componenti solidi, liquidi e gassosi che interagiscono creando l'ambiente di crescita dei vegetali, l'habitat per microrganismi, microfauna e mesofauna, e svolge numerose funzioni ecosistemiche che vanno dalla filtrazione di acque, all'immagazzinamento del carbonio, al mantenimento della fertilità e della biodiversità»: sono le parole che aprono il capitolo sulla “Genesi ed evoluzione del suolo” di *Fondamenti di Chimica del Suolo*¹.

La sostanza organica del suolo è la più importante riserva di carbonio organico del Pianeta, maggiore di quello immagazzinato nella biosfera e nell'atmosfera². La sostanza organica ha un ruolo chiave nell'ecosistema terrestre, accumulandosi prevalentemente negli orizzonti più superficiali dei suoli, anche in quelli coltivati, favorisce la presenza di organismi viventi e la biodiversità. Il contenuto di sostanza organica, però, varia da suolo a suolo: nei terreni minerali coltivati sabbiosi e aridi è presente con meno dell'1,5% in peso per salire all'1,5-5% nei suoli coltivati franco-argillosi. Tale differenza è funzione del tipo di roccia madre, della copertura vegetale, del clima, del tempo e degli interventi dell'uomo. In ogni caso deve essere chiaro un concetto: senza sostanza organica non si può parlare di suolo e maggiore è il suo contenuto, maggiore sarà la fertilità. Inoltre, deve essere tenuto presente che la FAO ritiene che il processo di desertificazione interessi tutti quei suoli con un contenuto in carbonio organico inferiore all'1%, corrispondente a circa l'1,7% di sostanza organica², utilizzando il fattore di conversione universalmente accettato di van Bemmelen che stima mediamente il 58% della sostanza organica essere costituito da carbonio organico ($C \times 1,724 = \text{sostanza organica}$)³.

¹ Bonifacio E., Corti G., Adamo P. (2017). “Genesi ed evoluzione del suolo”. In: *Fondamenti di Chimica del Suolo* (Sequi P., Ciavatta C., Miano T., Coord). Pàtron Editore, Bologna. Pp. 27-60.

² Celi L., Miano T., Senesi N. (2017). “Sostanza organica del suolo”. In: *Fondamenti di Chimica del Suolo* (Sequi P., Ciavatta C., Miano T., Coord). Pàtron Editore, Bologna. Pp. 83-102.

³ Heaton L., Fullen M.A., Bhattacharyya R. (2016). *Critical analysis of the van Bemmelen conversion factor used to convert soil organic matter data to soil organic carbon data: comparative analyses in a UK loamy sand soil*. Corpus ID: 133552697, DOI: <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.5244>

LA SOSTANZA ORGANICA NEI SUOLI ITALIANI È UNA RISORSA CHIAVE PER IL SISTEMA SUOLO-PIANTA. MA LA MAGGIOR PARTE HA UN TASSO BASSO O MOLTO BASSO DI CARBONIO ORGANICO

Il carbonio organico ha un ruolo vitale per il funzionamento dell'ecosistema suolo e per la sua fertilità. Una sua diminuzione ha quindi gravi conseguenze sulla funzionalità ecosistemica

La sostanza organica del suolo è costituita da un insieme molto complesso ed eterogeneo di composti organici che si differenziano per le proprietà fisiche, chimiche e funzionali, di natura vegetale, animale e da microrganismi^{2,4}. La decomposizione è operata fundamentalmente dai microrganismi (funghi e soprattutto

batteri) e ha effetti diretti e indiretti sulla fertilità del suolo, sulla capacità di stoccare anidride carbonica (CO₂), con effetti positivi sul contrasto al cambiamento climatico, la capacità di interagire e influenzare il destino delle molecole xenobiotiche e la biodiversità^{2,4,5,6,7}.

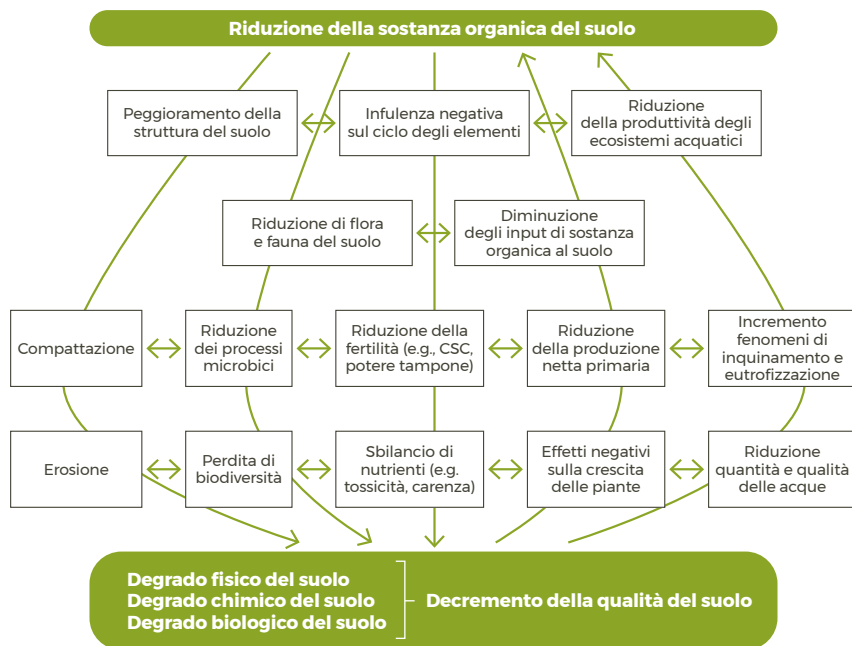
I residui vegetali, animali e microbici subiscono processi di decomposizione attraverso diverse fasi in cui numerosi organismi coinvolti svolgono un ruolo determinante. La velocità d'attacco inizia dalle componenti organiche facilmente decomponibili che vengono completamente mineralizzate, con rilascio di CO₂ ed elementi nutritivi^{2,6}. La quantità di carbonio utilizzato dipende dalla composizione del residuo vegetale, dalla natura della biomassa microbica e da numerosi parametri ambientali, quali la disponibilità di ossigeno molecolare (O₂), l'umidità, la temperatura e il pH. Durante queste fasi si ha una perdita continua di CO₂ e un riciclo degli elementi nutritivi azoto, fosforo, potassio, zolfo, calcio, magnesio e micronutrienti, ma anche stabilizzazione e umificazione

⁴ Zaccone C., Sequi P. (2017). "Suolo e ambiente". In: *Fondamenti di Chimica del Suolo* (Sequi P., Ciavatta C., Miano T., Coord). Pàtron Editore, Bologna. Pp. 15-25.

⁵ Ciavatta C., Beone G.M., Gessa C.E. (2017). "Elementi chimici del suolo". In: *Fondamenti di Chimica del Suolo* (Sequi P., Ciavatta C., Miano T., Coord). Pàtron Editore, Bologna. Pp. 191-220.

⁶ Nannipieri P., Grego S., Varanini Z. (2017). "Diversità biologica del suolo". In: *Fondamenti di Chimica del Suolo* (Sequi P., Ciavatta C., Miano T., Coord). Pàtron Editore, Bologna. Pp. 111-124.

⁷ Pinton R., Sacchi G.A., Mimmo T. (2017). "Suolo rizosferico". In: *Fondamenti di Chimica del Suolo* (Sequi P., Ciavatta C., Miano T., Coord). Pàtron Editore, Bologna. Pp. 125-159.



ne^{2,5,8}. Ne consegue che con l'avanzare della decomposizione il rapporto carbonio/azoto diminuisce diventando, quindi, un importante indice del grado di mineralizzazione della sostanza organica^{2,8}.

Pertanto, essendo il ruolo del carbonio organico del suolo vitale per il funzionamento di questo ecosistema e quindi per la sua fertilità, una sua diminuzione avrebbe conseguenze gravi sulla funzionalità ecosistemica [FIG. 1]. Questo è uno dei motivi per cui oggi si parla così diffusamente di tecniche che possano favorire i processi di sequestro di carbonio organico nei suoli (SOC), ovvero forme di carbonio organico particolarmente stabili nei confronti della mineralizzazione.

FIGURA 1

Impatto sul suolo della riduzione del contenuto di sostanza organica*.

* Lal R. (2010). *Depletion and restoration of carbon in the pedosphere. Pedologist*, 19-32.

⁸ Baglieri A., Gigliotti G., Marzadori C. (2017). "Valutazione e gestione della fertilità del suolo". In: *Fondamenti di Chimica del Suolo* (Sequi P., Ciavatta C., Miano T., Coord). Pàtron Editore, Bologna. Pp. 257-290.

SEQUESTRO DEL CARBONIO ORGANICO NEL SUOLO

I processi che portano al sequestro del carbonio organico nel suolo si aprono attraverso il trasferimento di CO₂ atmosferica nella biomassa vegetale e la conseguente conversione della biomassa in SOC stabile attraverso la formazione di complessi organo-minerali⁹. Pertanto, il sequestro del carbonio nel suolo si basa naturalmente sulla fotosintesi operata dalle piante per effettuare la fase iniziale della “rimozione” del carbonio dall’atmosfera. Questi processi sono particolarmente rilevanti in ambiente forestale. Tuttavia, oggi, possiamo puntare ad aumentare la capacità di sequestro di SOC sfruttando anche sistemi agricoli che utilizzino pratiche agronomiche denominate *carbon-farming* capaci di favorire la stabilizzazione del carbonio organico presente nei residui colturali nel suolo sotto forma di sostanza organica. Il principale vantaggio di questo approccio è che si basa sull’osservazione che gli stock di carbonio organico presenti nei suoli attualmente agricoli sono molto più bassi di quanto necessario, non richiede conversioni dell’uso del suolo (ad esempio da agricolo a foreste) né aumenta la competizione per la risorsa suolo tra sistemi forestali e agricoli. Inoltre, l’aumento delle scorte di SOC è molto utile per mantenere e aumentare la salute e la fertilità del suolo, il che fornisce ulteriori incentivi per l’adozione di pratiche di *carbon-farming*¹⁰.

FATTORI CHE INFLUENZANO IL SEQUESTRO DEL CARBONIO ORGANICO NEL SUOLO

Il sequestro del carbonio organico del suolo è governato dall’equilibrio tra la quantità di carbonio aggiunto al suolo

⁹ Lal R., Smith P., Jungkunst H., Mitsch W., Lehmann J., Nair P., McBratney A. et al. (2018). “The carbon sequestration potential of terrestrial ecosystems”. *Journal of Soil and Water Conservation*, 73(6): 145A-152A.

¹⁰ Paustian K., Collier S., Baldock J., Burgess R., Creque J., De-Longe M., Dungait J. et al. (2019). *Quantifying carbon for agricultural soil management: from the current status toward a global soil information system*. *Carbon Management*, 10(6): 567-587.

dai residui vegetali (comprese le radici) e dai fertilizzanti organici (ad esempio, letame, compost) e la quantità di carbonio perso dal suolo, principalmente come CO₂ dai processi di decomposizione e mineralizzazione (respirazione eterotrofica del suolo). Altre forme di carbonio organico possono essere perse come metano (CH₄)

da reazioni anaerobiche (ad esempio in condizione idromorfe a seguito di allagamento del suolo) e in misura minore attraverso la lisciviazione di carbonio organico disciolto. L'erosione del suolo può influenzare notevolmente gli stock di carbonio in un determinato luogo¹¹. I tassi di decomposizione sono controllati da una serie di fattori, tra i quali, la temperatura e l'umidità del suolo, il drenaggio (che influisce sullo stato di ossigenazione e di potenziale redox del suolo) e il pH¹¹. Le caratteristiche fisiche del suolo come la tessitura e la mineralogia delle argille influenzano anche la longevità e la persistenza, cioè il tempo medio di residenza del carbonio organico nel suolo, influenzando i processi di stabilizzazione della sostanza organica attraverso la formazione di complessi "fase minerale-sostanza organica", in particolare con le sostanze umiche^{10,11}.

Negli ecosistemi non antropizzati, la quantità di carbonio organico è influenzata dal tipo (ad esempio, pianta annuale vs. perenne, essenza vegetale legnosa vs. erbacea) e dalla produttività della biomassa vegetale, a sua volta in gran parte governata dal clima (principalmente temperatura e precipitazioni), dalla disponibilità di nutrienti e da altri fattori determinanti la crescita. Negli ecosistemi gestiti (antropizzati) come i terreni coltivati e i prati-pascoli, sia il tasso di input che di perdita di carbonio organico del suolo attraverso la mineralizzazione sono influenzati dalle pratiche di gestione del suolo stesso e dalle colture praticate. Non esiste una pratica di gestione universale per aumentare il sequestro di carbonio organico del suolo¹⁰, ma in generale, gli stock di carbonio organico

Oggi possiamo aumentare la capacità di sequestro del carbonio organico attraverso pratiche agronomiche denominate carbon farming che aumentano la salute e la fertilità del suolo

¹¹ Schmidt M., Torn M., Abiven S., Dittmar T., Guggenberger G., Janssens I., Kleber M. et al. (2011). "Persistence of soil organic matter as an ecosystem property". *Nature*, 478(7367): 49-56.

La concentrazione di CO₂ in atmosfera era di 280 ppmv a fine 1800. È salita a 330 ppmv a fine anni '80 e di circa 420 ppmv ad agosto 2023. E il trend è ancora in crescita

possono essere migliorati da: a) pratiche che favoriscano l'apporto di carbonio organico al suolo b) riducendo il tasso relativo di perdita (come CO₂) attraverso la mineralizzazione, che riduce le emissioni nell'atmosfera che altrimenti si verificherebbero¹¹. Si tenga presente che la concentrazione di CO₂ in atmosfera era di 280 ppmv (parti per milione di volume) a

fine 1800 (agli inizi dell'era industriale) di 330 ppmv fine anni '80 e di circa 420 ppmv nell'agosto del 2023¹², con un trend sempre crescente. Le principali cause di tale incremento sono da ricercarsi al cambiamento di destinazione d'uso dei suoli che comporterebbe un aumento di emissioni annue stimate in 1,6 miliardi di tonnellate² e all'utilizzo di combustibili fossili per 5,5 miliardi di tonnellate².

Sono tre i principali aspetti chiave che devono essere considerati in un ipotetico modello di bilancio tra guadagni o perdite di carbonio organico dal suolo¹¹. Il primo è che con l'aumento di input di carbonio o con la diminuzione dei tassi di mineralizzazione, le riserve di carbonio organico del suolo tendono verso un nuovo stato di equilibrio. Quindi dopo alcuni decenni i guadagni di carbonio si attenuano, diventando sempre più piccoli nel tempo. In secondo luogo, sebbene il carbonio organico sequestrato possa essere altamente stabile, i cambiamenti nella gestione dei suoli che portano a guadagni di carbonio sono potenzialmente reversibili, vale a dire, se la gestione ritorna alla sua condizione precedente, gran parte o tutto il guadagno può essere perso. Pertanto, le pratiche che hanno portato all'aumento del carbonio del suolo devono essere mantenute a lungo termine. In terzo luogo, i terreni minerali (terreni non torbosi) hanno un limite superiore o "livello di saturazione" del carbonio organico del suolo¹³. Mentre questa concentrazione massima di carbonio nel suolo è ben al di sopra della concentrazione di carbonio osservata della maggior parte dei suoli coltivati, i suoli mi-

¹² <https://www.co2.earth/>

¹³ Six J., Conant R., Paul E., Paustian K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for c-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241(2): 155-176.

nerali ricchi di carbonio che hanno già livelli di carbonio organico molto elevati (ad esempio, superiori al 5% di carbonio in peso) possono non avere una propensione a ulteriori guadagni di carbonio organico nel tempo.

LA SITUAZIONE A LIVELLO GLOBALE

Nel marzo 2017 si è svolto a Roma presso la FAO, il Simposio Globale sul carbonio organico. Il presidente delle Fiji, Jioji Konousi Konrote, nel suo intervento all'apertura dei lavori, metteva in guardia contro i colossali impatti negativi per l'ambiente e le società umane se i massicci serbatoi di carbonio intrappolato nei suoli del Pianeta (stimati in almeno 1.500 miliardi di tonnellate)² venissero rilasciati. Come noto, c'è più carbonio nel solo primo metro di suolo del pianeta di quanto presente nell'atmosfera (770 miliardi di tonnellate)² e in tutte le piante terrestri messe insieme, foreste incluse (550 miliardi di tonnellate)². «Se non riusciamo a mantenere le nostre terre come serbatoi di carbonio, temo che queste discussioni e i negoziati saranno stati vani» e «non possiamo permetterci di trascurare una risorsa che potrebbe essere una nostra preziosa alleata contro i cambiamenti climatici», ha aggiunto.

L'allora direttore generale della FAO, José Graziano da Silva, nel suo intervento ha sottolineato che al di là del loro ruolo fondamentale come serbatoi di carbonio, i suoli in buona salute sono alla base di molteplici processi ambientali dai quali dipende l'umanità e sono il fondamento della sicurezza alimentare globale: «I terreni ad alto contenuto di carbonio organico sono più fertili e produttivi, meglio in grado di purificare l'acqua, e contribuire ad aumentare la capacità di resistenza dei mezzi di sussistenza agli impatti del cambiamento climatico», ha osservato da Silva. Ciò significa che il miglioramento della salute dei suoli del pianeta e l'incremento del loro contenuto di carbonio organico è fondamentale per raggiungere molti degli obiettivi di sviluppo 2030 stabiliti nell'agenda delle Nazioni Unite, in particolare il secondo obiettivo di sradicare la fame e la malnutrizione, ha sottolineato da Silva.

C'è più carbonio nel primo metro di suolo del pianeta di quanto è presente nell'atmosfera e in tutte le piante terrestri messe insieme. Foreste incluse

«Questo documento – spiega la pubblicazione FAO del 2022 – presenta i dettagli tecnici della prima mappa globale del potenziale di sequestro del carbonio organico del suolo condotta a livello nazionale (GSOCseq). Questa mappa consente la stima del potenziale di sequestro del carbonio organico nel suolo superficiale (0-30 cm) nelle aree agricole in condizioni normali e in tre scenari di gestione sostenibile del suolo. La *Global Soil Organic Carbon Sequestration Potential Map (GSOCseq)*¹⁴ si distingue come un programma rivoluzionario volto a colmare questo divario aumentando le competenze tecniche sulla modellazione e mappatura del potenziale di sequestro del SOC, facendo affidamento su un processo partecipativo e iterativo unico. La GSOCseq è stata sviluppata sulla base delle proposte di esperti nazionali nominati dai paesi membri FAO. Ciascuno degli esperti nazionali nominati ha generato mappe nazionali seguendo un approccio dal basso verso l'alto che è stato facilitato e coordinato dal Segretariato del Global Soil Partnership (GSP) della FAO».

In questa pubblicazione, purtroppo, manca il contributo dell'Italia, sia in termini di dati che di cartografia derivata.

LA SITUAZIONE A LIVELLO EUROPEO

La tematica del contenuto di carbonio organico nel suolo, ovvero nell'orizzonte/strato più superficiale (30 cm), è oggetto di forte attenzione della Commissione Europea da oltre 20 anni. Risale, infatti, al 2005 la pubblicazione a cura del JRC (Joint Research Center) della Commissione Europea della carta tematica "Topsoil Organic Carbon Content" [FIG. 2]¹⁵.

¹⁴ <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/global-soil-organic-carbon-map-gsocmap/en/>

¹⁵ Jones R.J.A., Hiederer R., Rusco E., Loveland P.J., Montanarella L. (2004). The map of organic carbon in topsoils in Europe, Version 1.2, September 2003: Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.72 (S.P.I.04.72). European Soil Bureau Research Report No.17, EUR 21209 EN, 26pp. and 1 map in ISO B1 format. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

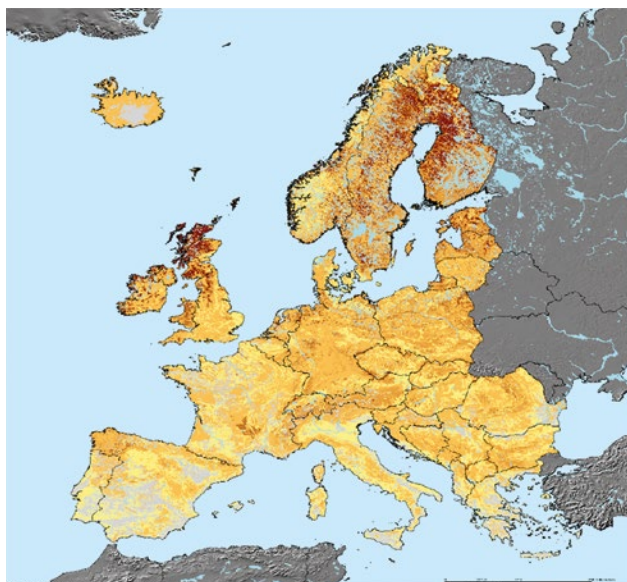
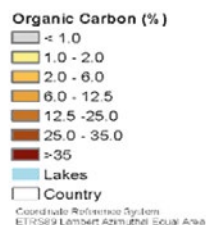


FIGURA 2
Contenuto di carbonio organico nell'orizzonte/strato superficiale (0-30 cm) dei suoli in Europa (Joint Research Center della Commissione Europea, 2005)



La carta, anche se a piccola scala, riporta il contenuto in carbonio organico dei suoli in 7 classi di concentrazione (%): < 1,0; 1,0÷2,0; 2,0÷6,0; 6,0÷12,5; 12,5÷25,0; 25,0÷35,0 e > 35. Dallo sguardo d'insieme, emerge chiaramente come le aree con minore presenza di carbonio organico siano quelle del sud Europa, segnatamente dell'area del bacino del Mediterraneo e l'Italia presenti una situazione di scarsa presenza non solo al sud, ma addirittura in Pianura Padana. Si fa presente che è comunemente accettato all'interno della comunità scientifica internazionale che la soglia di desertificazione dei suoli è collocata all'1% in peso di carbonio organico.

LA SITUAZIONE IN ITALIA

Il 21 febbraio 2018 a Roma, presso il CREA (Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria), è stata presentata ufficialmente la Carta Italiana del Carbonio Organico del Suolo, che costituisce uno dei primi risultati ottenuti dalla Global Soil Partnership (GSP) italiana, ed è pubblicata e scaricabile gratuitamente (sottoforma di geotiff raster con maglia a 1 km) dal sito della

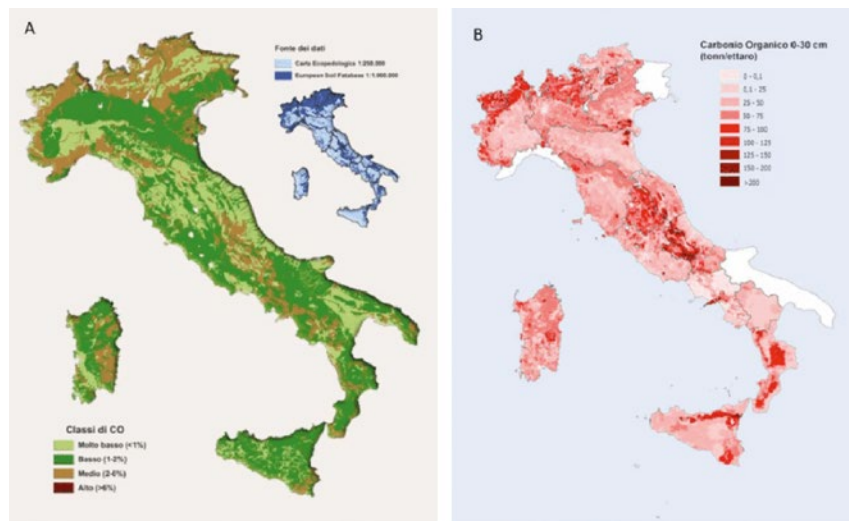


FIGURA 3
Contenuto di carbonio organico (ton/ha - Mg/ha, carta A) e classi di carbonio organico (carta B) nell'orizzonte/strato superficiale (0-30 cm) dei suoli in Italia (CREA-AA, 2018).

FAO¹⁶. Si tratta di una carta delle riserve di C organico (carbon stock) dei suoli italiani nei primi 30 cm di profondità, relativa al periodo 1990-2013, corredata da carte degli indici di incertezza per la stessa maglia a 1 km quali: deviazione standard, errore standard, intervallo di confidenza e coefficiente di variazione [FIG. 3].

La realizzazione della carta è stata coordinata dal CREA-AA (Agricoltura Ambiente) di Firenze nella persona di Edoardo Costantini^{17,18}, con la collaborazione di Maria Fantappiè, per mezzo di 4 Working Groups (WG): WG1 Raccolta dati puntuali e ausiliari e relativi metadati, WG2 Armonizzazione dei metodi analitici del carbonio organi-

¹⁶ <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/global-soil-organic-carbon-map-gsocmap/en/>

¹⁷ Costantini E.A.C., Barbetti R., Fantappiè M., L'Abate G., Lorenzetti R., Magini S. (2013). "Pedodiversity". In Costantini E.A.C. and Dazzi C. (eds.) *The Soils of Italy*, World Book Series, DOI: 10.1007/978-94-007-5642-7_6, ©Springer Science+Business Media Dordrecht, Netherlands.

¹⁸ Costantini E.A.C., Fantappiè M., L'Abate G. (2013). "Climate and Pedoclimate of Italy". In Costantini E.A.C. and Dazzi C. (eds.) *The Soils of Italy*, World Book Series, DOI: 10.1007/978-94-007-5642-7_2, © Springer Science+Business Media Dordrecht, Netherlands.

co del suolo e della densità apparente, WG3 definizione dei metodi per la spazializzazione digitale dei suoli e controllo di qualità e WG4 elaborazione finale della carta. Nonostante i tempi brevissimi in cui è stata realizzata (maggio-ottobre 2017), il risultato finale, ancorché migliorabile, ha dimostrato di avere un'affidabilità migliore di precedenti carte di carbon stock disponibili per l'Italia^{19,20}.

Nello specifico, la carta A [FIG. 3] riporta le riserve di carbonio organico nei primi 30 cm (topsoil) dei suoli italiani in quattro classi: < 1% (molto basso); 1÷2% (basso); 2÷5% (medio) e > 5% (alto) e la carta B [FIG. 3] le riserve di carbonio organico, espresse in t/ha (Mg/ha) in 9 classi: 0÷0,1; 0,1÷25; 25÷50; 50÷75; 75÷100; 100÷125; 125÷150; 150÷200 e > 200.

Dalla visione d'insieme emerge che la maggior parte dei suoli italiani, in particolare quelli coltivati, hanno un contenuto di carbonio organico da molto basso (< 1%) a basso (1÷2%). La carenza interessa territori da nord a sud dell'Italia con particolare riguardo ad aree del Piemonte nella zona del cuneese coltivate a nocciòlo, passando per l'Emilia-Romagna, la Toscana, il Lazio, la Campania, la Basilicata, gran parte dei territori della Sicilia e parte della Sardegna. Insomma, una situazione assolutamente non ottimale sia sotto il profilo agronomico che ambientale. La

¹⁹ Giandon, P., Vinci I. (ARPA, Veneto), Paone R. (ARSSA, Calabria), Calzolari C., Ungaro F. (CNR-Ibimet), D'Acqui L. (CNR-ISE), Gardin L. (Consorzio Lamma, Toscana), Costantini E., Fantappiè M., L'Abate G., Pellegrini S. (CREA-Firenze), Dell'Abate M.T., Napoli R. (CREA - Roma), Barbieri S. (ERSA-FVG), Brenna S. (ERSAF, Lombardia), Petrella F., Martalò P. (IPLA, Piemonte), Munafò M., Fumanti F. (ISPRA), D'Antonio A. (Regione Campania), Tarocco P., Staffilani F. (Regione Emilia-Romagna SGSS), Pini S. (Regione Liguria), Tiberi M. (Regione Marche), Scamarcio L. (Regione Puglia), Guaitoli F. (Regione Sicilia), Zaccone C. (Università di Foggia), Muscolo A. (Università della Calabria) (gli autori sono stati riportati in ordine alfabetico per istituzione e autore).

²⁰ Fantappiè M., Calzolari C., Ungaro F., Vinci I., Giandon P., Muscolo A., Zaccone C., Dell'Abate M.T., L'Abate G., Pellegrini S., Brenna S., Staffilani F., Petrella F., Gardin L., Barbieri S., Pini S., Tiberi M., Paone R., Scamarcio L., D'Antonio A., Guaitoli F., Munafò M., Fumanti F., Napoli R., D'Acqui L., Martalò P., Tarocco P., Costantini E.A.C. (2018). *Carta Italiana del Carbonio Organico del Suolo*.

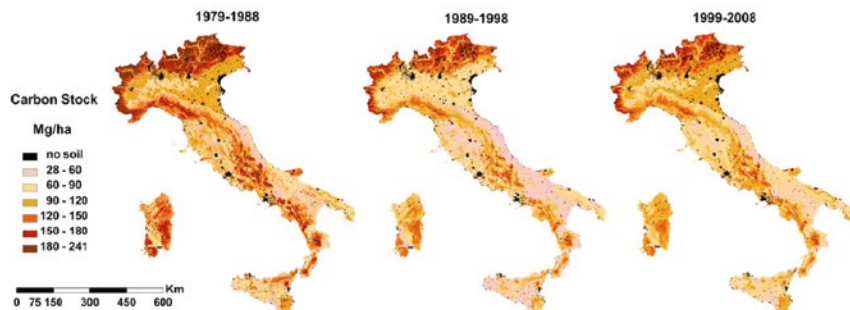


FIGURA 4
Contenuto di carbonio (C) organico (Mg/ha = ton/ha) nell'orizzonte/strato superficiale (0-50 cm) dei suoli italiani (mod. da²²).

situazione è andata peggiorando passando dall'agricoltura del primo dopoguerra, ancora ancorata alla distribuzione diffusa della zootecnia che prevedeva l'assoluta presenza della stalla e dei medicaie (ovvero terreni coltivati a erba medica) nell'ordinamento colturale aziendale, a un'agricoltura che ha visto progressivamente abbandonare le stalle nelle singole aziende, quindi con un l'abbandono delle letamazioni e il sopravvento della fertilizzazione chimica. Il combinato disposto ha progressivamente depauperato i suoli di sostanza organica, anche se le rese ettariali possono essere aumentate.

Quanto appena descritto, trova conferma nella distribuzione del contenuto di C organico (Carbon stock) nei suoli italiani nel periodo 1979-2008 delle tre carte di figura 4, rispettivamente per le tre decadi 1979-1988, 1989-1998 e 1999-2008²¹.

I suoli di pianura e collina, verosimilmente la maggioranza di quelli coltivati, peraltro già caratterizzati dai valori più bassi di carbonio organico nel periodo 1979-1988 [FIG. 4] hanno visto un ulteriore calo nel ventennio 1989-2008 [FIG. 4].

²¹ Costantini E.A.C., Dazzi C. (2013). "The Soils of Italy". In Costantini E.A.C. and Dazzi C. (eds.), *World Book Series*, DOI: 10.1007/978-94-007-5642-7_2, © Springer Science+Business Media Dordrecht, Netherlands.

CARTE REGIONALI DEL CARBONIO ORGANICO DEI SUOLI

È anche possibile, inoltre, prendere in esame la situazione delle riserve di carbonio organico nei primi 30 cm (topsoil) dei suoli in alcune regioni italiane (Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte e Veneto) che hanno autonomamente approfondito l'argomento e che hanno prodotto in molti dei casi la cartografia specifica. A titolo di esempio, si riportano le cartografie delle regioni Veneto ed Emilia-Romagna.

Regione Veneto

La Carta del contenuto di carbonio organico nei suoli (%) del Veneto è stata redatta dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) Veneto (ARPAV)²²: stima

²² https://geomap.arpa.veneto.it/layers/geonode_data:geonode:SOCperc_50k250k

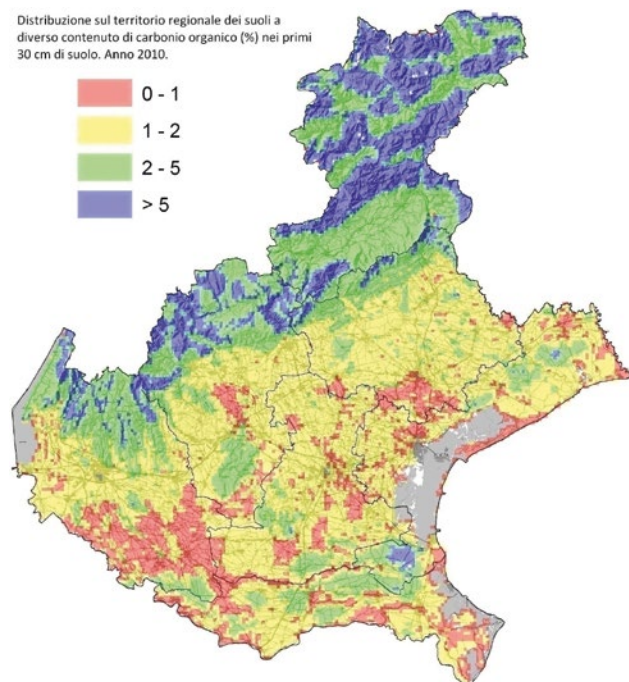


FIGURA 5
Contenuto di carbonio organico (%) dei suoli nell'orizzonte/strato superficiale (0-30 cm) dei suoli della Regione Veneto (ARPAV, 2018).

In Veneto la maggior parte dei suoli, in particolare quelli di pianura e collina, hanno un contenuto di carbonio basso o molto basso, comunque inferiore al 2%

del carbonio organico presente nei suoli (espresso in %), derivato dal contenuto delle Unità Tipologiche di Suolo presenti nelle Unità Cartografiche della carta in scala 1:50.000, ove esistente, e 1:250.000 nel restante territorio [FIG. 5].

Nello specifico, la carta riporta le riserve di carbonio organico nei primi 30 cm (topsoil) dei suoli italiani in quattro classi, con la stessa metodologia e suddivisione della cartografia CREA-AA (2018): < 1% (molto basso); 1÷2% (basso); 2÷5% (medio) e > 5% (alto).

Dalla visione d'insieme del territorio veneto emerge che la maggior parte dei suoli, in particolare quelli di pianura e collina, hanno un contenuto di carbonio organico molto basso o basso, comunque inferiore al 2%. Anche per questa regione, a grande vocazione agricola, si tratta di una situazione assolutamente non ottimale sia sotto il profilo agronomico sia ambientale.

Regione Emilia-Romagna

L'area Geologia, Suoli e Sismica (GSS) della regione Emilia-Romagna ha elaborato e predisposto una serie di cartografie che descrivono il contenuto di carbonio organico nei suoli regionali²³ allo scopo di orientarne la gestione e le politiche di protezione e conservazione. Il CNR nel 2015²⁴, quindi nel 2023, in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche-Istituto per la BioEconomia (CNR-IBE) di Firenze, sono state aggiornate tutte le carte relative allo strato 0÷30 cm [FIG. 6 E 7] su tutto il territorio regionale, con l'eccezione dei due comuni della Val Marecchia che si sono aggiunti alla regione nel 2021. Le nuove carte (in formato raster) hanno un livello di dettaglio di 1 ha (pixel di 100 m x 100 m).

²³ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/proprietà-e-qualità-dei-suoli/carbonio-organico>

²⁴ Rapporto CNR, ottobre 2015. Carta del contenuto percentuale e dello stock di carbonio delle frazioni granulometriche, e della salinità dei suoli della pianura emiliano-romagnola (0-30 cm).

In particolare, sono disponibili alcune cartografie:

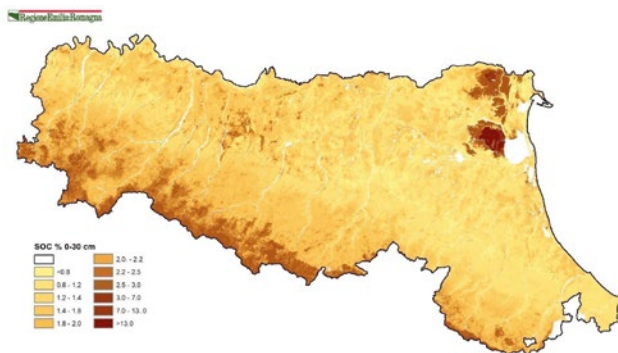
- carte del contenuto percentuale di carbonio organico con riferimento all'orizzonte/strato superficiale 0÷30 cm [FIG. 6]. Il contenuto percentuale fornisce indicazioni sullo stato di fertilità dei suoli e, influenzando molte proprietà fisiche-chimiche del suolo, è un parametro utilizzato nei modelli di simulazione (es.: stima del bilancio idrico);
- carte del carbonio organico immagazzinato nei suoli (carbon stock) in Mg*ha nell'orizzonte/strato 0÷30 cm e 0÷100 cm (quest'ultima con scala di rappresentazione 1:50.000 per i suoli di pianura e 1:250.000 per i suoli dell'Appennino) [FIG. 7]. Questo parametro fornisce indicazioni sulla quantità di carbonio organico e quindi di CO₂ attualmente presente nei suoli della regione Emilia-Romagna da cui si può stimare la capacità di potenziale accumulo o perdita di CO₂ in seguito a cambiamenti d'uso o a diversa gestione agronomica dei suoli;
- carta della dotazione in sostanza organica dei suoli per l'orizzonte/strato 0÷30 cm. Descrive in termini qualitativi, con 3 classi, il contenuto di sostanza organica in funzione della tessitura del suolo. Questo tipo di valutazione è utilizzata nei Disciplinari di Produzione Integrata (D.P.I.) della regione Emilia-Romagna per orientare la concimazione organica con lo scopo di migliorare le qualità del suolo e le sue potenzialità produttive nel rispetto dell'ambiente.

Entrando ancora maggiormente nel dettaglio, è possibile consultare le cartografie relative al contenuto di:

- carbonio organico (%) nei suoli di pianura nell'orizzonte/strato 0÷30 (2015) e 0÷100 cm (2016);
- carbonio organico (%) nei suoli dell'Appennino nell'orizzonte/strato 0÷30 cm (2010);
- carbonio organico (Mg/ha) immagazzinato nei suoli (soil carbon stock) di pianura nell'orizzonte/strato 0÷30 (2015) e 0÷100 cm (2010);
- carbonio organico (Mg/ha) immagazzinato nei suoli (soil carbon stock) dell'Appennino nell'orizzonte/strato 0÷30 (2010) e 0÷100 cm (2010);
- dotazione in sostanza organica dei suoli di pianura nell'orizzonte/strato 0÷30 cm secondo i Disciplinari di Produzione Integrata RER 2010 (2015).

Le cartografie elaborate dalla Regione Emilia Romagna descrivono il contenuto di carbonio organico nei suoli regionali. Obiettivo: orientare la gestione e le politiche di protezione

FIGURA 6
Distribuzione
del carbonio
organico (%) nei
suoli della regione
Emilia-Romagna
nell'orizzonte/
strato 0÷30 cm.



AGRICOLTURA, I BIOPRODOTTI AL POSTO DELLA CHIMICA FOSSILE: IL CASO MATER-AGRO

Dai biolubrificanti alle plastiche biodegradabili, dalle fibre vegetali e ai materiali compositi, dai prodotti nutraceutici ai biopesticidi. È lunga la lista dei cosiddetti bioprodotti, del settore della bioeconomia circolare, risorse di origine vegetale che consentono di ridurre l'utilizzo di materie prime fossili, consentendo di sviluppare prodotti decarbonizzati, in grado di tutelare le risorse naturali grazie a proprietà quali la biodegradabilità e la compostabilità, e di restituire carbonio organico al suolo, arricchendoli con l'utilizzo di compost di qualità e sfruttandone anche il loro ruolo nello stoccaggio di carbonio, in un'ottica di lotta ai cambiamenti climatici. Pensati

soprattutto per l'agricoltura, ma utilizzabili in realtà anche nella vita di tutti i giorni, questi strumenti sono sviluppati a partire da materie prime rinnovabili, generate da filiere agricole sostenibili e dal recupero e dal riutilizzo di biomassa derivante dai sottoprodotti agricoli e agroindustriali destinati, altrimenti, allo smaltimento. L'ammontare di questi rifiuti recuperabili, rivelano le stime diffuse dalla Piattaforma Italiana per l'Economia Circolare, si aggira nel nostro Paese sui 25 milioni di tonnellate all'anno.

L'integrazione di processi di conversione della biomassa di natura chimica, fisica o microbiologica per la realizzazione di un'ampia gamma di prodotti può

avvenire nelle bioraffinerie dove le biomasse vengono separate nelle loro diverse componenti e indirizzate verso specifiche filiere produttive. In alternativa possono svilupparsi iniziative di collaborazione e integrazione tra diverse imprese.

Tra gli operatori più interessanti di questo settore si colloca Mater-Agro, una società per azioni fondata nel 2021 per iniziativa di Coldiretti, la più grande associazione di agricoltori in Europa, CAI (Consozi Agrari d'Italia) e di Novamont, leader internazionale del settore bioplastiche e biochemical, recentemente acquisita da Versalis Eni. Tre i prodotti realizzati da Mater-Agro.

I biofitosanitari rappresentano l'alternativa

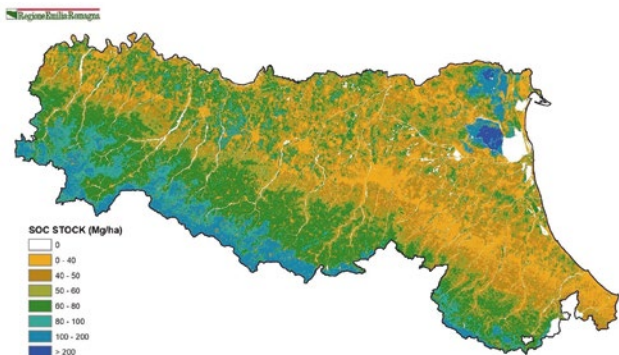


FIGURA 7
Stock di carbonio organico (Mg/ha) nei suoli della regione Emilia-Romagna nell'orizzonte/strato 0÷30 cm.

BUONE PRATICHE

ideale a soluzioni tradizionali sempre più al centro del dibattito sull'opportunità del loro utilizzo. Rapidamente biodegradabili nel suolo e pochissimo solubili in acqua, questi prodotti non generano residui nel terreno o nelle piante trattate. Pertanto non impattano sulla germinazione dei semi presenti e non intaccano l'apparato radicale. Risultato: la fertilità del suolo rimane inalterata, al pari della biodiversità e della resistenza all'erosione. I **biolubrificanti**, equivalenti nell'utilizzo ai prodotti tradizionali a base di olio minerale, sono ottenuti da fonti rinnovabili e grazie alla biodegradabilità hanno



un elevato profilo ambientale e maggior sicurezza anti incendio grazie a un punto di infiammabilità che supera i 280°. I **teli per la pacciamatura** infine sono un alleato prezioso per risolvere il problema dei residui plastici in agricoltura. Quelli realizzati in plastiche tradizionali infatti, se non raccolti e smaltiti nel modo corretto dopo il loro uso, influenzano pesantemente l'ambiente, contaminano i terreni e

danneggiano fertilità e salute del suolo. I bio-teli evitano invece le infestanti senza uso di erbicidi, permettono di risparmiare acqua e di contrastare l'erosione. Inoltre, proprio in funzione della loro biodegradabilità possono essere lasciati nel suolo. Lì, una volta incorporati, vengono mineralizzati dai microrganismi in anidride carbonica, acqua e biomassa, senza effetti negativi per i terreni.

APPORTI DI SOSTANZA ORGANICA

La pratica della concimazione è indispensabile per sostenere i fabbisogni di elementi nutritivi delle produzioni agricole ed evitare l'impoverimento del suolo e la perdita di fertilità.

Nell'agricoltura "moderna", gran parte degli elementi assorbiti dalle piante e inglobati nelle sostanze organiche destinate all'alimentazione umana e animale non ritornano al terreno attraverso i sottoprodotti, in quanto i prodotti sono consumati lontano dai suoli (luoghi) di produzione. Le deiezioni (solide e liquide) non sempre ritrovano la corretta via della riutilizzazione in agricoltura, neppure se si tratta, ad esempio, di quelle zootecniche. Oppure, sul versante dei rifiuti urbani, basti pensare ai fanghi di depurazione delle acque reflue urbane e alle stesse acque di depurazione, che trovano difficile collocazione, nonostante la forte richiesta proveniente dall'Unione Europea, attraverso il pacchetto dell'economia circolare, per un maggiore utilizzo di nutrienti e un impiego più efficiente delle risorse. Partendo da queste osservazioni si sottolinea come il riutilizzo agronomico di biomasse di scarto, ricche in carbonio organico, rappresenta oggi uno dei migliori strumenti per apportare al suolo le quantità di carbonio organico necessarie a mantenere o migliorare la propria fertilità e funzionalità. Potremmo dire che l'uso di biomasse organiche di varia origine e dei nutrienti in esse contenuti per la fertilizzazione dei suoli risponde ai principi basilari dell'ecologia. Inviare a termovalorizzazione o, peggio ancora, all'incenerimento, sostanze organiche idonee all'impiego in agricoltura sarebbe commettere un grave errore: invieremmo in

atmosfera in un solo colpo i prodotti di ossidazione del carbonio organico, dell'azoto e dello zolfo. Una strategia all'opposto della sostenibilità delle risorse. Molto bene, invece, termovalorizzare rifiuti a base organica non idonei all'impiego in agricoltura.

La fertilizzazione organica sicuramente può essere uno strumento valido per invertire la rotta del depauperamento dei suoli di sostanza

La fertilizzazione organica può essere uno strumento valido per frenare il depauperamento dei suoli di sostanza organica.

Ma deve essere inserita in un contesto che permetta alle aziende che la praticano di restare competitive sui mercati

organica, ma deve essere assolutamente inserita nel contesto di una fertilizzazione sostenibile che permetta alle aziende che la praticano di restare competitive sui mercati e che possa garantire produzioni quali-quantitative all'altezza delle sfide dei mercati. Non avrebbe senso puntare sull'aumento di sostanza organica dei suoli se poi le aziende andassero fuori mercato costringendole alla chiusura.



Il dissesto idropedologico

Giuseppe Corti^{a,b}

Stefania Cocco^b

Valeria Cardelli^b

^a Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro Agricoltura e Ambiente, 00184 Roma

^b Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona

Il paesaggio italiano cambia continuamente sotto la spinta di molteplici fattori naturali e antropici che interagiscono tra loro. Le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, climatiche e pedologiche, e la pressione antropica rendono il territorio italiano variabile, vulnerabile e instabile. Spesso, nella pianificazione territoriale, vengono trascurati aspetti squisitamente legati alla natura del suolo, che invece è parte integrante del paesaggio e risponde per primo alle sollecitazioni esterne.

Succede quindi che, all'indomani di eventi piovosi intensi e devastanti, alquanto ricorrenti negli ultimi anni, il termine più frequentemente usato nelle cronache per definire il quadro della situazione sia *dissesto idrogeologico*, senza considerare che i danni provocati dalle alluvioni non interessano quasi mai gli strati geologici (cioè quelli più profondi) ma, in primis, la parte più superficiale dei versanti, ossia i suoli che li ricoprono. Questi ultimi sono vulnerabili perché, una volta disboscati e coltivati, non godono della protezione di una copertura vegetale e vanno soggetti, di conseguenza, a erosione accelerata. Questa asporta gli strati di suolo più superficiali, portando alla luce quelli meno evoluti e, quindi, meno in grado di trattenere acqua.

L'erosione, innescata o accelerata dalla cattiva gestione dei versanti (scarsa attenzione alla regimazione delle acque di scorrimento superficiale) a partire dagli anni '50, ha reso sempre meno permeabili i suoli, così che oggi la maggior parte dei suoli coltivati non è più in grado come prima di accogliere l'acqua e di tesaurizzarla. In pratica, abbiamo innescato un feedback positivo, ma negativo negli effetti, a causa del quale l'acqua ruscella alla superficie senza controllo e innescando processi erosivi che assottigliano ulteriormente il suolo (anche di 1 o 2 centimetri all'anno), il quale tratterrà per questo sempre meno acqua, e così il ruscellamento aumenterà ancora. In questo contesto è più corretto parlare di *dissesto idro-pedologico*, dal momento che è il suolo a fare le spese degli eventi piovosi più intensi.

A peggiorare la situazione, il fatto che i processi erosivi, asportando la parte più superficiale del suolo, producono la perdita dello strato più fertile e più ricco di elementi nutritivi, i quali, per gran parte, si riversano nella rete idrica interna e, infine, vengono veicolati a mare,

**I PROCESSI
EROSIVI SONO
IN AUMENTO:
ASPORTANDO
LO STRATO PIÙ
SUPERFICIALE
DEL SUOLO,
FANNO PERDERE
LA MAGGIOR
PARTE DEGLI
ELEMENTI
NUTRITIVI E
DELLA FERTILITÀ**

dove possono esser causa di eutrofizzazioni e proliferazioni di alghe.

Perché il nostro territorio, le acque interne e, di conseguenza, i mari continuano a essere così martoriati? Non possiamo fare nulla? In questo capitolo cerchiamo di affrontare questo tema, facendo anche un breve excursus storico sul dissesto idropedologico del nostro Paese e delle riflessioni a riguardo.

LA CURA DEL SUOLO NEL TEMPO

In passato, quando l'uomo aveva un legame economico più stretto con la terra, il suolo veniva presidiato, protetto e conservato. In tempi successivi, la necessità di ampliare le superfici da coltivare, l'avvento della meccanizzazione delle operazioni colturali, l'espansione urbana e la costruzione di infrastrutture, hanno accelerato il consumo di suolo e ne hanno peggiorato la gestione, rendendolo molto vulnerabile. Emilio Sereni, economista e storico dell'agricoltura e del paesaggio agrario italiano, ha dato una definizione sintetica: *paesaggio agrario significa quella forma che l'uomo, nel corso e ai fini delle sue attività produttive agricole, coscientemente e sistematicamente imprime al paesaggio naturale*. Quell'agire con coscienza è andato purtroppo scemando e ne paghiamo le conseguenze.

Nell'antichità, ai tempi delle civiltà greca, etrusca e romana, il territorio italiano manifestava delle problematiche importanti da risolvere in campo agricolo ed è stato profondamente modificato con lo scopo di migliorarne le condizioni. Lungo la via Emilia, sono ancora visibili i segni della centuriazione romana, la suddivisione regolare con la quale venivano delimitati i campi destinati a soldati e coloni. La *limitatio*, come la definivano i romani, era una

La meccanizzazione delle operazioni colturali e l'ampliamento delle superfici da coltivare hanno reso molto più vulnerabili i suoli, peggiorandone la gestione

complessa opera di bonifica e organizzazione agraria, che prevedeva la realizzazione di una strada principale e di altre strade minori, tutte poste parallelamente a una distanza fissa dalla principale, pari a 20 *actus* (710,4 metri). Da allora, la Valle Padana ha assunto l'aspetto di una enorme di-

stesa di campi coltivati che ancora ricalcano quei limiti. Risalgono allo stesso periodo i canali navigabili che favorirono l'incremento degli scambi e della produzione agricola anche sulla costa. In quell'epoca le precipitazioni abbondanti allagavano le campagne e si rendevano necessarie opere di sgrondo delle acque in eccesso per aumentare lo spessore di suolo utilizzabile dalle colture. Nei secoli successivi, per far fronte a questo problema diffuso in buona parte della pianura Padana, dal Piemonte al Veneto, sono state realizzate sistemazioni funzionali al drenaggio di questi terreni (un esempio è la *piantata*) che hanno ridisegnato il paesaggio. Sono ancora visibili, in alcune zone, i limiti dei campi coltivati con filari di alberi impiantati con lo scopo di assorbire l'acqua in eccesso, ma che, allo stesso tempo, hanno contribuito ad ottenere altri risultati, quali: fornire riparo all'avifauna, aumentare la sostanza organica del suolo, stabilizzare gli argini e fornire legna da ardere. I filari di alberi potevano essere di acero o ornioello con cui maritare la vite [FOTO 1], ma

FOTO 1

Esempio di sistemazione nella quale sono presenti filari di viti maritate ad acero presso l'Azienda di Meleto a Castelfiorentino (FI). La foto è stata scattata in autunno inoltrato, dopo la potatura di vite e acero.

In passato spesso la vite era maritata agli alberi e non era sostenuta da palificazioni. Gli alberi erano importanti perché oltre a sostenere la pianta, sono delle idrovore naturali che mitigano eventuali problemi di ristagno idrico localizzato. Inoltre, la combinazione vite-albero favorisce l'incremento di biodiversità e di sostanza organica al suolo.



anche di pioppi, gelsi, noci o altri fruttiferi che fornivano legname da ardere o da opera oppure cibo alla famiglia dell'agricoltore. I gelsi, inoltre, permettevano di condurre l'importantissima attività della bachicoltura.

LE OPERE A FAVORE DELLA FERTILITÀ

Percorrendola da nord a sud, in tutta la penisola italiana sono state strappate all'abbandono e all'improduttività vaste aree fertili in diverse regioni italiane:

- nel Veneto meridionale, nella zona del Polesine, tra il basso corso dell'Adige e quello del Po;
- nella pianura emiliano-romagnola, che ha richiesto nel corso dei secoli un intenso lavoro di bonifica e di regolazione e derivazione delle acque, di costruzione e manutenzione degli argini, di canali di prosciugamento o di irrigazione;
- nel Canale emiliano romagnolo, tra Ferrara, Bologna e Rimini, una delle più importanti opere idrauliche dell'Emilia-Romagna e d'Italia, lungo 135 km e che serve un territorio caratterizzato da un'agricoltura che consuma molta acqua e da diffusi insediamenti civili e industriali;
- nella vasta area della Maremma, che si estende per circa 5000 km² tra Toscana e Lazio, un tempo occupata da grandi stagni, regno della malaria. Il granduca di Toscana Leopoldo II, nel 1828 dette inizio ai lavori che condussero le acque del fiume Ombrone nella palude, bonificando tutto il territorio circostante. Si diede quindi inizio a una serie di opere strutturali: l'arginatura dei fiumi, la delimitazione degli stagni e delle paludi, lo scavo di canali per il deflusso e la deviazione delle acque, con la costruzione di cateratte per regolare il prosciugamento delle aree acquitrinose;
- nelle Paludi dell'Agro Pontino, dove già i Romani iniziarono importanti lavori di bonifica, proseguiti per due millenni. Lo stesso Leonardo da Vinci studiò un sistema di canali e di macchine idrovore, anche se il progetto non venne realizzato;
- nel Campidano, la più vasta pianura dell'isola nella parte sud-occidentale della Sardegna, dopo le bonifiche avviate nel '900, il territorio tornò a essere salubre e



abitabile. I primi lavori di bonifica idraulica e di irrigazione iniziarono nel 1922; successivamente si passò alla bonifica agraria, realizzando una fascia dunale di rimboschimento di circa 800 ettari di pini e duecentomila eucalipti per costituire barriere naturali frangivento. L'area, prima completamente desolata e deserta, ha potuto essere così messa a coltura e diventare molto produttiva.

FOTO 2

Esempio di versante costituito da calanchi fino agli inizi del 20° secolo e poi sottoposto a recupero tramite imponenti opere di movimento terra e livellamenti. Rotorcio, Serra San Quirico (AN). Superfici calanchive sono ancora visibili in alto a destra e ai lati dei campi livellati.

Contemporaneamente alla realizzazione di queste immani bonifiche, tra il 18° e il 19° secolo, soprattutto in centro Italia furono condotte ingenti opere di recupero di suoli collinari soggetti a forme di erosione così gravi da aver dato luogo a calanchi [FOTO 2]. Giovan Battista Landeschi, nella seconda metà del 18° secolo propose, nei suoi *Saggi di agricoltura*, un metodo che permetteva che il suolo “divenga o si conservi pianeggiante, e non sia dall'acque rovinato”, secondo l'assioma infallibile “che qualunque fondo o suolo quanto più è pianeggiante, tanto più è disposto ad esser fertile e quanto meno pianeggia, tanto più è disposto ad essere sterile e infruttifero”.

LE AZIONI MODERNE CHE FAVORISCONO L'EROSIONE

Grazie a opere come queste brevemente riassunte, la variegata vocazione pedoclimatica che contraddistingue il nostro territorio ha espresso tipicità colturali locali. I filari di vite hanno disegnato il paesaggio italiano, risalendo dalla costa fino a quote di 1000 metri, dove viene condotta eroicamente ancora oggi una viticoltura di frontiera grazie a opere di terrazzamento [FOTO 3] che hanno interessato zone montane e collinari. I vigneti sono arrivati anche in isole rocciose, in cui i vini passiti hanno trovato la loro naturale collocazione, e nel Chianti Classico, con i caratteristici muri a secco che hanno fornito al sangiovese la possibilità di esprimersi al meglio. In certe zone della Toscana sopravvivono ancora esempi di sistemazioni collinari, come il cavalcapoggio o l'unità a spina [FOTO 4], caratterizzate da fossi di scolo lievemente inclinati, che rispettano la natura del suolo e rendono agevole l'allontanamento delle acque meteoriche in eccesso.

A partire dagli anni '50 del secolo scorso, però, le sistemazioni antiche, sviluppate su base empirica in secoli di osservazioni e tentativi, sono state sostituite da quella a rittochino, con impianti arborei e lavorazioni meccaniche effettuate lungo le linee di massima pendenza. Questa soluzione, particolarmente diffusa in Italia centrale, pur

FOTO 3

Terrazzamenti su versanti montani a circa 1000 metri sul livello del mare a Morgex (AO). In questi vigneti la gran parte delle operazioni agricole sono manuali.

Nell'area di Morgex - La Salle, si coltiva la vite franca di piede (cioè senza portinnesto) perché la fillossera non riesce a concludere il ciclo (e quindi diventare dannosa per la vite) a causa dell'impossibilità di costruire adeguati tunnel nel suolo troppo sabbioso e sciolto.





FOTO 4
Sistemazione detta "unita a spina" presso l'Azienda di Meleto a Castelfiorentino (FI). Lungo il versante sono costruite delle vie di deflusso dell'acqua (fossette) con una pendenza massima del 2-3% per evitare che l'acqua acquisisca una velocità troppo elevata. Le fossette sono rinforzate dalla presenza di filari di vite e confluiscono in un canale rinforzato con sassi e lasciato inerbito che porta velocemente le acqua a valle.

favorendo la meccanizzazione dei lavori agricoli e il deflusso delle acque, ha però accelerato i processi erosivi a causa della vulnerabilità dei suoli, spesso troppo ricchi di limo [FOTO 5]. L'erosione idrica, asportando suolo in continuazione, ha così ridotto in maniera sconsiderata la fertilità fisica e chimica dei suoli, ma anche la loro capacità di contenere acqua, che va riconsiderata tra le concause dell'incremento degli eventi alluvionali, a causa del ridotto tempo di corrivazione (il tempo che intercorre tra l'inizio dell'evento piovoso e l'arrivo dell'onda di piena alla chiusura del bacino imbrifero) che ne deriva. Va detto che sicuramente molte cose dovevano essere modificate per rendere l'agricoltura più produttiva e redditizia, ma queste modifiche sono state fatte senza considerare il buono che era stato ottenuto con l'accumulo di duemila anni di conoscenze del territorio e dei suoli che questo ospitava. Il classico caso del bambino gettato con l'acqua sporca...

RISCOVERIRE L'ALFABETIZZAZIONE PEDOLOGICA

Alla luce di questo, è evidente la necessità di una più diffusa conoscenza delle caratteristiche pedologiche e delle fragilità del nostro territorio. In particolare, come è stato ribadito anche in sede europea nella Mission "Caring for Soil is caring for Life", occorre migliorare in modo significativo l'alfabetizzazione pedologica in tutti gli Stati membri. Questo

**FOTO 5**

Effetto erosivo durante un evento piovoso della durata di circa un'ora per complessivi 25 millimetri di pioggia (intensità 25 mm/ora) presso Agugliano (AN). Un evento di minima-media intensità, su un versante con suoli limosi e con lavorazioni a rittochino ha innescato un'erosione con l'asportazione di circa 5 millimetri di suolo in un'ora (50 tonnellate/ettaro in un solo evento piovoso), e la conseguente rimozione del 50-60% di seme di girasole interrato pochi giorni prima. Simili errori non possiamo più permetterceli!

approccio conoscitivo potrebbe agevolare l'adozione di una corretta gestione dei suoli, l'introduzione di pratiche conservative, l'individuazione di indicatori della sua salute per condurre un costante monitoraggio, la realizzazione di sistemazioni idraulico-agrarie utili alla mitigazione dei danni al territorio e alle produzioni agrarie. Per raggiungere questi obiettivi e, soprattutto, per diffondere una corretta conoscenza del suolo, è auspicabile la creazione di una sinergia fra ricerca, formazione, politica e comunicazione.

Altrettanto necessario è richiamare l'attenzione dei cittadini nei confronti dell'importanza della risorsa suolo e della sua vulnerabilità. È opportuno che tutti abbiano delle nozioni di base utili a compiere delle scelte che poi hanno delle ricadute sull'ambiente. La Pedologia è la disciplina in grado di offrire questi elementi di conoscenza.

IL SUOLO E LA PEDOLOGIA

Soprattutto negli ultimi 3-4 anni, molti parlano di suolo. Ma in realtà sono pochi quelli che lo conoscono davvero,

e non è un caso che si continui con la sua degradazione. Il suolo rappresenta il fulcro centrale di ogni ecosistema e riflette gli effetti del clima. Il processo di alfabetizzazione pedologica, ossia della diffusione della conoscenza del suolo con approccio pedologico, è piuttosto lento, nonostante in tempi recenti si stiano creando delle opportunità interessanti di applicazione. Al momento, nel nostro Paese non abbiamo ancora creato una rete di professionisti e di amministratori in grado di gestire correttamente questa risorsa, come testimoniano i diffusi disastri. Inoltre, non esiste ancora una normativa nazionale adeguata a proteggere il suolo dalle minacce che lo affliggono; pertanto, il nostro territorio risulta spesso indifeso ed esposto a tragici e ripetuti epiloghi alluvionali.

In pochi sanno che il suolo non è un corpo statico, ma che nasce, evolve e muore e che le sue caratteristiche cambiano con il procedere della sua evoluzione. Certamente i tempi di sviluppo sono molto più lunghi rispetto alla durata della vita umana, ma proprio per questo è importante considerare la sua dinamica evolutiva, poiché una gestione poco corretta e la riduzione del suo spessore provocano danni irreparabili che si ripercuotono sulle generazioni future. Di fondamentale importanza è ricordare che sono molto lenti i processi di formazione e quindi di recupero, mentre possono essere molto veloci quelli di riduzione delle sue funzioni.

Il suolo è un sistema complesso, fatto di componenti solide (organiche e minerali), liquide e gassose che interagiscono creando l'ambiente di crescita delle piante spontanee e coltivate, ma anche l'habitat per molti organismi vegetali e animali di tutte le taglie (microrganismi, microfauna, mesofauna). Queste differenti forme di vita si adattano alle condizioni climatiche dei suoli e alla diversa copertura vegetale.

Nei suoli dei boschi, la lettiera brulica di organismi che lavorano incessantemente per consumare i cascami e tutte le creature morte, restituendo elementi nutritivi all'assorbimento delle piante e incorporando sostanza organica nel suolo. I pascoli ospitano un'abbondante mesofauna (gli animali con dimensioni fino a 3-4 centi-

Il suolo non è un corpo statico. Nasce, evolve, muore. Una gestione poco corretta e la riduzione del suo spessore provocano danni irreparabili che si ripercuotono per generazioni. I processi di recupero sono molto lenti

Il cambio d'uso dei suoli e l'uso di pratiche agronomiche poco sostenibili – concimazioni azotate e lavorazioni troppo profonde – hanno fatto perdere 135 delle 677 gigatonnellate di carbonio stoccato nei terreni mondiali

metri) e un'attiva comunità microbica. Si tratta di batteri e funghi che sono oggetto di studi da parte di quella branca della scienza del suolo che lavora per migliorare le rese delle colture e la loro resistenza alle avversità ambientali.

LA PERDITA DI SOSTANZA ORGANICA AUMENTA L'EROSIONE

La sostanza organica incorporata contribuisce a determinare la fertilità fisica, chimica e biologica del suolo e, essendo costituita dal 55-60% di carbonio organico, svolge un ruolo nella mitigazione dei cambiamenti climatici. Recenti stime a livello globale indicano che lo stock di carbonio organico nello spessore 0-30 cm dei suoli di tutto il mondo ammonta a 677 giga tonnellate (Gt, 1 Gt = 1 miliardo di tonnellate) e che, a causa del cambio d'uso dei suoli e del ricor-

AMMENDANTI ORGANICI: UNA SOLUZIONE CIRCOLARE DAGLI SCARTI DELLA VITICOLTURA

Sono più economici, non meno efficaci e, soprattutto, decisamente più vicini alle esigenze dell'ambiente. Gli ammendanti organici sono eccellenti sostituti, o compagni di viaggio a seconda delle esigenze, dei fertilizzanti minerali tradizionali ovvero i prodotti di sintesi chimica. Risorse di origine "naturale", queste sostanze sono anche espressione di una dinamica circolare: nascono infatti dalla

FORSU, la frazione organica dei rifiuti domestici, ovvero dalla valorizzazione di quegli scarti biodegradabili e compostabili che, opportunamente trattati, contribuiscono a nutrire il suolo promuovendone la fertilità. Un ritorno alla terra, insomma, che chiude il cerchio affermandosi come soluzione sostenibile. Caratterizzate da una popolarità crescente, anche a fronte dell'impennata dei costi

dei fertilizzanti chimici, queste alternative organiche sono state testate più volte e con successo confermando così tutte le loro potenzialità. Tra i casi più interessanti si segnala l'iniziativa realizzata in Emilia Romagna dalla Fondazione Navarra, in collaborazione con Herambiente – la multiutility che gestisce acqua, gas e rifiuti in molti comuni della regione –, Università di Bologna

so a pratiche poco sostenibili quali massicce concimazioni azotate e lavorazioni troppo profonde, soprattutto nell'ultimo secolo, sono andate perdute 135 Gt, gran parte delle quali in forma di gas a effetto serra. Eppure, un contenuto ottimale di carbonio organico assicura una buona struttura del suolo, con conseguente riduzione dell'erosione e di altri problemi. Per garantire ai suoli agrari un'elevata efficienza nel rifornimento di elementi nutritivi alle piante e avere una efficiente riduzione dei fenomeni erosivi, il livello di carbonio organico nel suolo dovrebbe essere almeno pari al 2% nei primi 20-30 cm di suolo, come era all'incirca intorno agli anni '50 del secolo passato nei suoli di quasi tutta Italia (ad esclusione soprattutto delle aree calanchive). Attualmente, invece, a causa della cattiva gestione dei suoli agrari, in molti casi a stento si supera lo 0,5%.

Questa carenza comporta la necessità di adottare pratiche agronomiche conservative che prevedano la reintroduzione di sostanza organica nel suolo, ma è bene sapere che incrementi dell'1% potrebbero richiedere anche 30-50 anni.

BUONE PRATICHE

ed Enomondo, società partecipata dal colosso del vino cooperativo Caviro Extra e dalla stessa Herambiente. L'operazione, frutto di un investimento di 8,5 milioni di euro, ha portato nel 2022 alla nascita di uno stabilimento per la produzione di un ammendante compostato da scarti della filiera agroalimentare (ACFA). In primis vinacce, sfalci,

raspi e vinaccioli. L'impianto, situato a Faenza presso la sede di Caviro, ha una capacità produttiva di 50mila tonnellate annue ma è già stato predisposto per raggiungere in futuro le 80mila tonnellate. La produzione si basa sui risultati di una sperimentazione avviata nel 2017 su 3,6 ettari di terreni caratterizzati da un contenuto ridotto di sostanza organica. Le applicazioni hanno

evidenziato come i fertilizzanti organici offrissero le migliori prestazioni se integrati con la fertilizzazione chimica. L'uso complementare di ACFA ha permesso di ridurre i fertilizzanti chimici anche del 50%. Oltre a garantire l'apporto non solo di macroelementi come azoto, fosforo e potassio ma anche di microelementi essenziali per la salute del sistema suolo-pianta.

**FOTO 6**

Profilo di suolo sotto faggeta nei pressi di Valsavignone, Pieve Santo Stefano (AR). Sono evidenti strati (detti orizzonti) di colore diverso. I colori scuri sono dovuti alla presenza di sostanza organica.

La pedologia studia la genesi del suolo, i fattori e i processi grazie ai quali esso si forma ed evolve. La comprensione di questi processi permette di capire le conseguenze delle azioni umane sul suolo e di spiegare la presenza di suoli diversi sulla superficie terrestre, in varie zone di un Paese o di una regione, lungo un versante boscato o all'interno di un'azienda agricola. Oltre a questa variabilità "orizzontale", il suolo presenta anche una forte variabilità verticale, dalla superficie alla sua roccia madre. Ed è proprio lo studio della genesi del suolo che fornisce uno schema concettuale grazie al quale la variabilità verticale è comprensibile e prevedibile, incluse le conseguenze di un uso del suolo piuttosto che un altro. La conoscenza della variabilità orizzontale e verticale si raggiunge con osservazioni condotte in campo, effettuando trivellate manuali, piccoli scavi o trincee. Ed è proprio dalle trincee o scavi

profondi che è possibile osservare il cosiddetto profilo pedologico [FOTO 6], vale a dire il suolo costituito da tutti i suoi strati, detti orizzonti. L'osservazione morfologica del profilo del suolo permette di individuare gli orizzonti genetici grazie al loro diverso colore, struttura, consistenza, densità di radici e altro e di eseguire un campionamento per ciascuno di essi, così da sottoporre ad analisi fisiche, chimiche e biologiche campioni pedologici che abbiano un senso genetico e naturale.

ITALIA E SUD EUROPA AL CENTRO DELLA MINACCIA DELL'EROSIONE

L'erosione è una delle dieci minacce che affliggono il suolo identificate nel rapporto "Status of the World's Soil Resources Report". Il documento è stato redatto nell'Anno Internazionale dei Suoli (2015) dall'Intergovernmental Te-

chnical Panel on Soils della FAO. Tre i suoi obiettivi: mettere in luce le più gravi problematiche che affliggono i suoli del mondo; analizzare le implicazioni che queste condizioni di degrado possono avere sulla sicurezza del cibo, sul cambio del clima, sulla qualità e quantità dell'acqua, sulla biodiversità e sulla salute dell'uomo; stilare raccomandazioni rivolte a politici e amministratori circa le decisioni da prendere sulla pianificazione e gestione del suolo.

Per enfatizzare l'emergenza erosione, nel 2019 la FAO ha dedicato alcuni giorni al problema con il simposio "Stop soil erosion, save our future". L'evento ha coinvolto oltre 500 esperti provenienti da 104 paesi. I lavori hanno descritto l'ampia diffusione delle problematiche erosive in Europa, Asia, Africa e America, evidenziando il ruolo negativo esercitato da attività umane come agricoltura intensiva, deforestazione, sovra-pascolamento e impropri cambi di uso del suolo.

Le problematiche che affliggono i suoli italiani sono innescate frequentemente da pratiche agricole inadeguate alle vigenti condizioni pedoclimatiche. L'adozione di pratiche agronomiche degradative favorisce la riduzione del contenuto di sostanza organica nel suolo e di conseguenza abbassa la fertilità fisica, chimica e biologica, rendendo il suolo meno resiliente ai prolungati periodi di siccità e agli eventi temporaleschi particolarmente aggressivi.

Inutile dire che i suoli sono fortemente minacciati da erosione idrica soprattutto nel sud Europa, e quindi anche in Italia, a causa sia della natura dei suoli sia dei regimi climatici tendenzialmente più aridi che a nord. In queste condizioni, l'erosione è favorita da sovra-pascolamento, eccesso di fertilizzazioni azotate, lavorazioni profonde, meccanizzazione eccessiva e pesante, abbandono delle attività agricole e mancato presidio del territorio da parte dell'uomo. Tutto ciò implica perdita di superfici coltivabili, riduzione dello spessore del suolo con impoverimento delle riserve idriche, diminuzione della fertilità e della biodiversità.

Per ogni evento piovoso, il processo erosivo si manifesta in maniera insidiosa in quanto, una volta innescata, procede nel tempo con diversi stadi di avanzamento. Lo stadio iniziale, noto

L'erosione è una delle dieci minacce che affliggono il suolo, perché implica perdita di superfici coltivabili, riduzione dello spessore di suolo, impoverimento delle risorse idriche e diminuzione della fertilità



FOTO 7
Esempio di gully (burrone) formatosi durante un evento piovoso della durata di circa 2 ore con una intensità media di circa 20 mm/ora a Serra de' Conti (AN).

come *splash erosion*, comporta il distacco di particelle di limo e argilla dagli aggregati di suolo in seguito all'impatto delle gocce che esercitano sulla superficie un disturbo proporzio-

nale al loro volume e all'intensità. Risultano più esposti a questo rischio i suoli non protetti da copertura vegetale e con una debole struttura. Con il protrarsi dell'evento piovoso, si può formare una lama d'acqua (*sheet erosion*) che, scorrendo sulla superficie, sposta in sospensione piccole quantità di suolo. Successivamente, l'energia dell'acqua incide la superficie formando dei solchi detti *rills*, che possono ulteriormente evolvere in incisioni più profonde denominate *gullies* [FOTO 7].

I TERRITORI PIÙ A RISCHIO PER GLI EVENTI METEO ESTREMI

In questi ultimi decenni, i regimi delle precipitazioni sono mutati nella loro distribuzione nell'arco dell'anno e sono sempre più spesso caratterizzati da piogge fortemente erosive. Queste mutevoli condizioni climatiche hanno favorito l'aumento di frane superficiali, colate de-

tritiche e piene rapide e improvvisate (flash floods), mentre sui versanti collinari, in particolare su suoli evoluti su sedimenti marini, sono sempre più visibili i segni di erosione laminare, a rill e a gully.

Particolarmente erodibili sono i suoli a tessiture limoso-argillose che caratterizzano il paesaggio dei calanchi e delle biancane [FOTO 5], che troviamo in Toscana, Emilia-Romagna, Marche, Abruzzo, Basilicata, Calabria e Sicilia. Sono però fortemente a rischio anche i suoli vulcanici evoluti su materiale piroclastico, noti come Andosols, che ritroviamo in diverse regioni italiane, ma soprattutto in Campania e in alcune isole adiacenti.

Gli Andosols manifestano una notevole instabilità sia per caratteristiche geomorfologiche delle aree nelle quali si sono evoluti, sia per la forte capacità di assorbire acqua da parte dei minerali che li caratterizzano, sia per le diffuse discontinuità litologiche del materiale parentale (strati di piroclastiti a volte sovrapposti a rocce calcaree) e al disturbo esercitato dalle attività antropiche. Nei suoli vulcanici la capacità di trattenere molta acqua è legata alla presenza di due minerali, allofane e imogolite, che si originano nel processo pedogenetico in seguito all'alterazione del vetro vulcanico. Questi minerali hanno forti proprietà tixotropiche, vale a dire la capacità di trattenere acqua nel loro reticolo cristallino. Questi minerali così idratati, in seguito a minime sollecitazioni, possono liquefare, dando così luogo a colate rapide come quelle avvenute nel 1998 a Sarno e Quindici (Campania). La conoscenza dettagliata delle proprietà di questi suoli, che ha importanti ripercussioni sia sulla loro fertilità sia su aspetti geotecnici, sarebbe un validissimo aiuto per pianificare il più corretto uso del suolo e quindi la destinazione anche di opere edilizie e di infrastrutture di protezione.

I suoli limoso-argillosi di Toscana, Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Basilicata, Calabria e Sicilia sono tra quelli più soggetti a erosione. Discorso simile per i suoli vulcanici presenti soprattutto in Campania e in alcune zone adiacenti

SUPERFICI INTERESSATE

Su scala mondiale, una superficie equivalente a un campo da calcio è erosa ogni cinque secondi, con asporti di

25-45 milioni di tonnellate di terra all'anno, riducendo la capacità del suolo di immagazzinare carbonio, nutrienti e acqua; di conseguenza, diminuiscono anche i rendimenti delle coltivazioni. Nel mondo, le perdite delle sole produzioni cerealicole dovute a erosione sono stimate attorno a 7,6 milioni di tonnellate all'anno, ma potremmo assistere anche a riduzioni maggiori.

Nell'Europa comunitaria, una superficie di 1,3 milioni di km² è soggetta a erosione idrica, e i Paesi più colpiti sono quelli del Mediterraneo. Le perdite superano le 10 T/ha (equivalente all'asportazione di uno spessore di suolo di 1 mm) all'anno nel 20% del territorio.

In Italia, il 30% dei suoli è a rischio di erosione. Le perdite annuali sono superiori a 10 T/ha all'anno ma, in certe aree, superano anche le 100 T/ha all'anno.

STIMA E MISURA DELL'EROSIONE

La comunità scientifica adotta essenzialmente due approcci nello studio dell'erosione:

1. applicazione di modelli di previsione che stimano la quantità di suolo eroso;
2. utilizzo di strumenti di misura delle perdite reali di suolo e nutrienti.

Frequentemente si ricorre all'applicazione di modelli come la *RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation)*, ma questa produce delle stime non sempre corrispondenti alla realtà e sottovaluta le perdite. Per questo, è opportuno adottare i sistemi di misura diretta che assicurino una precisa valutazione del problema finalizzata all'adozione di provvedimenti adeguati alla sua risoluzione. A questo proposito, sono state condotte diverse

sperimentazioni in Piemonte come nelle Marche, su suoli caratterizzati da tessiture fini (limoso-argillose), fortemente impoveriti di sostanza organica e scarsamente protetti dalle insufficienti sistemazioni idraulico-agrarie. Le misure di campo sono state condotte con un sistema di campionamento e misura dei materiali erosi noto come tipping-bucket

Per contrastare l'erosione, i nuovi sistemi agricoli devono integrare vecchie e nuove pratiche di gestione conservativa del suolo. In questo modo, potremmo incrementare anche la sostanza organica e la biodiversità

**FOTO 8**

Apparecchiature dette tipping bucket (a secchiello ribaltante) posizionate lungo un versante presso Rosora (AN). Questa apparecchiatura è necessaria per misurare la quantità di suolo trasportato dall'acqua di ruscellamento superficiale e di sostanze in essa disciolte. Il prototipo di questo apparecchio, sviluppato per un progetto finalizzato alla misura dell'erosione dei versanti, è stato presentato al Global Symposium on Soil Erosion della FAO nel 2019.

[FOTO 8]: un prototipo è stato presentato al Global Symposium on Soil Erosion della FAO nel 2019. Con questi apparecchi, le misure effettuate hanno evidenziato come le asportazioni di suolo e, ancor peggio, di nutrienti in soluzione, rappresentino una minaccia così allarmante da suggerire l'impellenza di cambiare sistemi colturali basati su arature che espongano suolo nudo o quasi all'inizio della stagione piovosa autunnale.

Per salvaguardare la risorsa esauribile che è il suolo, è necessaria una osmosi fra il mondo della ricerca e quello di amministratori, pianificatori e operatori preposti al governo di suolo, agricoltura e ambiente. È auspicabile che i nuovi sistemi agricoli contemplino la realizzazione di sistemazioni idraulico-agrarie, possibilmente con l'installazione di siepi arborate, integrando vecchie e nuove pratiche di gestione conservativa del suolo. In questo modo, oltre alla protezione del suolo dall'erosione, si potrebbero raggiungere anche altri obiettivi importanti quali l'incremento della sostanza organica e della biodiversità del suolo.

Degrado e desertificazione

Francesca Assennato^a

Daniela Smiraglia^b

Anna Luise^c

^a Responsabile Area monitoraggio e analisi integrata uso suolo, trasformazioni territoriali e processi desertificazione

^b Tecnologo ISPRA

^c Esperto senior Associato ISPRA e Corrispondente Tecnico-scientifico UNCCD

Quando parliamo di desertificazione e degrado del suolo ci riferiamo alla progressiva perdita di produttività dovuta sia alla modifica delle condizioni meteo-climatiche che all'azione dell'uomo, incluso l'abbandono delle terre dovuto a dinamiche sociali ed economiche. Questi fenomeni interessano, con intensità ed estensione diverse, i Paesi europei e le aree che si affacciano sul bacino del Mediterraneo, con una varietà di condizioni tutte legate alla diminuzione di una o più funzioni del suolo in base a fattori climatici, gestionali e naturali.

CHE COSA SONO IL DEGRADO E LA DESERTIFICAZIONE

Il termine desertificazione deriva proprio dalla parola deserto, sempre associata ad un'area poco produttiva dal punto di vista biologico, caratterizzato da rare e scarse precipitazioni, meno di 250 millimetri annui, che determinano una presenza minima di vegetazione e di fauna. Il primo che ha usato questo termine è stato André Aubréville (1897-1992), un botanico francese che lo ha utilizzato nel suo volume *Clima, foreste e desertificazione nell'Africa tropicale*, riferendosi proprio all'avanzare delle aree desertiche che rendevano inutilizzabili aree prima fertili minacciando la sopravvivenza degli abitanti.

Seguendo questo ragionamento, si parla di desertificazione quando la mancanza di acqua insieme agli altri fattori di degrado causa la totale scomparsa della capacità biologica e produttiva del suolo, dovuta a processi di degrado giunti al loro grado estremo, con la perdita sostanzialmente irreversibile della produzione agricola e forestale o comunque della possibilità di una produzione di essere condotta in condizioni economicamente o ecologicamente sostenibile. Ci troviamo di fronte così ad un'area che diventa improduttiva, sovente anche a macchie sparse all'interno di un'area più vasta.

Inoltre, questi fenomeni si presentano con modalità assai diverse secondo le aree geografiche, per esempio in Africa, tipicamente per conflitti spesso legati proprio all'utilizzo della terra, nei Paesi sviluppati per la scarsità di opportunità offerte nelle zone rurali più isolate, come

I PROCESSI DI DEGRADO COINVOLGONO IL 17% DEL TERRITORIO ITALIANO: LAZIO, UMBRIA E MARCHE LE REGIONI PIÙ COLPITE. DALLA SICCIÀ EFFETTI NEGATIVI PER LA VITA DI 15 CITTADINI SU 100

**Mantenere o migliorare
la capacità produttiva
della terra richiede di sposare
una gestione sostenibile
del suolo, delle acque
e della biodiversità**

succede tipicamente in Italia per le aree montane più isolate. Per alcune aree del mondo talvolta si parla anche di desertizzazione, poiché il fenomeno riguarda anche l'avanzata di un deserto pre-esistente verso nuove zone, generalmente dovuto a modifiche climatiche, come nella fascia sub-sahariana.

I cambiamenti climatici determinano condizioni di temperatura e disponibilità idrica che mutano. L'azione dell'uomo, con le sue dinamiche sociali ed economiche, si esplicita spesso in un uso non sostenibile del suolo che ne compromette la funzionalità e che contribuisce all'abbandono. Gli effetti sul suolo lenti, con processi graduali e cambiamenti poco evidenti nel breve periodo, ma con conseguenze potenzialmente catastrofiche se ignorati a lungo, diventando un po' come la goccia dal rubinetto che fa traboccare il vaso.

Proprio per poter osservare e intervenire per tempo, si fa riferimento al concetto di degrado del suolo, indagando i fattori che predispongono la perdita di funzioni ecologiche già alle prime tracce.

Il significato che assume il degrado del suolo come problema globale è determinato dal contesto sociale, economico ed ecologico locale in cui si verifica. Il che rende difficile se non impossibile avere ricette standardizzate. E poi, spesso, il degrado del territorio non viene tenuto in considerazione fino a quando non interviene una crisi o un evento catastrofico.

Il mantenimento o il miglioramento della capacità produttiva della terra richiede uno spostamento verso una gestione sostenibile del suolo, che tenda a diminuire gli impatti dovuti all'azione dell'uomo e a prevedere strategie di adattamento ai cambiamenti climatici.

La gestione sostenibile del suolo, dell'acqua e della biodiversità può aiutare a colmare le lacune di resa e aumentare la resilienza della terra.

Questo significa attuare azioni in grado di tener conto degli effetti immediati e nel tempo sullo stato di salute delle risorse ambientali, senza tralasciare gli effetti sul benessere delle popolazioni, in termini di benessere sociale e economico.

I COSTI DEL DEGRADO, I VANTAGGI DEL RIPRISTINO

A livello globale, l'attenzione sullo stato del territorio e del suolo è crescente, tanto che l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite inserisce tra i suoi obiettivi la protezione degli ecosistemi terrestri e in particolare chiede ai governi di contrastare la desertificazione e arrestare e far retrocedere il degrado del terreno, sforzandosi di raggiungere la Land Degradation Neutrality, ovvero un degrado netto pari a zero raggiunto attraverso opportune azioni di protezione, gestione sostenibile e ripristino.

Numerosi report globali rilevanti, come IPCC, Geo 6, GLO2, per citarne alcuni, ci danno un quadro della situazione piuttosto significativo sia regionale sia nazionale.

Secondo le stime, l'86% della popolazione mondiale fa affidamento sui servizi ecosistemici del suolo. I dati ci dicono che le attività umane hanno già alterato il 70% di tutte le terre libere dai ghiacci, con un impatto su oltre 3,2 miliardi di persone, portando alla sconcertante previsione che circa il 90% delle terre saranno alterate entro il 2050.

Da queste infauste previsioni nasce l'urgenza di trovare, in modo integrato e rapido, nuove modalità per una gestione sostenibile delle risorse naturali, e in particolare del suolo, che ne consenta la protezione, l'uso sostenibile e il recupero, invertendo radicalmente il trend negativo che sta portando il degrado del suolo italiano a livelli pericolosamente insostenibili.

Del resto, se adottiamo una visione di prospettiva, conviene anche dal punto di vista meramente finanziario. Il costo di prevenzione è sempre inferiore al costo dell'inazione. E addirittura il costo di recupero di un ettaro di suolo, sebbene variabile da zona a zona, è sempre minore delle perdite di un suolo degradato, il cui recupero naturale può essere addirittura impossibile, nel caso di situazioni irreversibili, o comunque con tempi molto lunghi.

Sempre uno studio promosso dalla UNCCD (Global Land Outlook 2, 2022), stima che ogni dollaro investito in attività di ripristino restituisca tra i 7 e i 30 dollari in benefici economici. A livello globale, il costo del ripristino del territorio è calcolato in almeno 300 miliardi di dollari all'anno per ottenere

Ogni dollaro investito in attività di ripristino restituisce benefici economici compresi tra 7 e 30 dollari. L'investimento globale necessario ammonta a 300 miliardi di dollari

risultati significativi entro il 2030, di gran lunga inferiore all'ammontare dei sussidi attualmente erogati agli agricoltori dei Paesi sviluppati. Secondo le previsioni, gli investimenti nel ripristino potrebbero creare posti di lavoro significativi, fornendo mezzi di sussistenza sicuri in un momento in cui centinaia di milioni di posti di lavoro sono andati persi. Un finanziamento sostenibile del ripristino, d'altra parte, richiederà pianificazione, partnership e strumenti legali in grado di raggruppare diverse forme di capitale e di gestire i compromessi per generare risultati di ripristino equi.

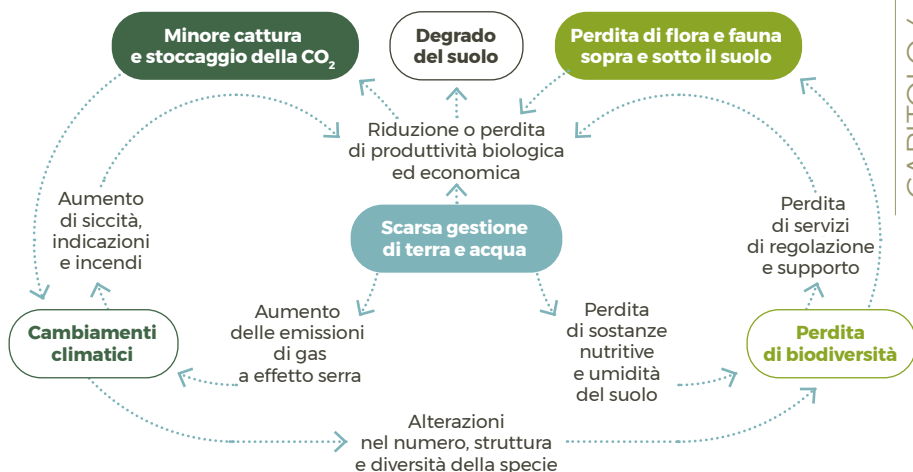
Comunque, le conoscenze tecnico-scientifiche sono potenzialmente disponibili per interventi di prevenzione e di ripristino, e la sfida principale è certamente a livello istituzionale e politico.

In definitiva, occorre agire prevenendo i fenomeni di degrado e di desertificazione, preparando azioni che diminuiscano gli effetti negativi, mettendo in atto azioni di ripristino delle condizioni di buona salute del suolo. E soprattutto trovando e adottando soluzioni che permettano di accrescere il benessere dell'uomo senza distruggere quel capitale naturale su cui tale benessere si appoggia.

Se le sfide attuali legate alle questioni ambientali globali stanno subendo una rapida accelerazione perché rapida è l'evoluzione dei cambiamenti climatici, altrettanto rapida deve essere l'azione di tutela del territorio e del suolo, che rappresentano inequivocabilmente il luogo dell'interazione tra queste sfide e pertanto anche delle possibili soluzioni.

PERCHÉ È IMPORTANTE PROTEGGERE IL SUOLO DAL DEGRADO

Il suolo è la base della vita e spazio vitale per esseri umani, animali, piante e microrganismi, è un elemento fondamentale della natura e del paesaggio, è un insieme di habitat biologici e riserve genetiche, che rappresentano in quantità e in qualità la più vasta biomassa che esiste sulla terra, è parte dell'equilibrio ecologico, in particolare con il ciclo delle acque e dei nutrienti, costituisce un sistema di filtraggio, tampone e attività di trasformazione, tra atmosfera, acqua di falda, e copertura vegetale, proteggendo la catena alimentare e le riserve di acqua potabile.



Il suolo e l'acqua sono al centro di numerosi cicli naturali e il degrado del suolo concorre al cambiamento climatico e alla perdita di biodiversità. Il suolo infatti assorbe e conserva il carbonio organico e riesce a sequestrare l'anidride carbonica (CO₂) atmosferica. In tal modo contribuisce alla riduzione delle concentrazioni di gas serra in atmosfera. Allo stesso tempo il suolo favorisce l'aggregazione e la stabilità delle particelle di terreno e fornisce l'energia metabolica necessaria per i processi biologici e gli elementi nutritivi (azoto, fosforo e zolfo) per gli organismi, stimola l'attività enzimatica e supporta l'incremento del numero delle specie e dell'attività della mesofauna.

Il suolo esercita molte funzioni nei confronti dell'uomo, fornendo veri e propri servizi, direttamente e indirettamente. Il *Millennium Ecosystem Assessment*¹ ha

FIGURA 1

Cicli di retroazione tra degrado del territorio, cambiamento climatico e perdita di biodiversità. [Fonte: adattato da *Global Land Outlook 2022*]

¹ Il Millennium Ecosystem Assessment (Valutazione degli ecosistemi del millennio) è un progetto di ricerca lanciato nel 2001 con il supporto dell'ONU. Finanziato con 24 milioni di dollari ha coinvolto più di mille esperti e scienziati di tutto il mondo. Ha cercato di identificare i cambiamenti subiti dagli ecosistemi e di sviluppare degli scenari per il futuro, basandosi sul trend dei cambiamenti. I risultati, pubblicati nel 2005, hanno affermato che il mondo sta degradando le proprie risorse naturali. Le conseguenze di tale degrado cresceranno in modo significativo nei prossimi 50 anni. <https://www.millenniumassessment.org>

messo a disposizione una lettura delle relazioni tra l'ambiente e l'uomo basata sull'analisi dei servizi ecosistemici, in una visione centrata sui vantaggi che le persone ricevono dall'ecosistema:

- servizi di approvvigionamento, che forniscono i beni veri e propri, quali cibo, acqua, legname e fibra: è infatti fonte di materie prime; vi è localizzata l'agricoltura, inclusi i pascoli e la silvicoltura; fornisce lo spazio su cui si basano strutture tecniche, industriali e socio-economiche;
 - servizi di regolazione e supporto, che regolano il clima e le precipitazioni, l'acqua (ad es. le inondazioni), i rifiuti e la diffusione delle malattie e che comprendono la formazione del suolo, la fotosintesi e il ciclo nutritivo;
 - servizi culturali, relativi alla bellezza, all'ispirazione e allo svago che contribuiscono al nostro benessere spirituale. Il patrimonio culturale che rappresenta è parte essenziale del paesaggio prodotto dagli esseri umani che ci vivono. Inoltre, conserva informazioni a carattere paleontologico e archeologico di grande valore per la comprensione della storia della terra e dell'umanità
- Il degrado del suolo ne impedisce le funzioni e di conseguenza la fruizione dei servizi esso può offrire.

LE CAUSE E GLI EFFETTI DEL DEGRADO

Il degrado del suolo è un problema che ha manifestazioni diverse, caratterizzandosi così come una condizione diffusa a scala globale con dinamiche locali.

Le sue cause sono molteplici, molte provocate da fenomeni naturali, come i cambiamenti climatici, con le modifiche dei patterns delle precipitazioni, la temperatura in aumento, la crescita di fenomeni climatici

estremi come alluvioni e episodi di siccità, con conseguente disponibilità insufficiente di acqua per il suolo, per la vegetazione e per le attività produttive (agricoltura in primis, che comunque rappresenta il più grande uso antropogenico del territorio, in quanto la produzione di cibo utilizza il 50% delle terre

Le cause antropiche del degrado sono collegate all'uso e alla gestione non sostenibile delle risorse naturali e lo sfruttamento eccessivo del suolo e delle acque

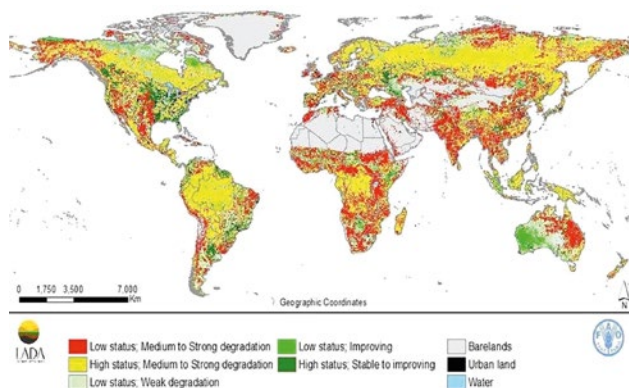


FIGURA 2
Classi di degrado
a livello globale
[Fonte: FAO]

abitabili). I cambiamenti climatici hanno come effetto sul suolo l'aumento dell'aridità, con un conseguente abbassamento della produttività, con la riduzione, il degrado o la scomparsa in casi estremi della copertura vegetali. L'aumento degli incendi poi ne è certamente effetto diretto e causa diretta di deterioramento rapido degli ecosistemi. Anche la disintegrazione del suolo e la rimozione a causa dell'azione di pioggia e/o vento su terreni fragili è un effetto amplificato dai cambiamenti climatici che provocano fenomeni di erosione dello strato superficiale fertile.

Alle cause naturali si aggiungono le cause direttamente antropiche, che sono collegate all'uso e alla gestione non sostenibile delle risorse naturali, in particolare del suolo stesso, dell'acqua e della vegetazione.

Contribuisce al degrado del suolo la contaminazione e lo sfruttamento eccessivo dei suoli e delle acque sotterranee e di superficie, incluso quello determinato da pratiche agricole dannose, come ad esempio uso eccessivo di macchine agricole, di fertilizzanti e di pesticidi e la perdita di biodiversità (con smantellamento delle comunità di piante e animali).

Gli effetti distruttivi sulle caratteristiche fisiche e chimiche del suolo sono poi evidenti, e definitive, quando prodotte dall'impermeabilizzazione e consumo di suolo fertile, fenomeno assai rilevante in Italia. L'espansione delle aree artificiali sta consumando risorse terrestri, con un danno diretto e con un danno indiretto, perché la sottrazione di aree all'agricoltura determina anche la necessità di passare a forme di agricoltura ad alta intensità,

con input ampi e continui di nutrienti, antiparassitari, antibiotici e forme di agricoltura industriale insostenibile.

Il degrado del suolo assume forme diverse, combinando in vario modo gli effetti delle diverse minacce per il suolo che sono:

- erosione e disaggregazione;
- compattazione;
- salinizzazione;
- contaminazione (locale e diffusa);
- frane;
- perdita di Biodiversità;
- consumo di suolo/impermeabilizzazione;
- diminuzione di sostanza organica.

Gli effetti della desertificazione e del degrado del suolo e del territorio sugli esseri umani si fanno sentire principalmente attraverso quelli sulla produzione agricola, con risvolti anche per la sicurezza e autosufficienza alimentare e sulla disponibilità di aree naturali e culturali con effetti a lungo termine anche sulla salute fisica e mentale.

La questione della buona salute del suolo strettamente collegata alla salute delle popolazioni, in via diretta a quelle che sopravvivono grazie ai prodotti del suolo, come è il caso dell'agricoltura di sussistenza che costituisce l'unica risorsa in vaste aree del mondo, è al centro della Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione, UNCCD, una delle tre Convenzioni globali nate dal processo avviato dalla Nazioni unite dal Summit di Rio de Janeiro del 1992. La UNCCD era nata con l'obiettivo specifico di combattere i fenomeni di desertificazione, alla base dell'aggravamento delle condizioni di povertà estrema in Africa così come in tutti gli altri continenti.

L'evoluzione dei fenomeni di degrado e l'allargamento delle aree sensibili alla desertificazione ha portato ad ampliare l'attenzione sullo stato del territorio e del suolo, riconoscendone anche la valenza economica e sociale. La stessa UNCCD ha assunto una crescente rilevanza anche in aree non classificate

come aride, semi aride e subumide secche dove lo stato del suolo sta assumendo caratteristiche tali da farle riconoscere come aree sulle quali intervenire anche per prevenire l'insorgenza di tali fenomeni.

Sono quattro le parole d'ordine per l'uso sostenibile del suolo: prevenire, conservare, riusare, ripristinare

Del resto, la stessa Agenda 2030 delle Nazioni Unite ha inserito tra i suoi obiettivi la protezione degli ecosistemi terrestri, chiedendo ai governi di contrastare la desertificazione e arrestare e far retrocedere il degrado del terreno, sforzandosi di raggiungere la *Land Degradation Neutrality*, ovvero un degrado netto pari a zero raggiunto attraverso opportune azioni di protezione, gestione sostenibile e ripristino delle aree degradate.

LA SITUAZIONE IN EUROPA

L'Europa è al di sotto della tendenza media globale, con una situazione migliore ma comunque in declino. È importante sapere che in Europa il declino si verifica spesso sui terreni più fertili.

In particolare, i suoli di pianura e lungo le coste, fisiologicamente già tra i più soggetti al degrado – perché limitrofi alle aree artificiali o posti in aree fragili come quelle costiere – continuano ad essere quelli maggiormente artificializzati, compattati e contaminati.

Ma anche per i suoli nel resto del territorio la situazione non è affatto migliore. Non preservati, vengono lasciati al degrado a causa dell'erosione, dell'intensificazione degli usi e della mancanza di manutenzione. Tutte condizioni che non fanno altro che incrementare i rischi geologici e quelli idraulici, trascinando il destino del territorio verso la desertificazione.

Le parole chiave sono semplici, ma obbligatorie: prevenire, conservare, riusare e ripristinare. Un mix di azioni che servono ad esprimere e attuare le azioni fondamentali per assicurare l'uso sostenibile del suolo, assicurando la compatibilità delle trasformazioni necessarie.

Le informazioni più aggiornate sullo stato dei suoli dell'UE indicano che le attuali pratiche di gestione comportano, approssimativamente, che il 60-70% dei suoli dell'UE sia insalubre, con un'ulteriore percentuale ancora incerta di suoli non sani a causa di problemi di inquinamento scarsamente quantificati. La quota di aree impermeabili o artificiali in Europa rappresentano in media il 5%, ma in Italia superano il 7% come media nazionale. Anche i suoli "naturali" (cioè senza regimi di gestione intensivi), che rappresentano il 52% del territorio dell'UE,

sono oggetto del degrado, in particolare il 30% dei suoli non agricoli si sta erodendo a un livello insostenibile.

La contaminazione e la gestione dei rifiuti sono probabilmente le maggiori incognite. Includono hotspot locali (ad esempio ex terreni industriali, discariche, ecc.), un diffuso patrimonio di inquinamento atmosferico, terreni agricoli (pesticidi, metalli, fanghi di depurazione, plastica) e inquinanti emergenti non quantificati.

A questa situazione si sovrappone l'impatto dei cambiamenti climatici. Secondo le previsioni per l'Europa, infatti, il degrado del suolo e la desertificazione sono gravi e il problema sta peggiorando. Negli scenari dell'ultimo rapporto IPCC ci sono quattro categorie di rischi-chiave per l'Europa:

- l'aumento del livello di riscaldamento globale;
- lo stress idrico, che ridurrà gli habitat adatti agli attuali ecosistemi terrestri e cambierà irreversibilmente la loro composizione;
- la combinazione di caldo e siccità provocherà, insieme ai rischi prodotti dalla maggiore frequenza e intensità di inondazioni, perdite sostanziali in termini di produzione agricola per la maggior parte delle aree europee, non compensate dai guadagni attesi per l'Europa settentrionale;
- si esacerberà la scarsità di risorse idriche nell'Europa meridionale dove la domanda eccede già oggi le disponibilità. Questo divario sta aumentando a causa dei cambiamenti climatici e degli sviluppi socio-economici.

Sulla base della convergenza delle prove, prodotta a livello europeo come sovrapposizione delle diverse cause di degrado del suolo ([Dashboard JRC](#)), emerge che il degrado del suolo è prevalente ed esteso nel contesto del territorio dell'UE, con tutti i suoli sotto pressione, anche se solo indiretta. Il degrado del suolo riguarda tutti gli Stati membri, anche se con marcate differenze tra Stati membri e tra regioni, come emerge dalla mappa delle convergenze, qui riportata in estratto per l'Italia.

La mappa fornisce un'indicazione di dove possono trovarsi i suoli malsani nell'UE e sarà man mano aggiornata non appena saranno disponibili

Il mix tra caldo e siccità provocherà perdite sostanziali in termini di produzione agricola nella maggior parte delle aree europee meridionali e peggiorerà la scarsità di risorse idriche

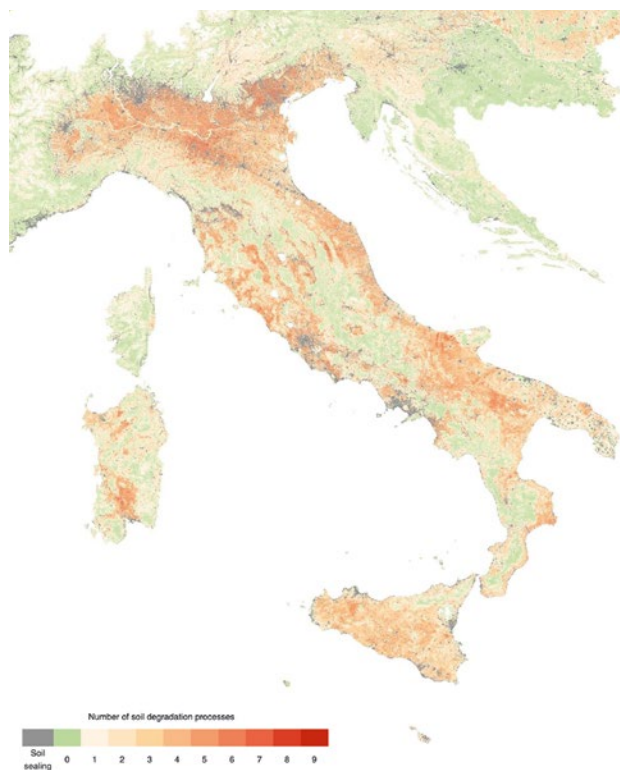
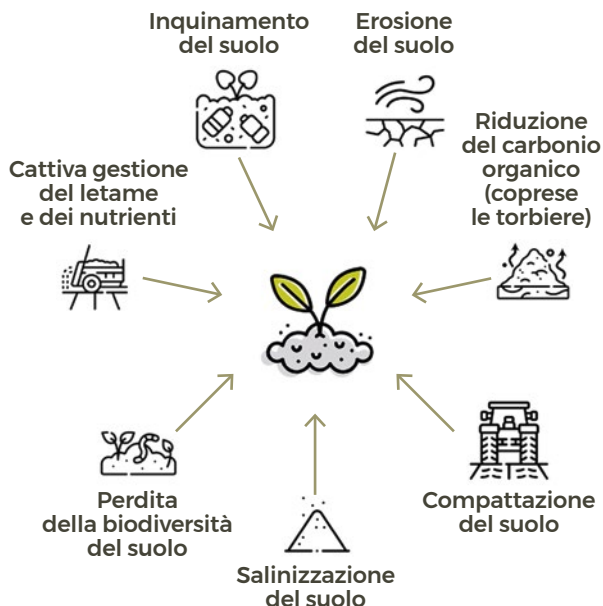


FIGURA 3
Mappa delle convergenze dei fattori di degrado del suolo per l'Italia.
[Fonte: JRC]

nuove evidenze scientifiche. La mappa, che ha risoluzione spaziale di 500 metri, indica per ogni pixel il numero di processi di degradazione del suolo che potrebbero essere presenti, sulla base delle informazioni allo stato disponibili e sulla base di soglie impostate in via preliminare per ogni processo di degrado, con lo scopo di fornire un primo orientamento circa la convergenza di cause di degrado, attraverso una stima del punto oltre il quale la maggior parte dei suoli può ragionevolmente essere considerata malsana o vulnerabile a un determinato processo. Data la vasta gamma di tipi di suolo, alcune soglie a livello dell'UE possono comportare grandi incertezze e sono in corso lavori per valutare la fattibilità dell'applicazione di soglie su base locale che dovrebbe tenere conto delle condizioni locali, in particolare del tipo di suolo e del clima.

Rispetto alle cause di degrado, emerge che la maggior parte dei suoli dell'UE stia attualmente perdendo

FIGURA 4
Pressioni sui terreni agricoli europei.
[Fonte: Corte dei conti europea, sulla base dei dati della Commissione]



carbonio organico, ricevendo più nutrienti del necessario, si sta erodendo o sia compattato o subisca una salinizzazione secondaria o abbia qualche combinazione.

Secondo la Corte dei conti europea², gli sforzi finora compiuti a livello di Unione e dai 27 Paesi membri per assicurare la gestione sostenibile del suolo non solo non hanno avuto “ambizione” sufficiente rispetto alla gravità della situazione, non hanno fatto sufficiente ricorso agli strumenti finanziari e legislativi a loro disposizione e non fanno convergere i finanziamenti sulle aree con i problemi del suolo più urgenti, in particolare rispetto all’indirizzamento delle misure facoltative della politica agricola comune. La Corte ha verificato che gli strumenti dell’UE per la gestione sostenibile dei terreni agricoli e del letame non sono stati utilizzati a sufficienza e che restano ampi margini di miglioramento della salute del suolo.

² Relazione speciale 19/2023: Gli sforzi dell’UE per la gestione sostenibile del suolo – Norme senza ambizione e misure poco mirate <https://www.eca.europa.eu/it/publications/SR-2023-19>

LO STATO DEL DEGRADO IN ITALIA

In Italia le cause di degrado sono numerose: suoli contaminati in attesa che si trovino le risorse per ripristinarlo, suoli coperti da strutture e materiali artificiali, aree abbandonate soggette a incremento di erosione o con ecosistemi profondamente trasformati da specie invasive, suoli sovrasfruttati da produzioni agricole poco rispettose dei bilanci ambientali, suoli aggrediti dalla desertificazione e dagli effetti catastrofici di eventi climatici estremi. Sono tutti tristi esempi che abbiamo tutti sotto gli occhi, ma che rispondono tutti ad un'unica esigenza primaria che è quella di intervenire con urgenza!

Secondo l'ultimo rapporto periodico sull'attuazione della UNCCD (PRAIS4), secondo l'indicatore SDG 15.3.1 adottato per la valutazione dello stato di degrado delle terre, oltre il 17% del territorio italiano è soggetto a processi di degrado del suolo (con riferimento al periodo 2000-2019). Sempre nello stesso rapporto, risulta che il 20% del territorio nazionale è soggetto al fenomeno della siccità, esponendo ai suoi effetti negativi, circa il 15% della popolazione italiana.

In particolare, la desertificazione riguarda le aree dell'Italia centro-meridionale e insulare esposte a stress di natura climatica e alla pressione, spesso non sostenibile, delle attività umane sull'ambiente. Infatti, come afferma l'articolo 2 dell'annesso IV della Convenzione della UNCCD (1996), *“le caratteristiche ambientali e socio-economiche peculiari della regione nord Mediterranea sono caratterizzate da: a) condizioni climatiche semi-aride che colpiscono vaste distese, siccità stagionali, grande variabilità del regime pluviometrico e piogge improvvise e molto violente; b) suoli poveri e sensibili all'erosione, soggetti alla formazione di croste superficiali; c) rilievi eterogenei con forti pendii e paesaggi molto variati; d) perdite importanti della copertura forestale dovute ad incendi; e) crisi dell'agricoltura tradizionale, caratterizzata dall'abbandono delle terre e dal deterioramento delle strutture di protezione del suolo e dell'acqua; f) sfruttamento non sostenibile delle risorse idriche che provoca gravi danni all'ambiente,*

Secondo la Corte dei Conti europea, gli sforzi fatti finora dalla UE e dai 27 Stati membri per la gestione sostenibile del suolo non hanno avuto sufficiente ambizione rispetto alla gravità del problema

compreso l'inquinamento chimico, la salinizzazione e l'esaurimento delle falde idriche; g) concentrazione dell'attività economica nelle zone costiere imputabile allo sviluppo dell'urbanizzazione, delle attività industriali, al turismo e all'agricoltura irrigua".

La buona notizia è che il suolo degradato è recuperabile, anche se non sempre completamente, ma a fronte di grandi sforzi, inclusi quelli finanziari. Conosciamo tutti la lezione e prevenire è sicuramente la mossa giusta e anche dal punto di vista economico è sicuramente la mossa più efficace, quella che consente di non gravare sulla nostra economia di Paese.

Dalla esperienza delle valutazioni condotte da ISPRA, emerge una scarsa consapevolezza della criticità delle condizioni del suolo, che sono manifestazioni tangibili dell'assenza di equilibrio nell'uso del suolo. Per questo non bisogna mai smettere di ripetere che il suolo è una risorsa scarsa difficilmente ricostruibile. E che la stessa nostra sopravvivenza e la qualità della nostra vita sia dipendente dalla salute del suolo.

Certamente è necessario rendere i meccanismi di tutela del suolo più chiari ed efficaci, basandoli sulla migliore conoscenza scientifica, favorendone la consapevolezza a tutti i livelli, a partire da decisori e istituzioni, esperti e professionisti nonché sensibilizzando e coinvolgendo tutta la popolazione.

Per la protezione dei suoli e il recupero delle aree degradate e per la sostenibilità degli usi serve una visione integrata, che vede insieme il miglioramento della conoscenza e della capacità di analisi rafforzando le strutture dei laboratori e le reti di monitoraggio, insieme alle misure per produzioni agricole di qualità, locali e sostenibili e per la salvaguardia della ricchezza di diversità e la qualità dei nostri paesaggi. Questo consentirebbe di aumentare la resilienza dei territori e il benessere sociale ed economico delle comunità.

Considerando le valutazioni di maggior dettaglio pubblicate nel rapporto annuale del Sistema nazionale di protezione ambientale³ è possibile un'analisi anche

³ Munafò, 2023 - Report SNPA, *Consumo di Suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*.

del livello regionale, dalla quale risulta che le regioni che registrano le percentuali maggiori di territorio degradato al 2019 sono il Lazio (35,4%) e l'Umbria (33,8%). La Sardegna invece è la regione con la superficie degradata maggiore in termini assoluti con 641 mila ettari, seguita dal Lazio con territorio degradato pari a 602 mila ettari, e dall'Emilia-Romagna con 581 mila ettari.

Dal bilancio tra aree degradate e migliorate, emerge un aggiornamento del valore dell'indicatore SDG 15.3.1, che viene stimato per il livello nazionale al 17,4% con un intervallo che va dall'1,5% del Trentino-Alto Adige al 33,9% del Lazio.

TABELLA 11 VALORI REGIONALI DEL CALCOLO DELL'INDICATORE 15.3.1 AL 2019

Regione	SDG 15.3.1 - 2019						
	Stabile	Degradato	Migliorato	Stabile	Degradato	Migliorato	SDG 15.3.1
	(ha)	(ha)	(ha)	(%)	(%)	(%)	(%)
Piemonte	1.793.724,00	517.688,00	117.999,00	71,30	20,60	4,70	15,90
Valle d'Aosta	266.866,00	24.260,00	11.160,00	82,60	7,50	3,50	4,10
Lombardia	1.552.157,00	469.207,00	133.302,00	65,70	19,80	5,60	14,20
Liguria	388.000,00	115.993,00	12.984,00	72,30	21,60	2,40	19,20
Friuli-Venezia Giulia	585.588,00	100.081,00	45.893,00	74,70	12,80	5,90	6,90
Trentino-Alto Adige	1.152.037,00	87.021,00	67.125,00	85,50	6,50	5,00	1,50
Emilia-Romagna	1.448.202,00	581.009,00	126.495,00	65,00	26,10	5,70	20,40
Veneto	1.167.662,00	284.291,00	186.412,00	64,30	15,70	10,30	5,40
Umbria	525.237,00	283.050,00	8.965,00	62,80	33,80	1,10	32,70
Marche	620.280,00	276.090,00	14.659,00	67,20	29,90	1,60	28,30
Toscana	1.614.514,00	537.991,00	76.094,00	70,90	23,60	3,30	20,30
Lazio	1.019.360,00	602.448,00	25.904,00	59,90	35,40	1,50	33,90
Basilicata	785.962,00	175.133,00	20.424,00	79,50	17,70	2,10	15,60
Molise	315.913,00	114.258,00	8.619,00	71,90	26,00	2,00	24,00

Regione	SDG 15.3.1 - 2019						
	Stabile	Degradato	Migliorato	Stabile	Degradato	Migliorato	SDG 15.3.1
	(ha)	(ha)	(ha)	(%)	(%)	(%)	(%)
Abruzzo	753.436,00	293.920,00	14.998,00	70,50	27,50	1,40	26,10
Calabria	1.174.528,00	198.277,00	94.191,00	78,70	13,30	6,30	7,00
Puglia	1.516.125,00	255.637,00	55.582,00	79,10	13,30	2,90	10,40
Campania	909.751,00	334.769,00	32.831,00	67,60	24,90	2,40	22,40
Sardegna	1.675.921,00	641.606,00	20.085,00	70,20	26,90	0,80	26,00
Sicilia	1.970.169,00	426.856,00	65.542,00	77,40	16,80	2,60	14,20
ITALIA	21.278.374,00	6.319.586,00	1.139.264,00	71,30	21,20	3,80	17,40

LE AZIONI EUROPEE E LA PROPOSTA DI DIRETTIVA SUL MONITORAGGIO DEL SUOLO E RESILIENZA

Negli ultimi anni, grazie alla accresciuta attenzione alla rilevanza della protezione e dell'uso sostenibile del suolo e alla riconosciuta necessità di definire un quadro comune, si è arrivati all'adozione della Strategia dell'UE per il suolo per il 2030 "Raccogliere i benefici di suoli sani per le persone, il cibo, la natura ed il clima"⁴.

Nel quadro del Green Deal europeo e di tutte le misure che la DG Environment sta predisponendo per ecosistemi e biodiversità, e a valle del lavoro della Soil Mission, la DG Environment ha presentato lo scorso 5 luglio la proposta di una Direttiva per il monitoraggio del suolo e Resilienza⁵ che parte dalla Strategia e punta alla defi-

⁴ Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Strategia dell'UE per il suolo per il 2030 Suoli sani a vantaggio delle persone, degli alimenti, della natura e del clima. COM/2021/699 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX:52021DC0699>

⁵ COM_2023_416_final

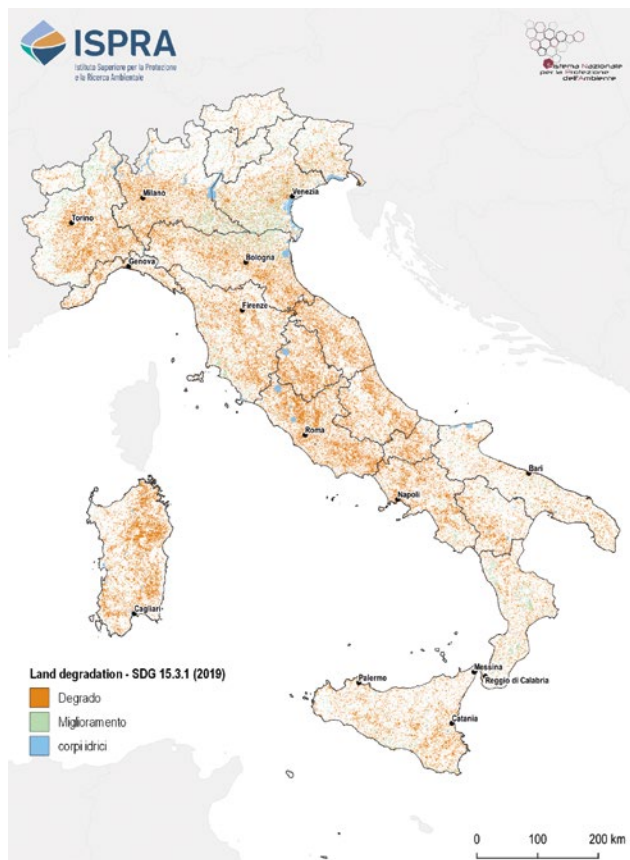


FIGURA 5
La valutazione
dell'indicatore 15.3.1
per l'Italia al 2019

nizione di un quadro descrittivo omogeneo della salute dei suoli europei. L'obiettivo è quello di rendere disponibile una migliore descrizione della situazione attuale della salute del suolo, in termini di stato e tendenza dei processi di degrado e dei crescenti fenomeni di desertificazione che ne rappresentano il livello estremo, tra erosione, salinizzazione, artificializzazione, contaminazione e sovrasfruttamento, amplificati dai cambiamenti climatici, che si vanno espandendo e aggravando, come testimoniano anche una ampia varietà di studi.

Per comprendere il potenziale dei nostri suoli di fornire funzioni del suolo e servizi ecosistemici e per sviluppare e misurare l'impatto delle politiche dell'UE, è essenziale monitorarne le variazioni dello stato di salute

La proposta di direttiva UE
per il monitoraggio e la resilienza
del suolo ha il merito
di migliorare i dati
e le informazioni sulla salute
dei diversi tipi di terreni

spazialmente nell'UE e nel tempo, attraverso un monitoraggio del suolo che permetta la determinazione sistematica delle proprietà del suolo e che sia in grado di rilevare e registrare i cambiamenti spaziali e temporali.

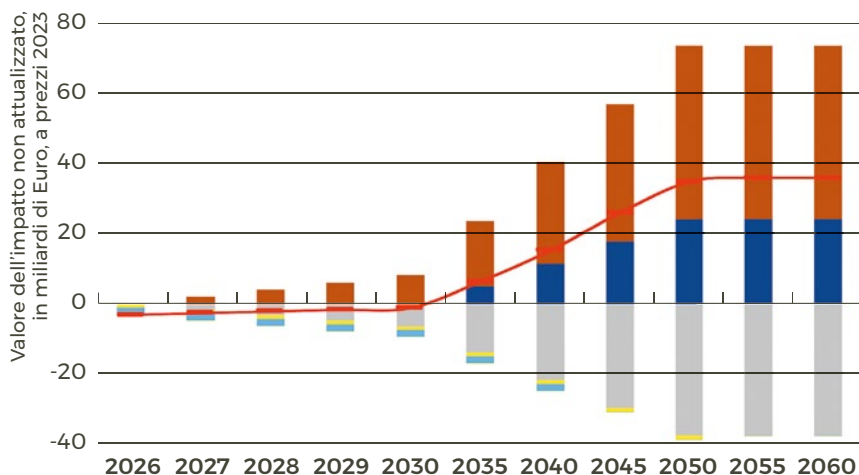
I suoli si evolvono a causa di fattori naturali, ma anche a causa delle pressioni delle attività umane. I nostri suoli soffrono di un continuo degrado, ma abbiamo bisogno di saperne di più su questi processi e sull'evoluzione della salute del suolo e servono programmi di monitoraggio in particolare per i seguenti scopi, come afferma la proposta di direttiva:

- determinare la salute attuale dei suoli (*baseline*) e le pressioni;
- monitorare periodicamente i cambiamenti e le tendenze (deterioramento e miglioramento);
- sviluppare o valutare le politiche e misurare i progressi verso i traguardi/obiettivi politici (ad esempio, suolo sano entro il 2050);
- identificare le pratiche di gestione del suolo o le azioni di ripristino che devono essere applicate per recuperare, migliorare o mantenere la salute del suolo;
- fornire dati per valutazioni scientifiche, modellizzazione, ricerca e sviluppo della conoscenza.

A tal fine, il monitoraggio e le informazioni che ne deriveranno dovranno essere statisticamente rappresentativi, coerenti e comparabili, dovranno coprire i parametri inclusi nella proposta di direttiva e legati alla definizione di salute del suolo, ad una scala e con una frequenza significativa per intraprendere azioni adeguate.

Uno sforzo non semplice, i cui benefici tuttavia coprono ampiamente gli sforzi, come indicato nella Valutazione di Impatto che accompagna la proposta.

Sicuramente la proposta rappresenta un forte avanzamento rispetto alla necessità di migliorare i dati consolidati a livello di UE. La conoscenza dei processi è l'imprescindibile base per definire misure e azioni efficaci, va però segnalato che le misure adottate dagli Stati membri per misurare e combattere il degrado e la desertificazione sono decisamente disomogenee.



- Benefici - costi evitati di degrado del suolo (esclusa la contaminazione)
- Benefici - costi evitati di degradazione suolo (contaminazione)
- Costi di ampliamento della rete di monitoraggio
- Costi per identificare i siti contaminati
- Costi per bonificare i siti contaminati
- Costi di ampliamento delle tecniche sostenibili di gestione del suolo
- Oneri amministrativi aggiuntivi - anticipati
- Oneri amministrativi aggiuntivi - in corso
- Benefici netti

FIGURA 6
Analisi costi - benefici
[Fonte: Valutazione di Impatto della Proposta di Direttiva]

Con questa proposta di direttiva, la Commissione Europea si è impegnata a favorire una valutazione più chiara, come base di misure efficaci e coerenti per aumentare la resilienza del suolo, attraverso la definizione comune di “cosa è un suolo sano”, delle caratteristiche del monitoraggio, delle regole favorevoli all’uso e al ripristino sostenibile del suolo.

Gli Stati membri dovranno rispondere a queste grandi sfide per la gestione di territorio e del suolo, a partire dalla predisposizione di reti di monitoraggio, ad una scala territoriale che la direttiva lascia alla scelta degli Stati membri in conformità con i propri sistemi di gestione adottati, in vista degli impegni per la definizione di criteri e misure di uso sostenibile.

A livello italiano, ISPRA e CREA hanno proposto la nascita di un'agorà in cui costruire un sistema forte e integrato di tutela dei suoli nazionali rispettoso della fragilità del nostro territorio

Le strumentazioni e le misure dovranno essere congruenti con le priorità e, tra l'altro, con le politiche e le norme per la pianificazione territoriale, la produzione agricola sostenibile e per l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Rispetto alla proposta di direttiva, è necessario favorirne e prepararne l'applicazione a livello nazionale e

locale e sostenere la necessaria collaborazione inter-istituzionale multilivello, senza trascurare tutti gli interessi in gioco e i punti di vista dei diversi attori, dai policy ai decision makers, dalle comunità locali ai produttori e ai consumatori.

La necessità è quella di rappresentare, nel processo di discussione, la considerazione delle specificità nazionali, a partire dalla ricchezza di diversità dei suoli e la qualità dei nostri paesaggi e lo scopo è quello di mettere in piedi un sistema di gestione e di monitoraggio vicino e adeguato ai fenomeni ambientali del degrado del suolo.

AGRIGENERATION: LA RETE CHE RECUPERA (E CURA) I TERRENI CONFISCATI

Recuperare il suolo degradato. Ovvero, avviare un vero e proprio percorso di rinascita. Una nuova vita. Può capitare ovunque, anche nei terreni più difficili, segnati a lungo dalle ferite del passato. Un esempio emblematico viene dalla provincia di Caserta dove, dagli anni '90 del secolo scorso, agisce la Cooperativa Sociale Terra Felix. «Abbiamo iniziato ad operare in un territorio in cui si parlava poco di ecologia» raccontava il

direttore esecutivo di Terra Felix, Francesco Pascale, a Re Soil Foundation. «Così facendo ci siamo scontrati con forti difficoltà ed evidenti mancanze. Per capirci: parliamo dell'epoca in cui Legambiente denunciava per la prima volta il fenomeno della Terra dei fuochi nel suo Rapporto Ecomafie con tutte le inevitabili conseguenze». La denuncia è concreta e doverosa ma l'effetto indiretto è dietro l'angolo. Per le eccellenze

agricole locali la caduta di immagine è forte. A crescere, di riflesso, è il fenomeno dell'abbandono della terra. «La speculazione edilizia aumentava sulla spinta della criminalità, ormai impegnata ad accaparrarsi gli spazi degradati» proseguiva Pascale. «È in quel contesto, in risposta al problema, che sono nati i nostri progetti di rigenerazione del suolo». Il più ambizioso resta indubbiamente AgRigeneration, opera

Auspiciando un percorso di discussione largo e condiviso, che comprenda, tutti i diversi attori, stakeholders, istituzionali e non, ISPRA insieme a CREA ha proposto la nascita di una sorta di “agorà”, uno spazio comune in cui condividere i punti di vista e soprattutto costruire insieme un sistema forte e integrato di tutela dei suoli nazionali, che finalmente rispetti le fragilità del nostro territorio.

Con riferimento alla situazione nazionale, dunque, nel confronto avviato per la preparazione di una posizione italiana omogenea sono emerse alcune osservazioni dall’analisi delle proposte di direttiva sul suolo.

Seppure sarebbe auspicabile una incisività maggiore delle misure, come da più parti segnalato a partire dalla Corte dei Conti, è stato in generale manifestato un atteggiamento positivo, per appoggiare per quanto possibile la proposta di direttiva, che rappresenta un significativo passo avanti e colma un vuoto legislativo notevole sul suolo, riconoscendo finalmente il valore del suolo all’interno dell’UE.

Il processo introdotto dalla direttiva può portare a politiche più efficaci a livello nazionale e regionale, co-

BUONE PRATICHE

di recupero del terreno e di riattivazione dell’agricoltura nei terreni confiscati alle mafie. Operativo nell’area “dei Mazzoni”, che comprende sei comuni della provincia di Caserta, il programma ha il suo cuore pulsante a Santa Maria La Fossa, in località Ferrandelle: all’interno di un capannone di circa 250 mq è stato allestito un “Centro di Documentazione

ed Educazione Ambientale”. La struttura di Terra Felix, intitolata a Pio La Torre, è gestita dal Consorzio Pubblico Agrorinasce. L’obiettivo? Promuovere la rigenerazione del sistema locale in chiave innovativa e sostenibile, costruendo una rete di operatori e sviluppando l’economia sociale. Una strategia pensata non solo per la valorizzazione dei prodotti ma anche per il contrasto a due

grandi piaghe: le agromafie e il caporalato. AgRigeneration mette in contatto le aziende agricole che gestiscono i beni confiscati. Fornendo al tempo stesso una vera e propria formazione “sul campo”. I temi affrontati, infatti, includono l’agricoltura biologica, il risparmio idrico ed energetico, la gestione dei rifiuti, la riduzione delle emissioni e l’uso delle bioplastiche in agricoltura.

Diversamente da quanto accade in altri Stati UE, il monitoraggio italiano garantito da ISPRA e dal SNPA del consumo di suolo risponde già agli obblighi previsti dalla direttiva UE

stituendo una pietra miliare nelle politiche di protezione ambientale e nella gestione responsabile del suolo, con un linguaggio comune e consentendo un efficace scambio di dati e informazioni sul suolo.

In particolare, rispetto all'obiettivo *no net land take* al 2050, seppure manchi la definizione di specifici obblighi di riduzione, le definizioni e

il monitoraggio annuale potranno essere buone basi per dare impulso su questo aspetto centrale, che ricordiamo si concentra nei terreni vocati all'agricoltura. Si segnala che per questi descrittori, il monitoraggio nazionale italiano è già idoneo a rispondere agli obblighi della direttiva grazie al lavoro di ISPRA e del SNPA.

I tempi previsti sono lunghi dato che l'obbligo di adottare misure di *Sustainable Land Management* decorre dopo quattro anni dall'entrata in vigore della direttiva stessa. Inoltre, i vari piani che daranno attuazione alle misure di protezione del suolo avranno a loro volta le loro tempistiche per cui comunque la loro implementazione sarebbe graduale. Sarebbe quindi opportuno un richiamo ad implementare da subito misure di gestione sostenibile dei suoli.

Rispetto alla facoltà concessa agli Stati membri di sviluppare un sistema volontario di certificazione della salute del suolo, si segnala che il monitoraggio su base LUCAS, seppure i punti vengano aumentati di cinque volte, non consente una adeguata valutazione a scala aziendale. Gli auspicati meccanismi di certificazione, quindi, dovrebbero basarsi su altri monitoraggi che richiedono risorse e che potrebbero quindi utilmente essere agganciati alle misure della PAC.

La direttiva si occupa sostanzialmente di monitoraggio del suolo, quindi, considerandolo come elemento fondamentale per costruire le basi conoscitive ad azioni per aumentarne la resilienza. Per avviare un percorso efficace a costruire un quadro giuridico solido per raggiungere l'obiettivo del miglioramento della salute dei suoli, come peraltro chiedeva la Corte dei Conti Europea nel suo Special Report del 2018, sarebbe anche necessario ragionare e proporre un quadro articolato di modalità,

strumenti, criteri e buone pratiche per favorire la rigenerazione dei suoli.

Il tema della contaminazione costituisce un aspetto rilevante della direttiva, che nel suo testo sottolinea l'importanza di rappresentare un punto di riferimento per gli Stati membri che non dispongono di una legislazione specifica sui siti contaminati e come catalizzatore per l'innovazione per coloro che hanno già politiche consolidate in questo settore. È ritenuto importante che le disposizioni di definizioni comuni costituiscano una base per un monitoraggio efficace a livello europeo, che possa sostenere la revisione e l'aggiornamento delle politiche in materia di suolo nel tempo e un solido punto di partenza, garantendo una protezione minima comune del suolo e riducendo il rischio di danni ambientali derivanti dall'inquinamento o dall'uso improprio del suolo.

CONCLUSIONI

È certamente necessario alla luce della complessità della situazione rendere i meccanismi di tutela del suolo più chiari ed efficaci, basandoli sulla migliore conoscenza scientifica, favorendone la consapevolezza a tutti i livelli, a partire da decisori e istituzioni, esperti e professionisti nonché sensibilizzando e coinvolgendo tutta la popolazione. E per questo obiettivo la proposta di direttiva costituisce uno sforzo importante e auspicabile.

Rimane comunque cruciale e va sottolineato, che per la protezione dei suoli, il recupero delle aree degradate e per la sostenibilità degli usi, sia adottata finalmente una visione integrata, che vede insieme il miglioramento della conoscenza e della capacità di analisi e monitoraggio, insieme alle misure per produzioni agricole di qualità, locali e sostenibili e per la salvaguardia della ricchezza di diversità e la qualità dei nostri paesaggi. Questo consentirebbe di aumentare davvero la resilienza dei territori e il benessere sociale ed economico delle comunità.

Per proteggere i suoli e recuperare le aree degradate serve una visione integrata che migliori il monitoraggio e sviluppi produzioni agricole di qualità, locali e sostenibili

BUONE PRATICHE



ACQUE REFLUE DEPURATE PER FERTILIZZARE I TERRENI AGRICOLI

In Italia e più in generale in Europa, dicono i dati dell'Agenzia europea per l'Ambiente, i prelievi di acqua dolce per uso agricolo rappresentano circa il 50% del fabbisogno idrico totale. E la quota sale oltre la soglia del 60% in primavera, per consentire alle colture di crescere dopo la semina. Numeri alti, insostenibili, rilevano gli osservatori, soprattutto nel contesto del cambiamento climatico. Ma come si possono limitare i prelievi rispondendo al contempo alle esigenze della coltivazione? A fornire una risposta ci hanno pensato l'Università di Bologna ed ENEA, l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile. In collaborazione con Gruppo Hera e Irritec, i due organismi hanno infatti sviluppato un prototipo tecnologicamente avanzato in grado di depurare le acque reflue. Che, in questo modo, possono essere riutilizzate per irrigare e fertilizzare i campi coltivati. I benefici di questa tecnologia? Maggiore disponibilità idrica, apporto di nutrienti, riduzione dei concimi chimici, sostenibilità ambientale e qualità della filiera depurativa.

«La ricerca che abbiamo condotto ha evidenziato l'elevato potenziale del riuso a scopo fertirriguo delle acque reflue depurate, sia in termini quantitativi che nutritivi, sfruttando tecnologie e materiali smart che consentono la gestione dell'irrigazione e della fertilizzazione di precisione», ha spiegato a Re Soil

Foundation Attilio Toscano, professore di idraulica agraria e coordinatore delle attività sperimentali condotte dal Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Fonti Rinnovabili, Ambiente, Mare ed Energia dell'Università di Bologna. «Inoltre, la verifica degli effetti del riutilizzo diretto degli effluenti secondari e terziari sul sistema suolo-pianta ha mostrato, negli studi fin qui condotti, la sicurezza e la sostenibilità di tale pratica». L'innovazione, che rientra nell'ambito del progetto Value CE-IN, finanziato dalla Regione Emilia-Romagna e dal Fondo Sviluppo e Coesione, è stata presentata in occasione della Giornata Mondiale dell'Acqua 2022.

Realizzato presso l'impianto di depurazione del Gruppo Hera a Cesena, il prototipo dimostrativo è stato testato su un campo sperimentale con 120 colture di cui 66 piante di pesco e 54 di pomodoro da industria. I risultati raccolti a valle della fase sperimentale confermano la qualità delle acque depurate a fini agricoli. L'esperienza evidenzia la fattibilità di pratiche di economia circolare e simbiosi industriale che favoriscono la conversione degli impianti di depurazione in vere e proprie bioraffinerie da cui recuperare la risorsa idrica primaria, prodotti secondari ad elevato valore aggiunto, come ammendanti e fertilizzanti in grado di garantire un apporto di nutrienti, tra i quali azoto, fosforo e potassio, e ridurre il ricorso a concimi chimici di sintesi.



Impermeabilizzazione e copertura artificiale

Michele Munafò^a

^a Responsabile Servizio per il sistema informativo nazionale ambientale, ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale)

66 **S**i passerà a piedi nudi nel cemento e sempre di meno nelle aree verdi urbane: aumenta il consumo di suolo soprattutto all'interno delle città italiane". Così apriva, ormai quattro anni fa, il comunicato stampa dell'ISPRA¹ in occasione della presentazione del consueto Rapporto nazionale sul consumo di suolo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA).

Anche gli ultimi dati mostrano come il consumo di suolo - ovvero la copertura artificiale di aree naturali o seminaturali² - continui a crescere in Italia e che questa crescita, negli ultimi anni, si stia intensificando. Infatti, non solo il rallentamento rispetto alle dinamiche esistenti prima della crisi economica, iniziato nel 2012, è ormai terminato, ma oggi si assiste a un'importante accelerazione che, nel 2022, ha portato alla trasformazione del territorio agricolo e naturale in aree artificiali su 77 km², il valore più alto degli ultimi 11 anni, il 10% in più di quello registrato l'anno precedente.³

Continuiamo così a perdere suolo, sostituito da asfalto e cemento, edifici e fabbricati, strade e altre infrastrutture, insediamenti commerciali, produttivi, logistici e di servizio, cantieri, piazzali, aree estrattive, impianti di produzione di energia, discariche, etc. Le città, anche dove la popolazione si riduce, crescono ancora, sia attraverso l'espansione verso le aree agricole esterne, sia attraverso la progressiva saturazione e la perdita delle aree aperte e dei preziosissimi spazi verdi all'interno del tessuto urbano esistente.

Questa crescita, avvenuta molte volte in modo disordinato e incontrollato, si è registrata con continuità durante l'ultimo secolo e ha trasformato radicalmente il paesaggio, con pesanti impatti sul suolo, sulle sue funzioni, sui servizi ecosistemici e sulla biodiversità.

¹ "A piedi nudi nel cemento: in un anno consumati 24 m² di suolo cittadino per ogni ettaro di aree verdi". Comunicato stampa del 17 settembre 2019, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.

² Commissione Europea, 2023. Proposta di direttiva per il Parlamento europeo e il Consiglio su monitoraggio e resilienza del suolo (Soil Monitoring Law) COM(2023) 416 final.

³ Munafò, M. (a cura di), 2023. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2023. Report SNPA, Roma.

**ANZICHÉ
RALLENTARE, LA
TRASFORMAZIONE
DI ZONE NATURALI
IN AREE
ARTIFICIALI STA
ACCELERANDO:
NEL 2022
HA RAGGIUNTO
IL VALORE PIÙ ALTO
DEGLI ULTIMI
11 ANNI.
I COSTI NASCOSTI
DEL CONSUMO
DI SUOLO
SFIORANO
I 9 MILIARDI
DI EURO L'ANNO**

In un territorio con una naturale propensione al dissesto, legata alle sue caratteristiche meteo-climatiche, topografiche, morfologiche e geologiche e con il 18,4% della superficie nazionale classificata a maggiore pericolosità per frane e alluvioni⁴, gli strumenti della pianificazione territoriale, troppo spesso, non sono riusciti a governare e ad arginare la spinta edilizia e infrastrutturale in maniera efficace, portando così anche a un considerevole aumento degli elementi esposti a rischio.

Un modello insediativo che ha reso il nostro territorio sempre più fragile e poco attrezzato ad affrontare le grandi sfide ecologiche, climatiche, sociali che dobbiamo affrontare con urgenza e che influenzeranno profondamente, nel futuro, il nostro modo di abitare e di muoverci all'interno e all'esterno delle città.

L'IMPATTO DELLA COPERTURA ARTIFICIALE E DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO

Le nuove coperture artificiali [FIGURA 1] causano la perdita, spesso irreversibile, di un bene comune limitato e di una risorsa che, considerando i tempi di formazione e di rigenerazione lunghissimi, possiamo considerare fondamentalmente non rinnovabile. Per questo, la conversione di terreni naturali o seminaturali in aree artificiali viene definita "consumo di suolo"⁵.

L'Agenzia Europea per l'Ambiente definisce le superfici a copertura artificiale come "tutte le superfici dove il paesaggio è stato modificato o è influenzato da attività di costruzione sostituendo le superfici naturali con strutture artificiali abiotiche 2D/3D o con materiali artificiali. Le parti artificiali di aree urbane e suburbane, dove sono presenti infra-

Il 18,4% della superficie nazionale è classificata ad alto rischio per frane e alluvioni. Nonostante questo, la pianificazione territoriale non è riuscita a governare e arginare la spinta edilizia e infrastrutturale

⁴ Trigila A., Iadanza C., Lastoria B., Bussetini M., Barbano A., 2021. *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*. Edizione 2021. ISPRA, Rapporti 356/2021.

⁵ Commissione Europea, 2023, cit.

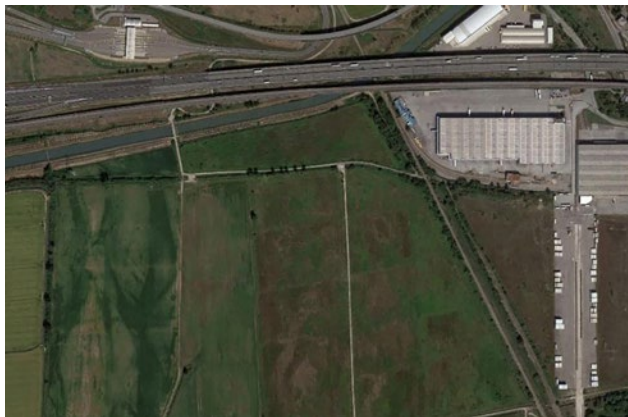


FIGURA 1
Un esempio di nuova copertura artificiale (consumo di suolo) di circa 23 ettari a Novara per la realizzazione di un polo logistico. Dall'alto al basso le immagini satellitari dell'area negli anni 2020, 2021 e 2022.



FIGURA 2 Impermeabilizzazione del suolo. strutture insediative permanenti; inclusi anche gli insediamenti in aree

rurali. Le aree verdi in ambiente urbano non sono considerate superfici artificiali⁶. Secondo questa definizione, solo una parte dell'area di insediamento urbano è davvero artificiale, poiché giardini, parchi urbani e altri spazi verdi non devono essere considerati. Rientrano, invece, tra le superfici artificiali anche quelle presenti nelle zone agricole e naturali⁷.

L'impermeabilizzazione del suolo – ovvero la copertura permanente di parte del terreno e del relativo suolo con materiali (quali asfalto o calcestruzzo) che riducono significativamente l'infiltrazione dell'acqua nel terreno e dovuta, ad esempio, alla costruzione di edifici e strade – costituisce la forma più evidente e più diffusa di copertura artificiale⁸. L'impermeabilizzazione può avvenire sia su aree non consumate, sia su aree già consumate ma non ancora impermeabilizzate [FIGURA 2].

L'impermeabilizzazione rappresenta la principale causa di degrado del suolo in Europa, comporta un rischio

⁶ EEA, 2023. *Explanatory Documentation of the EAGLE Concept*. V. 3.2. EEA, Copenhagen.

⁷ Commissione Europea, 2013. *Superfici impermeabili, costi nascosti. Alla ricerca di alternative all'occupazione e all'impermeabilizzazione dei suoli*. Lussemburgo.

⁸ Commissione Europea, 2012. *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo*. Bruxelles, 15.5.2012, SWD (2012) 101.

accresciuto di inondazioni, contribuisce ai cambiamenti climatici, minaccia la biodiversità, provoca la perdita di terreni agricoli fertili e aree naturali e seminaturali, contribuisce insieme alla diffusione urbana alla progressiva e sistematica distruzione del paesaggio, soprattutto rurale e alla perdita delle capacità di regolazione dei cicli naturali e di mitigazione degli effetti termici locali⁹.

La copertura con materiali impermeabili è probabilmente l'uso più impattante che si può fare della risorsa suolo poiché determina la perdita totale o una compromissione permanente della sua funzionalità tale da limitare/inibire il suo insostituibile ruolo nel ciclo degli elementi nutritivi. Le funzioni produttive dei suoli sono, pertanto, inevitabilmente perse, così come la loro possibilità di assorbire CO₂, di regolare i flussi idrici, di fornire supporto e sostentamento per la componente biotica dell'ecosistema, di garantire la biodiversità e, spesso, la fruizione sociale.

L'impermeabilizzazione deve essere, per tali ragioni, intesa come un costo ambientale, risultato di una diffusione indiscriminata delle tipologie artificiali di uso del suolo che porta al degrado delle funzioni ecosistemiche e all'alterazione dell'equilibrio ecologico¹⁰.

Queste trasformazioni del territorio, spesso irreversibili, contribuiscono significativamente anche ai cambiamenti climatici e alla riduzione della capacità di adattamento al riscaldamento globale. Quando il suolo viene impermeabilizzato attraverso le diverse forme di copertura artificiale, aumentano anche la pericolosità idraulica, il rischio e i fenomeni di dissesto e di degrado del territorio, si perde la capacità di regolare i principali processi ambientali e si riduce la disponibilità di terreni fertili e produttivi.

Un suolo non coperto da cemento e asfalto può incamerare fino a 3.750 tonnellate di acqua per ettaro, o circa

L'impermeabilizzazione va intesa come un costo ambientale. È infatti l'uso più impattante che si può fare della risorsa suolo, perché determina la perdita totale delle sue funzionalità

⁹ *Ibidem*.

¹⁰ Commissione Europea, 2013, cit.

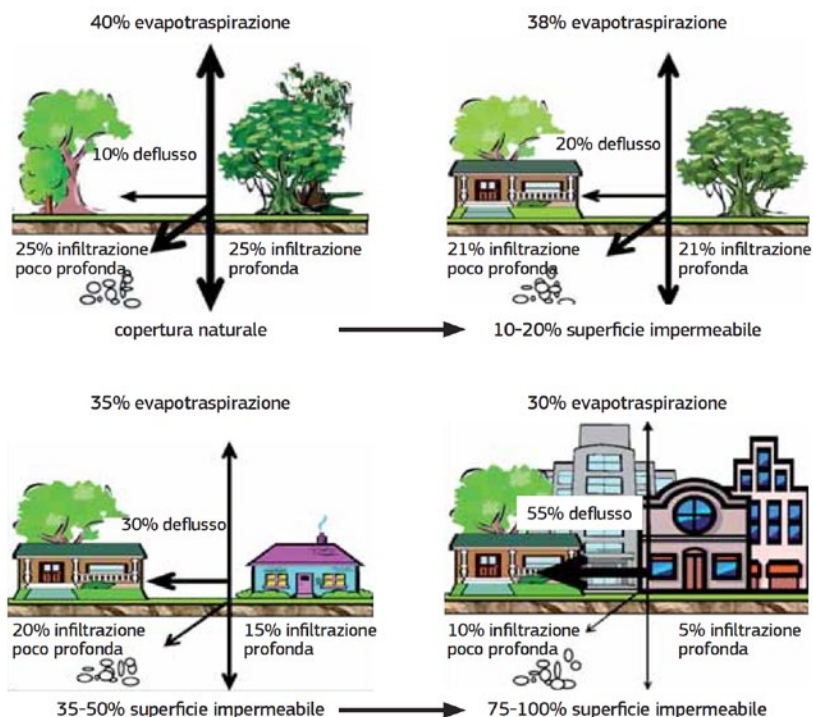


FIGURA 3
 Cambiamento del ciclo idrologico con l'aumento dell'impermeabilizzazione del suolo.
 [Fonte: Commissione Europea, 2012]

400 mm di precipitazioni¹¹. L'impermeabilizzazione, al contrario, riduce l'infiltrazione di pioggia nel suolo, in casi estremi impedendola completamente. Così il suolo non è più in

grado di trattenere e immagazzinare una buona parte delle acque di precipitazione atmosferica e di contribuire, pertanto, a regolarne il deflusso superficiale, con effetti diretti sul ciclo idrologico e con l'aumento della frequenza e dell'intensità dei fenomeni alluvionali ed erosivi. L'acqua piovana impiega meno tempo per raggiungere i fiumi, aumentando la portata e quindi il rischio di inondazioni in caso di piogge intense, in particolare nelle città, dove il suolo è molto impermeabilizzato e la capacità del sistema fognario può non risultare sufficiente per l'elevato deflusso idrico.

¹¹ Commissione Europea, 2012, cit.

Inoltre, la forte pressione sulle risorse idriche indotta dall'urbanizzazione può causare cambiamenti nello stato ambientale dei bacini di raccolta delle acque, alterando gli ecosistemi e i servizi che essi offrono. La riduzione di zone umide, pozzi naturali e terreni permeabili, combinata con l'espansione delle città nelle pianure alluvionali e costiere, spesso posizionate lungo le coste o le rive dei fiumi, aumenta così ulteriormente il rischio di inondazioni, anche in considerazione dei possibili effetti aggiuntivi dei cambiamenti climatici sulla concentrazione delle precipitazioni in pochi eventi di forte intensità.

Il dilavamento dei suoli e delle superfici artificiali da parte delle acque di scorrimento superficiale e l'aumentata velocità di deflusso determinano, inoltre, un incremento del carico solido e del contenuto in sostanze inquinanti, provocando un forte impatto sulla qualità delle acque superficiali e sulla vita acquatica, in particolare quando non siano adeguatamente trattate le acque di prima pioggia, con il loro carico inquinante aggiuntivo che, nei periodi secchi, si depositano nelle fognature miste che caratterizzano la gran parte delle nostre aree urbane¹².

L'impermeabilizzazione del suolo e la conseguente perdita di superfici vegetate hanno ripercussioni dirette anche sulla qualità dell'aria e nelle aree urbane, la diminuzione dell'evapotraspirazione, in sinergia con il calore prodotto dal condizionamento dell'aria e dal traffico e con l'assorbimento di energia solare da parte di superfici in asfalto o calcestruzzo, contribuiscono ai cambiamenti climatici locali, causando l'effetto "isola di calore" (Commissione Europea, 2012; 2013). La differenza di temperatura estiva registrata al suolo tra aree a copertura artificiale compatta o diffusa rispetto a quelle rurali raggiunge spesso valori medi maggiori di 2°C nelle città più grandi, ma può arrivare a superare i 5°C¹³.

Si deve aggiungere che il deterioramento del territorio avviene anche dove non si altera direttamente il suolo, perché gli spazi interclusi non artificializzati sono comun-

¹² Hough M., *Cities and Natural Process*, Routledge, London, 2004.

¹³ Munafò, M. cit.

Dal 2012 al 2021 le aree perse hanno fatto perdere la capacità di produrre oltre 4 milioni di quintali di prodotti agricoli e ridotto la capacità del suolo di assorbire 360 milioni di metri cubi d'acqua

que difficilmente recuperabili e vi sono inibite molte delle funzioni del suolo. Considerando, quindi, gli effetti che la copertura artificiale di una porzione di suolo produce nell'intorno in termini di effetti indiretti e di disturbo, la disponibilità di suolo libero e di qualità si dimostra ancora più compromessa. Stimando la su-

perficie effettivamente disturbata dalla presenza di coperture impermeabili come quella a una distanza di 100 metri dalle aree costruite, la superficie del territorio nazionale effettivamente coinvolta, indicatore della portata del disturbo provocato dal consumo di suolo, è risultata essere, nel 2022, pari al 46,3% della superficie nazionale¹⁴.

In generale, l'impatto maggiore dei processi di urbanizzazione e di infrastrutturazione del territorio è quello che il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo provocano in termini di perdita di servizi ecosistemici e di riduzione della capacità di adattamento al riscaldamento globale. Le aree perse in Italia dal 2012 al 2021 hanno causato, ad esempio, la perdita della capacità di produzione di più di 4 milioni di quintali di prodotti agricoli¹⁵. Nello stesso periodo, la perdita della capacità di stoccaggio del carbonio di queste aree (oltre tre milioni di tonnellate) equivale, in termini di emissione di CO₂, a quanto emetterebbero un milione di autovetture circolanti in più nel nostro Paese¹⁶.

Tra i servizi ecosistemici di regolazione, quello che viene più pesantemente stravolto è proprio quello relativo alla perdita della capacità del suolo naturale di regolare il ciclo idrologico. Tra il 2012 e il 2021, infatti, l'impermeabilizzazione del suolo ha ridotto le sue capacità di garantire l'infiltrazione di oltre 360 milioni di metri cubi di acqua di pioggia che ora, scorrendo in superficie, non sono più disponibili per la ricarica delle falde e aggravano

¹⁴ *Ibidem*.

¹⁵ Munafò, M. (a cura di), 2022. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2022. Report SNPA, Roma.

¹⁶ *Ibidem*.

la fragilità e la pericolosità idraulica dei nostri territori, contribuendo ad aumentare la frequenza dei fenomeni di dissesto.

Il consumo di suolo recente produce anche un danno economico potenziale che supera i 8,6 miliardi di euro ogni anno a causa della perdita dei servizi ecosistemici del suolo del periodo 2006-2022¹⁷.

L'industria del cemento e delle costruzioni ha un impatto importante anche al di là della perdita del suolo. Infatti, in Italia le emissioni totali annue di CO₂ per le attività di costruzione, per i consumi energetici del settore manifatturiero e costruzioni, per la produzione di materiali da costruzione e per il riscaldamento degli edifici rappresentano tra il 30 e il 40% delle emissioni complessive del nostro Paese¹⁸. A livello globale, secondo il rapporto della *Global Alliance for Buildings and Construction*¹⁹ (2022), edifici, abitazioni e settore dell'edilizia sono responsabili del 39% di tutte le emissioni globali di anidride carbonica e pesano per il 36% dell'intero consumo energetico globale, per il 50% delle estrazioni di materie prime e per il consumo di un terzo dell'acqua potabile.

LO STATO E LE DINAMICHE DEL CONSUMO E DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO IN ITALIA

I dati annuali sul monitoraggio del territorio elaborati da ISPRA e dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) evidenziano la situazione di particolare criticità dell'Italia e nell'ultima edizione del Rapporto annuale²⁰ si evidenzia che il consumo di suolo, invece di rallentare, tende ad accelerare, toccando nel 2022 il picco degli ultimi 11 anni e sfiorando i 77 km² di nuove coperture artificiali in soli dodici mesi, pari a circa 21 ettari al giorno.

¹⁷ Munafò, M. 2023, cit.

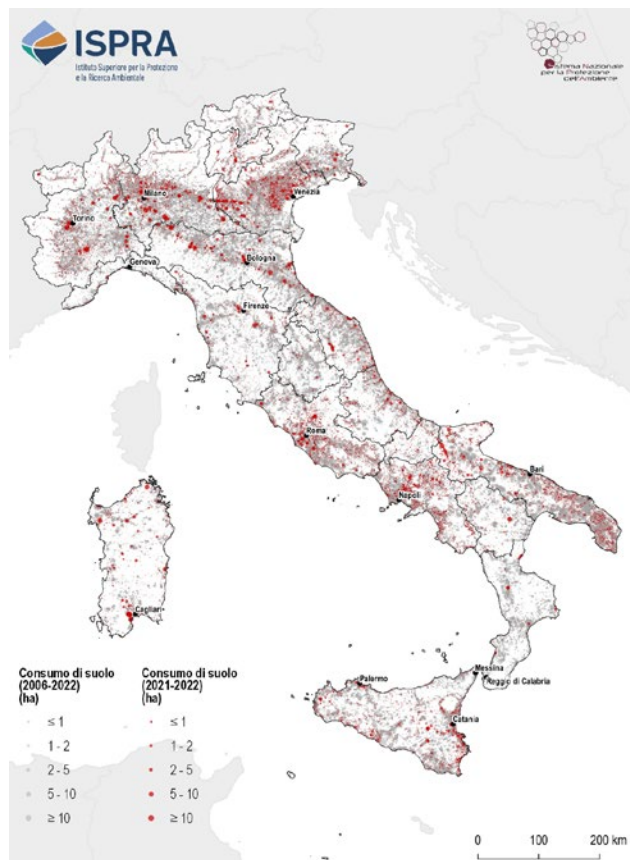
¹⁸ ISPRA, 2023. *Le emissioni di gas serra in Italia: obiettivi di riduzione e scenari emissivi*. Rapporti 384/2023, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.

¹⁹ Global Alliance for Buildings and Construction, 2022. *Global Status Report for Buildings and Construction*. UNEP-Globa-IABC.

²⁰ Munafò, M. 2023, cit.

FIGURA 4
Localizzazione
dei principali
cambiamenti
dovuti al consumo
di suolo tra il 2006
e il 2022.

Fonte: Munafò,
M. (a cura di), 2023.
Consumo di suolo,
dinamiche
territoriali e servizi
ecosistemici.
Edizione 2023.
Report SNPA,
Roma. [Fonte:
Commissione
Europea, 2012]



Un incremento che ci allontana ulteriormente dall'obiettivo di azzeramento, facendo perdere al nostro Paese 2,4 metri quadrati di suolo ogni secondo. Questa crescita delle superfici artificiali è solo in piccola parte compensata dal ripristino di aree naturali, pari nel 2022 a 6 km² e dovuti al passaggio da suolo consumato a suolo non consumato (in genere grazie al recupero di aree di cantiere o di superfici che erano state già classificate come consumo di suolo reversibile). Un valore ancora del tutto insufficiente per raggiungere l'obiettivo di azzeramento del consumo di suolo netto, che, negli ultimi dodici mesi, è invece risultato pari a 70,8 km² (19,4 ettari al giorno, 2,2 m²/sec) di cui 14,8 di consumo permanente. In aggiunta, si deve tuttavia considerare che altri 7,5 km² sono passati, nell'ultimo anno, da suolo

consumato reversibile (tra quello rilevato nel 2021) a permanente, sigillando ulteriormente il territorio. L'impermeabilizzazione è quindi cresciuta, complessivamente, di 22,3 km², considerando anche il nuovo consumo di suolo permanente. Dal 2006 al 2022 le nuove coperture artificiali sono cresciute, complessivamente, di oltre 1.200 km² [TABELLA 1; FIGURA 4].

La copertura artificiale del suolo è arrivata al 7,14% del territorio nazionale. La media UE è del 4,2%. Ma in Lombardia, Veneto e Campania, tre delle aree più fertili del Paese, si supera già il 10% di impermeabilizzazione. Nelle provincie di Monza, Napoli e Milano il dato è ben oltre il 30%

La copertura artificiale del suolo è così arrivata al 7,14% del territorio nazionale (era il 6,94% nel 2012 e il 6,73% nel 2006) rispetto alla media UE del 4,2% [FIGURA 5].

Le aree più critiche sono concentrate nelle zone periurbane e urbane, in cui si rileva un continuo e significativo incremento delle superfici artificiali, unitamente alle aree nell'intorno del sistema infrastrutturale, più frammentate e oggetto di interventi di artificializzazione a causa della loro maggiore accessibilità e anche per la crescente pressione dovuta alla richiesta di spazi sempre più ampi per la logistica. Il fenomeno si intensifica, in generale, anche nelle aree di pianura e lungo le coste, in particolare dove i valori immobiliari sono più elevati e a scapito, principalmente, di suoli precedentemente agricoli.

In 15 regioni il suolo consumato stimato al 2022 supera il 5%. I valori percentuali più elevati si rilevano in Lom-

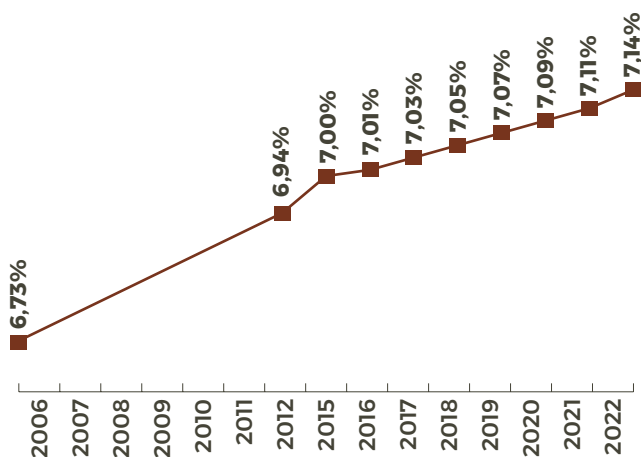


FIGURA 5

Andamento della percentuale di copertura artificiale (suolo consumato) rispetto al territorio complessivo a livello nazionale tra il 2006 e il 2022.

Fonte: Munafò, M. (a cura di), 2023. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA, Roma.

bardia (12,15%), Veneto (11,88%) e Campania (10,52%), mentre gli incrementi maggiori degli ultimi sedici anni sono avvenuti nelle regioni Lombardia, con 14.642 ettari in più, Puglia (+14.314 ettari), Veneto (+13.079) ed Emilia-Romagna (+11.009). In termini di densità, ovvero il rapporto tra le nuove coperture artificiali e la superficie territoriale complessiva, la situazione più critica si è registrata in Puglia e Veneto, con oltre 70 m² per ogni ettaro tra il 2006 e il 2022 [TABELLA 1].

TABELLA 1 INDICATORI DI CONSUMO DI SUOLO A LIVELLO REGIONALE

[Fonte: Munafò, M. (a cura di), 2023. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA, Roma]

Regione	Copertura artificiale (suolo consumato) 2022 (ha)	Copertura artificiale (suolo consumato) 2022 (%)	Aumento della copertura artificiale (consumo di suolo netto) tra il 2021 e il 2022 (ha)	Aumento della copertura artificiale (consumo di suolo netto) tra il 2006 e il 2022 (ha)	Densità del consumo di suolo netto 2006-2022 (m ² /ha)
Piemonte	170.199	6,70	617	9.445	37,18
Valle d'Aosta	7.025	2,15	22	226	6,93
Lombardia	290.278	12,16	908	14.642	61,32
Liguria	39.327	7,26	33	816	15,05
Nord-Ovest	506.830	8,74	1.580	25.129	43,35
Friuli-Venezia Giulia	63.528	8,02	156	2.888	36,47
Trentino-Alto Adige	41.061	3,02	130	1.866	13,71
Emilia-Romagna	200.025	8,89	635	11.009	48,93
Veneto	217.825	11,88	739	13.079	71,33
Nord-Est	522.439	8,38	1.661	28.842	46,25
Umbria	44.434	5,26	65	2.584	30,56
Marche	64.940	6,96	218	3.962	42,49
Toscana	141.842	6,17	238	4.472	19,45
Lazio	140.430	8,16	485	9.098	52,88
Centro	391.647	6,76	1.006	20.116	34,70
Basilicata	31.825	3,19	100	2.356	23,58
Molise	17.489	3,94	80	812	18,30
Abruzzo	54.012	5,00	149	3.394	31,44

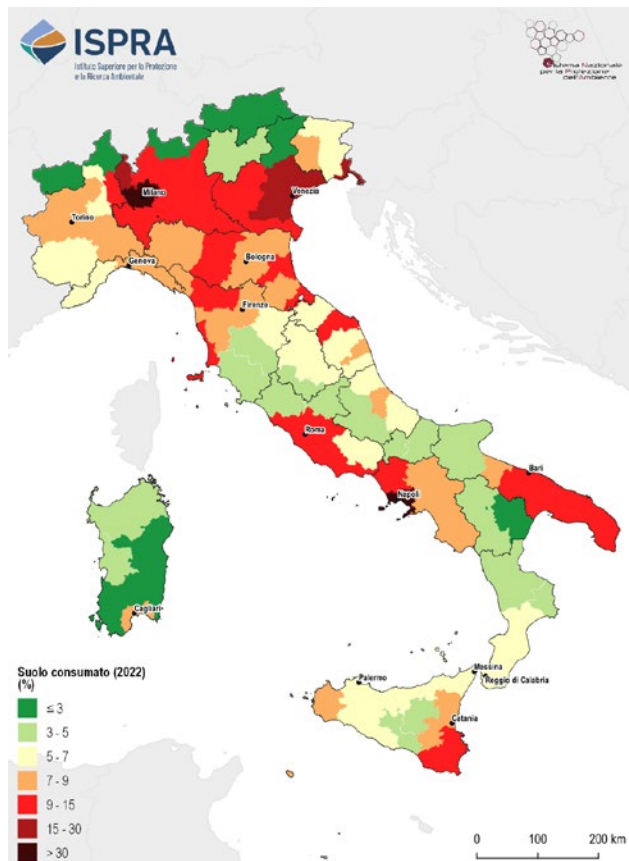
Regione	Copertura artificiale (suolo consumato) 2022 (ha)	Copertura artificiale (suolo consumato) 2022 (%)	Aumento della copertura artificiale (consumo di suolo netto) tra il 2021 e il 2022 (ha)	Aumento della copertura artificiale (consumo di suolo netto) tra il 2006 e il 2022 (ha)	Densità del consumo di suolo netto 2006-2022 (m ² /ha)
Calabria	76.451	5,07	78	4.591	30,44
Puglia	159.459	8,24	718	14.314	73,96
Campania	143.020	10,52	557	7.601	55,89
Sud	482.257	6,58	1.682	33.068	45,13
Sardegna	80.582	3,34	537	4.105	17,02
Sicilia	167.684	6,52	608	10.386	40,38
Isole	248.266	4,98	1.145	14.490	29,08
ITALIA	2.151.437	7,14	7.075	121.646	40,36

Monza e Brianza è, invece, la provincia con la percentuale di suolo artificiale più alta, con circa il 41% di suolo consumato in rapporto alla superficie provinciale e un ulteriore incremento, nel 2022, di 48 ettari, dopo i quasi 11 dello scorso anno. Sopra il 30% troviamo le province di Napoli (35%) e Milano (32%), mentre sopra al 20% ci sono Trieste (21%) e Varese (21%) e, poco al di sotto, Padova (19%) e Treviso (17%; [FIGURA 6]). Numeri che rispecchiano la realtà di quelle conformazioni e agglomerati sovramunicipali che hanno quasi saturato o stanno saturando il proprio territorio. In termini assoluti, la città metropolitana di Roma è quella con la maggiore superficie consumata al 2022, con oltre 70.300 ettari, anche grazie agli ulteriori 235 ettari dell'ultimo anno, di cui oltre 124 nel territorio comunale della Capitale. La provincia di Roma è seguita da Torino (circa 58.500 ettari), con un incremento di 168 ettari. Milano sorpassa, nel 2022, la soglia dei 50.000 ettari (184 in più nell'ultimo anno), e scavalca Brescia, la cui superficie consumata è di poco inferiore (50.142 ettari). Più di un quinto (il 22%, oltre 4.600 km²) del suolo artificiale in Italia nel 2022, è concentrato nel territorio amministrato dalle 14 città metropolitane²¹.

²¹ Munafò, M. 2023, cit.

FIGURA 6
Percentuale di
copertura artificiale
(suolo consumato)
rispetto al territorio
complessivo
a livello provinciale
nel 2022.

[Fonte: Munafo, M.
(a cura di), 2023.
Consumo di suolo,
dinamiche
territoriali e servizi
ecosistemici.
Edizione 2023.
Report SNPA,
Roma]



Circa un quarto dell'intero suolo consumato a livello nazionale è rappresentato dagli edifici e si stima che oltre 30.000 ettari di superficie nazionale sia occupata da edifici non utilizzati e degradati, una superficie pari all'estensione di Milano e Napoli che potrebbe essere riutilizzata, evitando di consumare nuovo suolo e riducendo allo stesso tempo situazioni di degrado.

Confrontando l'andamento del consumo di suolo e le dinamiche demografiche si nota un completo disaccoppiamento tra i due fattori e, in Italia, si assiste a una crescita delle superfici artificiali anche in presenza di stabilizzazione, in molti casi di decrescita, dei residenti. A livello nazionale il suolo consumato pro-capite è di 364 metri quadrati per ogni abitante. Erano 348 m²/ab nel 2006 e nel 2012 [FIGURA 7].

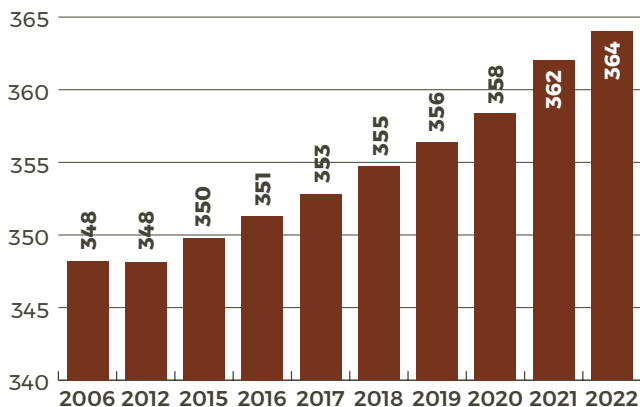


FIGURA 7
Copertura artificiale pro-capite a livello nazionale per anno. [Fonte: Munafo, M. (a cura di), 2023. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA, Roma]

L'ARRESTO DEL CONSUMO E DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO

L'arresto del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo è un obiettivo definito sia a livello globale dall'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile²², sia a livello europeo²³. La Strategia europea per il suolo per il 2030²⁴ prevede una serie di azioni con specifico riferimento al consumo e all'impermeabilizzazione del suolo. In particolare, tutti gli Stati membri dovrebbero:

- stabilire entro il 2023 degli ambiziosi obiettivi nazionali, regionali e locali per ridurre il consumo netto di suolo entro il 2030, così da contribuire in modo quantificabile all'obiettivo dell'UE per il 2050 e registrare i progressi compiuti;

²² UN, 2015. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1, United Nations.

²³ Parlamento europeo e Consiglio, 2013. Decisione n. 1386/2013/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 novembre 2013 su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 «Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta», CUUE, L 354, 28.12.2013: 171-200. Parlamento europeo, 2021. Risoluzione del Parlamento europeo sulla protezione del suolo n. 2021/2548(RSP), April 2021. Commissione Europea, 2021. Strategia dell'UE per il suolo per il 2030. Suoli sani a vantaggio delle persone, degli alimenti, della natura e del clima. COM/(2021) 699 final.

²⁴ Commissione Europea, 2021, cit.

- integrare la “gerarchia del consumo di suolo” [FIGURA 8] nei piani comunali e dare priorità al riutilizzo e al riciclo di terreni già costruiti e impermeabilizzati, tutelando i suoli a livello nazionale, regionale e locale, attraverso le idonee iniziative di regolamentazione e la

FIGURA 8

La “gerarchia del consumo di suolo” prevista dalla strategia dell’UE per il suolo per il 2030*.

* Commissione Europea, 2021, cit.

- 1 EVITARE**
Evitare per quanto possibile l’ulteriore consumo e impermeabilizzazione del suolo
- 2 RIUTILIZZARE**
Se non si può evitare il consumo o l’impermeabilizzazione del suolo, allora è preferibile riutilizzare terreni già consumati o impermeabilizzati (per lo stesso o un diverso uso del suolo), per esempio con la demolizione di edifici, la bonifica, la de-impermeabilizzazione o la densificazione del suolo.
- 3 RIDURRE AL MINIMO**
Se non si possono evitare il consumo o l’impermeabilizzazione del suolo, né il riutilizzo dei terreni, allora si dovrebbero consumare o impermeabilizzare i terreni in condizioni già meno favorevoli (per esempio non le foreste in buona salute o i terreni agricoli fertili).
- 4 COMPENSARE**
Se avviene consumo o impermeabilizzazione di suolo, si dovrebbero applicare misure di mitigazione e compensazione per ridurre al minimo la perdita di servizi ecosistemici (per esempio infiltrazione e raccolta dell’acqua piovana per l’assorbimento dell’acqua, tetti verdi per la ritenzione dell’acqua e la biodiversità; edifici verdi per il raffrescamento; fattorie e orti urbani per la produzione di biomassa).



graduale abolizione degli incentivi finanziari contrari a questa gerarchia, come ad esempio eventuali incentivi fiscali locali per la conversione di terreni agricoli o naturali in ambienti edificati.

È quindi sempre più evidente l'urgenza di raggiungere l'obiettivo dell'arresto del consumo di suolo e, allo stesso tempo, di intervenire sull'esistente anche per assicurare la riqualificazione degli edifici e delle aree degradate, per mettere in sicu-

rezza le aree a rischio e per assicurare una rigenerazione urbana e del territorio che possano rappresentare una priorità per ripensare, in direzione di una sempre più necessaria e urgente transizione ecologica, l'assetto del territorio e delle nostre città. La riqualificazione edilizia, la rigenerazione urbana e il ripristino della naturalità di aree degradate possono contribuire sostanzialmente a evitare questi impatti così significativi sul territorio con il riutilizzo delle tante aree abbandonate o dismesse, dei fabbricati e delle abitazioni non utilizzati, con azioni di rigenerazione a scala edilizia, di quartiere e urbana che potrebbero migliorare la qualità della vita e dell'ambiente nelle città e nei territori, evitando, allo stesso tempo, nuovo consumo di suolo e degrado del paesaggio.

La rigenerazione urbana e territoriale viene, infatti, proposta spesso come uno strumento utile a evitare il consumo di suolo e a ripensare l'assetto di un territorio diventato sempre più fragile e poco attrezzato ad affrontare le grandi sfide poste dai cambiamenti climatici, dal dissesto idrogeologico e dal diffuso degrado ambientale e paesaggistico.

Ma non si può nascondere, tuttavia, che molte leggi regionali, in assenza di una legge nazionale e sebbene riconoscano la finalità del contenimento del consumo di suolo, non lo contengono quando una nuova edificazione avviene all'interno di perimetri di aree urbanizzate o su suolo destinato all'urbanizzazione o a infrastrutture oppure quando ricade in ambiti di espansione già pianificati, seppure allo stato di fatto ancora liberi, con una classificazione, divergente da quella ormai consolidata e ufficiale a livello nazionale ed europeo

In assenza di una legge nazionale, molte norme regionali non contengono il consumo di suolo se una nuova edificazione avviene su suoli destinati all'urbanizzazione o quando ricade in ambiti di espansione già pianificati. In questo modo si "maschera" la nuova artificializzazione

I suoli urbani sono quelli nei quali il consumo di suolo si è più intensificato negli ultimi anni. Sono così scomparse preziose aree permeabili, aggravando i danni da allagamenti e ondate di calore

che finisce per “nascondere” l’ulteriore artificializzazione, mascherata da utilizzo di aree già “occupate”, quando invece produce consumo di suolo e perdita di servizi ecosistemici, vanificando lo sforzo per raggiungere l’obiettivo fondamentale di tutelare il suolo, anche in ambito urbano.

I dati annuali del monitoraggio del territorio in Italia ISPRA-SNPA evidenziano, infatti, come i suoli urbani, quelli candidati alla rigenerazione, siano stati quelli dove il fenomeno del consumo di suolo si è maggiormente intensificato negli ultimi anni, portando alla scomparsa di preziosissime aree permeabili, ag-

DA NEW YORK ALLA TOSCANA: DESIGILLARE PER RIDARE SPAZIO AL SUOLO E ALLE PIANTE

Eliminare la copertura per riportare alla luce il suolo precedentemente sottratto. L’obiettivo è particolarmente importante, soprattutto in Italia dove la cementificazione viaggia a ritmi doppi rispetto alla media Ue. In termini tecnici si parla di *de-sealing*, ovvero di desigillazione o deimpermeabilizzazione, strategie pensate per liberare spazio valorizzando il suolo e le sue funzioni naturali.

Gli esempi non mancano, con le città, anche le più grandi, teatro privilegiato degli interventi.

Tra i casi più celebri la trasformazione della High Line di New York, che ha

interessato la sezione meridionale in disuso della West Side Line, una ferrovia sopraelevata costruita negli Anni '30 e abbandonata nel 1980. Approvato nel 2002, il progetto della *promenade* verde è opera degli architetti Diller Scofidio e Renfro. I lavori sono iniziati nel 2006 e negli anni sono state aperte le diverse sezioni. L’ultimo troncone - noto come *The Spur* - è stato inaugurato nel 2019, tra la 30th Street e la 10th Avenue.

La diffusione degli spazi verdi determina diversi vantaggi, dal miglioramento della qualità dell’aria alla mitigazione climatica (con conseguente risparmio

energetico nei mesi più caldi quando, in assenza di alternative, si spingono al massimo i condizionatori). Lo sanno bene anche i promotori de “Abbraccia un albero”, l’iniziativa realizzata a Montopoli, a ridosso della superstrada Firenze-Pisa-Livorno, che ha portato alla nascita del primo bosco bio-sostenibile d’Italia su un ex terreno industriale. Qui, dove un tempo sorgeva un allevamento intensivo di suini, si collocano oggi 3.000 nuovi alberi e piante distribuite su 6 ettari di terreno, per un investimento di 2,2 milioni di euro. Il progetto è stato sviluppato dalla Pnat,

gravando la frequenza e l'intensità di allagamenti e di ondate di calore e causando la perdita di aree verdi fruibili dai cittadini, di biodiversità e di servizi ecosistemici. In questi casi è probabile che, anche attraverso progetti che vengono chiamati di rigenerazione, ci si limiti ad assecondare un processo guidato prevalentemente dalla rendita che può portare alla saturazione dei preziosi spazi verdi rimasti all'interno delle aree urbane (spesso chiamati "vuoti urbani" per negarne l'importanza ecologica e sociale).

Per ridurre gli impatti negativi del consumo di suolo, bisogna lavorare subito per sanare le ferite causate dalle trasformazioni, legittime o abusive, avvenute nei tessuti urbanizzati. I Comuni devono incentivare le buone pratiche di rigenerazione e riqualificazione

BUONE PRATICHE



spin-off dell'Università di Firenze, insieme a Legambiente e Re Soil Foundation, all'interno di una campagna sviluppata da Unicoop del capoluogo toscano per coinvolgere i propri soci e clienti. L'operazione ha previsto la bonifica dell'area degradata, la

deimpermeabilizzazione del terreno e la riforestazione con esemplari autoctoni. Inaugurato nell'aprile 2022, dopo 10 anni di vita il bosco potrà assorbire, secondo le stime dei suoi promotori, 170 tonnellate CO₂ e una mole importante

di inquinanti (polveri fini, ossido di azoto, etc). A 20 anni il risparmio di CO₂ raggiungerà le 600 tonnellate, a 30 anni si arriverà a quota 1.400. Nelle intenzioni dei suoi autori, il modello Montopoli può quindi funzionare da best practice da studiare e replicare altrove.



L'obiettivo dello stop al consumo e all'impermeabilizzazione del suolo dovrebbe essere raggiunto attraverso l'attuazione di azioni efficaci e la definizione di strumenti utili per tutelare il suolo e le risorse naturali, oltre che rivedendo le previsioni di nuove edificazioni non ancora attuate, in un quadro organico e coordinato. Infatti, come riportato nella Carta nazionale dei principi sull'uso sostenibile del suolo, redatta da ISPRA e dagli Osservatori sul monitoraggio del consumo di suolo e sulla pianificazione sostenibile del territorio di Regioni e Province autonome²⁵, per raggiungere l'obiettivo dell'arresto del degrado, del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo è necessario che nelle politiche territoriali si agisca sia nell'ottica di limitare la futura occupazione del suolo, andando ad agire sulle politiche di governo del territorio e, dunque, sulle previsioni di sviluppo dei piani comunali rapportate all'evolversi degli scenari demografici, sia nell'ottica di evitare l'impermeabilizzazione e il consumo di suolo effettivo, sia, infine, nell'ambito di politiche e di piani di settore.

Per ridurre gli impatti negativi del consumo di suolo occorrerebbe lavorare da subito sui tessuti urbanizzati per sanarne le numerose e profonde ferite, dovute a trasformazioni (abusivo o legittimo) che hanno segnato radicalmente il territorio. Le amministrazioni locali dovrebbero essere incentivate a favorire le buone pratiche di rigenerazione e di riqualificazione, partendo, ad esempio, dagli spazi pubblici più degradati, anche per dare un segnale importante ai cittadini e agli operatori privati e per stimolare un maggiore orientamento delle politiche territoriali verso la sostenibilità ambientale e la tutela del paesaggio. Si dovrebbe adottare da subito la gerarchia del consumo di suolo indicata dalla Strategia europea sul suolo²⁶ e prevedere piani che agiscano, in ordine di priorità decrescente, al fine di:

1. evitare il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo;
2. riutilizzare le aree già consumate e impermeabilizzate;
3. utilizzare aree già degradate in caso di interventi assolutamente non evitabili;

²⁵ ISPRA, 2021. Carta nazionale dei principi sull'uso sostenibile del suolo, Report Soil4Life Life GIE/IT/000477

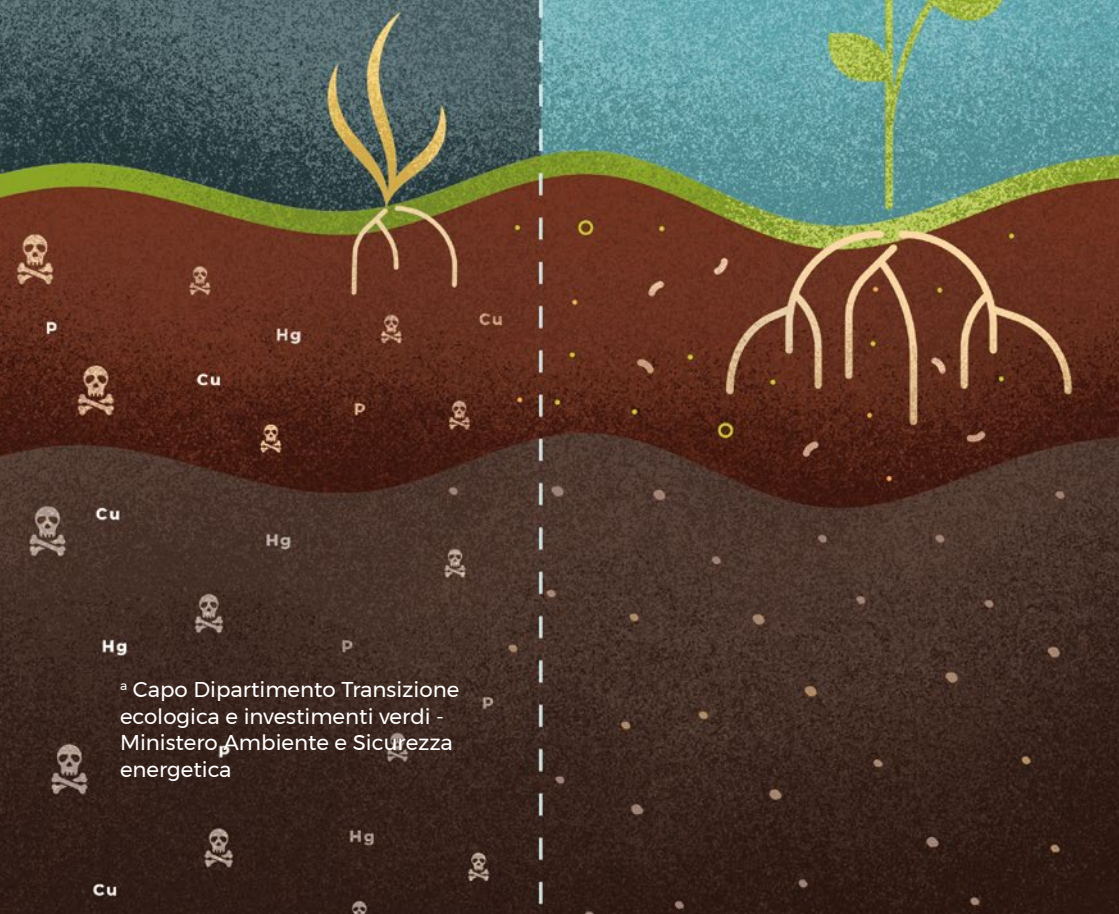
²⁶ Commissione Europea, 2021, cit.

4. in questo ultimo caso, compensare gli interventi per arrivare a un bilancio non negativo di consumo e di impermeabilizzazione del suolo e per mantenere i servizi ecosistemici.

Sono indirizzi fondamentali per arrivare, da subito, a un consistente contenimento del consumo di suolo, e raggiungere presto l'obiettivo europeo del suo azzeramento, premesse fondamentali per garantire una ripresa sostenibile dei nostri territori attraverso la tutela dei servizi ecosistemici del suolo, della biodiversità e del paesaggio, la riqualificazione e la rigenerazione urbana e l'edilizia di qualità.

Contaminazione, inquinamento, bonifiche

Laura D'Aprile^a



^a Capo Dipartimento Transizione ecologica e investimenti verdi - Ministero Ambiente e Sicurezza energetica

La contaminazione rappresenta una delle principali minacce per la salute del suolo. La presenza di inquinanti in concentrazioni superiori a determinati livelli (non necessariamente correlati alla sussistenza di un rischio sanitario) può infatti compromettere una o più funzioni del suolo. Il suolo è una matrice formata da tre fasi (solida, liquida e gassosa, che interessa le porosità) che possono essere interessate dalla contaminazione secondo una distribuzione in massa che è caratteristica della tipologia di inquinanti. Sulla base della distribuzione della contaminazione possono essere compromesse le funzioni di filtrazione, di substrato per la biomassa, di cattura della CO₂.

Le tipologie di inquinanti più comuni sono i metalli e metalloidi, gli idrocarburi di origine petrolifera, i solventi, anche clorurati, i pesticidi. Ognuno di questi ha una distribuzione tipica all'interno del suolo: i metalli si riscontrano principalmente nella frazione organica fine del suolo, gli idrocarburi leggeri (a maggiore volatilità) nella fase gassosa, i solventi adesi alla fase solida e disciolti nella fase liquida del suolo.

La perdita di funzioni rende il suolo non fruibile per uno o più utilizzi (si pensi all'uso agricolo) e, soprattutto, meno resiliente agli effetti dei cambiamenti climatici (piogge intense, alluvioni, siccità) che sempre più frequentemente interessano il nostro Paese. In generale, pertanto, la contaminazione contribuisce in modo sostanziale alla perdita di suolo.

IL QUADRO NORMATIVO DELLE BONIFICHE IN ITALIA

Il territorio italiano per le sue peculiarità geografiche e morfologiche è fortemente soggetto a problematiche legate alla scarsa disponibilità di suolo. Ed è anche per questo motivo che l'Italia, tra i primi Paesi europei si è dotata di una normativa organica per la protezione del suolo fin dagli anni '80 anche se il primo regolamento tecnico sulla bonifica dei siti contaminati risale al 1999¹.

¹ Decreto Ministeriale n. 471 del 1999.

LA PRESENZA DI ALTI LIVELLI DI INQUINANTI, COME METALLI, IDROCARBURI, SOLVENTI E PESTICIDI COMPROMETTE LE FUNZIONI DEL SUOLO METTENDO AL TEMPO STESSO IN PERICOLO LA NOSTRA SALUTE. ECCO PERCHÉ LE BONIFICHE RIVESTONO UN RUOLO COSÌ IMPORTANTE

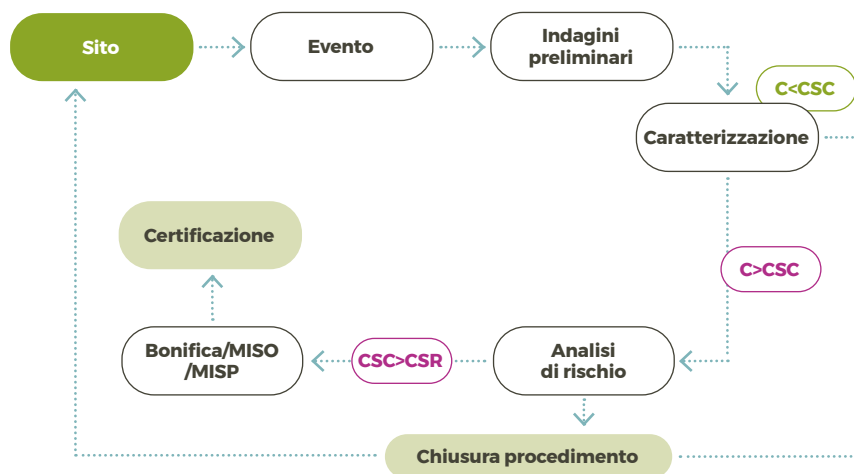


FIGURA 1
Le diverse fasi del procedimento di bonifica.

Da allora, il nostro Paese, anche in attuazione del principio comunitario “Chi inquina paga”, si è dotato di un quadro normativo sulle bonifiche articolato che vede il coinvolgimento di tutte le parti interessate e richiede una stretta collaborazione tra pubblico e privato.

Il Decreto Legislativo n.152 del 2006 con l'introduzione del procedimento di cui all'art. 242 mette in risalto sin dal principio l'effetto rigenerativo delle matrici interessate dal processo di bonifica che si aggancia a quelli che sono i principi che stanno alla base dell'economia circolare. Infatti, analizzando attentamente il procedimento di bonifica si può notare come partendo dall'evento di contaminazione, attraverso l'espletamento delle fasi di caratterizzazione, analisi di rischio e di bonifica, la matrice suolo viene riportata nella condizione di riutilizzo riproducendo quindi un modello di tipo circolare “ante litteram” [FIG. 1].

Analizzando il processo di bonifica, possiamo notare che la matrice suolo viene riportata nella condizione di riutilizzo riproducendo un modello di tipo circolare

Dall'attuazione della norma così come concepita dal legislatore in principio, anche a causa dell'aumento della domanda di suolo, è stato rilevato un disallineamento tra il fabbisogno relativo alla disponibilità di suolo e la capacità di risposta, in tempi certi, da parte del settore delle boni-

fiche. Alla luce di ciò, il Ministero dell'ambiente, negli ultimi anni, ha avviato un processo di riforma non solo sotto il profilo organizzativo ma anche tecnico-normativo, operativo e amministrativo/gestionale, con la finalità di garantire una semplificazione procedimentale e una conseguente inversione di tendenza rispetto alla gestione dei procedimenti.

Si è cercato di intervenire attraverso l'avvio di un processo di riforma che punti alla semplificazione delle procedure e ad una sistematizzazione delle competenze affidate ai singoli attori del procedimento.

Un processo di semplificazione delle procedure di bonifica e interventi mirati e puntuali sicuramente possono fungere da volano per il settore, anche se una specifica modifica dell'articolato del TUA potrebbe rappresentare una buona occasione per intervenire in maniera più incisiva su una norma di settore che ormai, sulla base dell'esperienza, ha maturato le condizioni per individuare e modificare gli aspetti del novellato che spesso si rilevano elementi di rallentamento e/o ostacolo per la finalizzazione del procedimento.

Verso questo obiettivo negli ultimi anni hanno puntato il decreto n. 76/2020 e decreto n. 77/2021 "cd decreti semplificazioni" che hanno introdotto nel Codice dell'Ambiente puntuali disposizioni che incidono in modo significativo sulle procedure di bonifica come per esempio la possibilità di effettuare in aree oggetto di procedimenti di bonifica una serie di interventi che possono essere realizzati a condizione che non pregiudichino né interferiscano con l'esecuzione e il compimento della bonifica, né determinino rischi per la salute dei lavoratori; l'adozione di modelli delle istanze per l'avvio dei procedimenti e i contenuti minimi della documentazione tecnica da allegare mediante gli emanati specifici format per la presentazione del piano di caratterizzazione (DD 130 del 14/10/2020), la presentazione dell'Analisi di rischio (DD 73 del 19/05/2021), per l'istanza di approvazione del Progetto Operativo di Bonifica, di Messa in Sicurezza Operativa e Permanente (DD 72 del 19/05/2021).

Un processo di semplificazione delle procedure di bonifica e interventi mirati e puntuali possono fungere da volano per il settore

Il PNRR ha stanziato mezzo miliardo per la bonifica di quei siti nei quali i soggetti responsabili della contaminazione sono inadempienti o non individuabili

Mettere in correlazione la rigenerazione dei territori con la bonifica di aree contaminate rappresenta un importante passo avanti rispetto alla presa di coscienza delle opportunità che la conclusione con esito positivo di un procedimento di bonifica può portare in termini di risanamento ambientale e sviluppo, ambientale, sociale e economico dei territori.

Sul tema del suolo e della bonifica dei siti contaminati ha puntato molto anche il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) attraverso riforme e investimenti.

La Strategia Nazionale per l'Economia Circolare (SEC) approvata con Decreto Ministeriale il 24 giugno 2022, rappresenta uno strumento programmatico all'interno del quale sono individuate le azioni, gli obiettivi e le misure che si intendono perseguire nella definizione delle politiche istituzionali volte ad assicurare un'effettiva transizione verso un'economia di tipo circolare.

Per quanto riguarda il tema dell'inquinamento del suolo, la Strategia nazionale punta a "favorire la bonifica e la riconversione industriale delle aree bonificate" quale elemento "fondamentale per restituire alla collettività intere porzioni di territorio, sulle quali poter avviare iniziative di investimento per progetti di economia circolare. È necessario, perciò, intervenire sull'offerta di risorse finanziarie, ragionando su meccanismi incentivanti che possono essere messi a disposizione del privato non responsabile della contaminazione per la fase di risanamento e rilancio dell'attività economica e produttiva in chiave circolare. È altresì importante valorizzare, in un'ottica di economia circolare, i materiali da bonifica (es. terre recuperate) e la dismissione (es. rottami ferrosi e materiali da demolizione)".

Al fine di favorire il risanamento delle aree contaminate la strategia propone tra i macro-obiettivi di "favorire la bonifica e la riconversione industriale delle aree bonificate per avvio di progetti di economia circolare" nonché "promuovere iniziative per ridurre l'impermeabilizzazione del suolo, riabilitare i siti dismessi abbandonati o contaminati e aumentare l'uso sicuro, sostenibile e circolare dei terreni da scavo" anche grazie al supporto di "...misure di semplificazione in materia di incentivi alla rigenerazione urbana".

L'attuazione della SEC è demandata ad un Osservatorio Nazionale che ha già attivato un sotto-gruppo di lavoro dedicato al suolo.

LA BONIFICA DEI SITI ORFANI

Tra gli investimenti strategici del PNRR c'è anche la misura denominata "Bonifica dei Siti Orfani" dedicata a quei siti "per i quali le procedure di bonifica sono in carico alla Pubblica Amministrazione, in quanto i soggetti responsabili della contaminazione non provvedono alla bonifica o non sono individuabili e non vi provvede nemmeno il proprietario del sito né altri soggetti interessati, o siti inquinati per i quali non è stato avviato il procedimento di individuazione del responsabile della contaminazione".

L'investimento 3.4 "Bonifica dei siti orfani" rientra all'interno della Missione 2 Componente 4 "Tutela del territorio e della risorsa idrica" del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e stanziata per la bonifica di dette aree risorse pari a 500 milioni di euro con l'obiettivo finale di rivitalizzare le aree al fine di ridurre l'occupazione di suolo e migliorare il risanamento urbano. Le risorse del PNRR si aggiungono a quelle stanziata già con la legge di bilancio del 2019 e pari a circa 105 milioni di euro.

L'approvazione della misura rappresenta un'occasione in termini di ricadute economiche e sociali, oltre che ambientali, per i territori che saranno interessati dagli interventi di bonifica ponendo, contestualmente, il tema delle bonifiche all'interno del dibattito europeo e conquistando, quindi, un ruolo che nel passato poco veniva riconosciuto.

Per rafforzare questo riconoscimento il sistema delle bonifiche in questo momento deve dimostrare, non solo di operare bene, ma anche di farlo al passo con gli indirizzi e le tempistiche dettate dalla Commissione Europea.

AREE CONTAMINATE, L'IMPATTO DELLA PROPOSTA DI DIRETTIVA UE SUL SUOLO

Su questo un importante segnale è stato dato con la proposta di Direttiva per il monitoraggio e la resilienza del suolo (*Soil Monitoring Law*) pubblicata il 5 luglio 2023.

PNRR

BONIFICA DEI SITI ORFANI

L'investimento di cui Missione 2, Componente 4, Investimento 3.4., ha la finalità di favorire, attraverso la bonifica, il riuso di suolo attualmente compromesso da fenomeni di contaminazione, favorendo il suo reinserimento nel mercato immobiliare, riducendo l'impatto ambientale e promuovendo l'economia circolare. L'importo complessivo pari a 500 milioni di Euro, è rivolto ai c.d. Siti Orfani vale a dire quei siti per i quali le procedure di bonifica sono in carico alla pubblica amministrazione, in quanto i soggetti responsabili della contaminazione non provvedono alla bonifica o non sono individuabili e non vi provvede nemmeno il proprietario del sito né altri soggetti interessati, o siti inquinati per i quali non è stato avviato il procedimento di individuazione del responsabile della contaminazione. Le fasi di attuazione seguiranno il percorso scandito dalle Milestones e Targets sia europei che nazionali.

STATO DELL'ARTE

Le fasi di attuazione stanno seguendo il percorso scandito dalle Milestone e Target sia europei che nazionali definiti dal PNRR. Sulla base degli impegni assunti nell'ambito del

PNRR il Ministero dell'Ambiente ha avviato il confronto con le Regioni (soggetti beneficiari delle risorse) ai fini dell'individuazione dei siti orfani sui quali intervenire. All'esito di tale confronto è stato emanato il Decreto n. 222 del 22 novembre 2021 che ha individuato i Siti Orfani candidabili al finanziamento comunitario.

I siti e i relativi interventi ammessi a finanziamento nonché le risorse assegnate a ciascuna Regione e Provincia autonoma sono stati individuati con il successivo Piano d'azione (Milestone europea M2C4-24) emanato con D.M. del 4 agosto 2022 che rappresenta il "Quadro giuridico per la bonifica dei siti orfani". Il Piano d'azione dà avvio alla fase attuativa degli interventi nella quale rivestono un ruolo fondamentale oltre che i soggetti beneficiari e attuatori, tutti gli operatori del settore che, ciascuno secondo le proprie competenze, dovranno operare nelle tempistiche definite dal Piano.

Gli interventi del Piano d'azione sono stati proposti dalle Regioni e Province autonome con una specifica istanza, fino a concorrenza delle risorse economiche territorialmente disponibili, e sono stati selezionati dal Ministero in

La proposta colloca al centro degli obiettivi anche la bonifica delle aree contaminate ponendola tra i settori di attività che saranno interessati dall'iniziativa europea per il monitoraggio della salute del suolo. In particolare, la proposta punta nel complesso al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- avere un quadro di monitoraggio del suolo;
- suoli sani entro il 2050;



modo da risultare coerenti con l'obiettivo di riqualificazione del suolo dei siti orfani e di contribuire a ridurre l'occupazione del terreno e di migliorare il risanamento urbano entro il primo trimestre del 2026. Allo stato sono in via di definizione gli accordi la cui sottoscrizione da parte del Ministero, dei soggetti attuatori e degli eventuali soggetti attuatori esterni individuati, permetterà il trasferimento delle risorse economiche alle Regioni.

Seguirà la fase di avvio dei procedimenti amministrativi per l'approvazione dei progetti finanziati, che dovrà concludersi, per almeno il 90% dei progetti, entro la data del 30 giugno 2024 (Target nazionale). La fase attuativa degli interventi, la cui conclusione è prevista entro la data del 31 marzo 2026, dovrà garantire il raggiungimento del target finale che prevede la riqualificazione di almeno il 70% della superficie del "suolo dei siti orfani".

- garantire che i suoli forniscano servizi ecosistemici;
- affrontare in modo coerente le esigenze sociali ed economiche dell'ambiente;
- preparare e proteggere il suolo da: cambiamenti climatici, biodiversità, resilienza contro i disastri naturali, sicurezza alimentare, salute umana.

Per il raggiungimento dei suddetti obiettivi si punta all'attivazione di un sistema di indagini volte a fotografare

L'Italia conta attualmente 42 siti di interesse nazionale, che occupano 170mila ettari a terra e 78mila a mare. Per bonificarli il Ministero dell'Ambiente ha finora stanziato 2,25 miliardi di euro

lo stato del suolo europeo sia in termini di estensione di aree utilizzate che di tipologia d'uso. Si propone, tra le altre cose, l'attivazione di strumenti di rilevamento già esistenti come la piattaforma Copernicus, la creazione di specifici portali per la raccolta di dati sullo stato di salute dei suoli e quindi anche relativi alla contamina-

zione e un programma finanziario per l'implementazione della ricerca di settore e di buone pratiche.

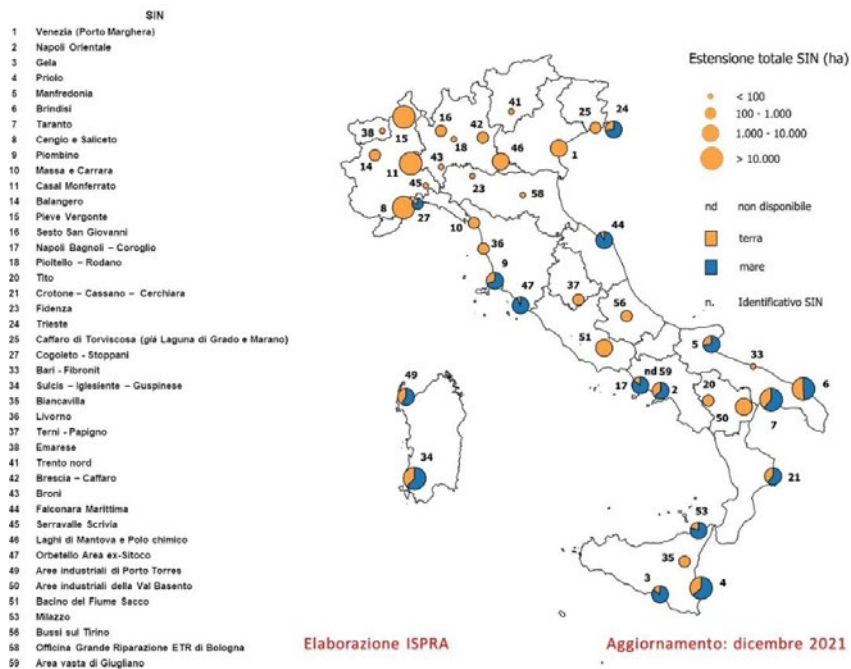
Un quadro di riferimento europeo, se connotato da un giusto livello di flessibilità, può quindi certamente costituire un vantaggio per il nostro Paese, sia in termini di rafforzamento del quadro giuridico che di competitività economica ed equità. E per alcuni aspetti l'Italia può fornire un utile contributo agli uffici della Commissione sulla base dell'esperienza maturata negli ultimi 20 anni.

LO STATO DELLE BONIFICHE IN ITALIA

L'Italia infatti, per quanto riguarda la raccolta dei dati, dispone di un portale delle bonifiche² accessibile ai cittadini, all'interno del quale è possibile consultare oltre allo stato delle bonifiche nei Siti di Interesse Nazionale (definiti ai sensi dell'art. 252 del Decreto Legislativo n. 152 del 2006) anche la documentazione relativa ai procedimenti amministrativi gestiti dal Ministero dell'ambiente. Da settembre 2023 è disponibile anche un GIS che consente di localizzare direttamente l'area di interesse e visualizzare lo stato del procedimento relativo alle singole aree ricadenti all'interno del perimetro del SIN.

I 42 Siti di Interesse Nazionale occupano una superficie cumulata che costituisce approssimativamente il 6 per mille del territorio nazionale (circa 170.000 ettari totali a terra e circa 78.000 ettari a mare). Sono distribuiti all'interno del territorio italiano in maniera omogenea tra nord, sud e isole maggiori [FIG. 2].

² <https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin/stato-delle-bonifiche/>



L'osservatorio privilegiato del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) consente di avere una visione generale sullo stato e sulle prospettive delle bonifiche dei siti contaminati a livello nazionale. Attualmente, nei 42 Siti di interesse nazionale (SIN) ricadono oltre 1.900 soggetti privati e 530 soggetti pubblici, per un totale di circa 1.500 procedimenti amministrativi aperti, la gestione dei quali è posta in capo al MASE, che svolge quindi, pienamente, il ruolo di amministrazione attiva.

Dall'istituzione del primo sito di interesse nazionale nel 1998, individuato nell'area dei comuni di "Cengio e Saliceto", ad oggi per la bonifica delle aree ricadenti all'interno dei 42 SIN il Ministero ha stanziato circa 2,25 miliardi di Euro di cui circa 1,2 miliardi di euro negli ultimi 3 anni.

I Siti di Interesse Nazionale sono delle realtà molto complesse al cui interno ricadono situazioni di contaminazione che abbracciano la totalità delle casistiche legate all'inquinamento. Al loro interno sono presenti: poli industriali, aree di discariche, aree interessate da attività

FIGURA 2
Distribuzione
dei Siti di Interesse
Nazionale sul
territorio nazionale.

BUONE PRATICHE



I MICROBI IN SOCCORSO DEI TERRENI CONTAMINATI

Una corretta combinazione di erbe e fertilizzanti potrebbe favorire la capacità delle piante e dei microbi ad esse associati di risanare i terreni contaminati dal petrolio.

È la scommessa di un gruppo di studiosi dell'Università dell'Alaska Fairbanks, autori di una ricerca pubblicata nel marzo 2023 sulla rivista *Microbiology Spectrum*. L'iniziativa ha preso il via da un precedente studio a cura del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti in un'area contaminata dal greggio vicino a Fairbanks.

Nel 1995, gli scienziati avevano suddiviso parte del suolo inquinato in diverse micro-zone: in alcune di esse era stata piantata erba, in altre era stato inserito del fertilizzante, in altre ancora erano stati aggiunti entrambi gli elementi mentre le aree restanti erano state lasciate intatte. Lo studio era durato tre anni per poi essere abbandonato. A partire dal 2011, i ricercatori dell'Università dell'Alaska hanno ripreso il monitoraggio notando come la contaminazione non fosse più rilevabile e che le specie arboree autoctone avevano sostituito le erbe originariamente piantate. Tra anni dopo, inaspettatamente, gli scienziati hanno scoperto che i microbi variavano da un appezzamento all'altro non a seconda dei tipi di specie presenti bensì della

combinazione iniziale di fertilizzante ed erba.

L'analisi, realizzata sequenziando il gene 16S rRNA, ha rivelato come il tipo di suolo contaminato e la strategia di fitodepurazione avessero influenzato la struttura delle comunità microbiche.

I meccanismi alla base di questo risultato non sono noti. Tuttavia, ipotizzano gli scienziati, è possibile che le piante che colonizzano il sito disturbato abbiano generalmente selezionato microbi in grado di alleviare lo stress indotto dalla presenza di idrocarburi di petrolio. Per testare i trattamenti più efficaci, i ricercatori dell'Università di Fairbanks hanno avviato un progetto in un altro sito di monitoraggio a lungo termine. In ogni caso, le future ricerche dovranno concentrarsi sui fattori di sviluppo dei microbi stessi che, a differenza delle piante, sono i principali responsabili dello smaltimento del petrolio. Con ulteriori studi, insomma, gli scienziati potrebbero capire come rendere il processo di decontaminazione naturale più efficace. Individuando, quindi, quali combinazioni di piante e fertilizzanti favoriscano la proliferazione dei microbi stessi. Aprendo così la strada ai processi di risanamento dei suoli contaminati in diverse aree del mondo.

produttive ed estrattive di amianto, aree agricole, corpi idrici superficiali e aree a mare.

La contaminazione nelle aree SIN si presenta, nella maggior parte dei casi in forma estesa, rendendo parzialmente o del tutto inutilizzabili vasti territori regionali.

GLI STRUMENTI NECESSARI PER AVERE RISULTATI MIGLIORI

I recenti interventi normativi hanno portato ad una semplificazione delle procedure ma serve anche un consolidamento del sistema e un miglioramento della capacità di spesa da parte dei soggetti beneficiari di finanziamenti pubblici.

Il problema della capacità di spesa dei soggetti attuatori è una problematica sulla quale è necessario intervenire al fine di favorire una accelerazione della realizzazione degli interventi.

La problematica è imputabile a una carenza di personale tecnico idoneo alla gestione, monitoraggio e rendicontazione delle risorse o al mancato raggiungimento delle obbligazioni giuridicamente vincolanti per un reale disallineamento tra le tempistiche dettate dalle fonti finanziarie e quelle relative al procedimento.

È in questo contesto che l'amministrazione si deve adoperare per garantire, mediante un coordinamento tra gli enti, che le risorse oltre ad essere assegnate vengano spese in modo da garantire l'attuazione degli interventi e la rigenerazione di aree che allo stato si presentano inutilizzabili o comunque non pienamente fruibili.

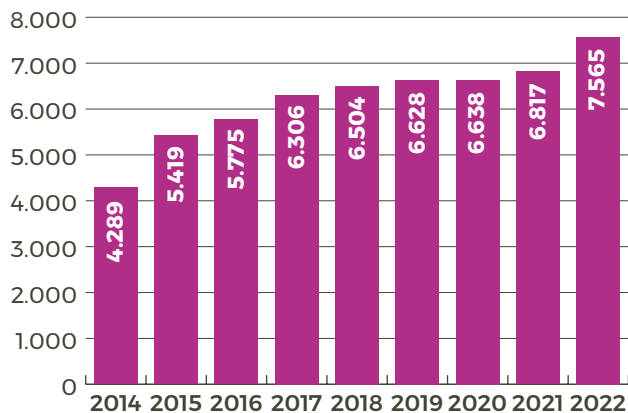
Tenuto conto dei primi riconoscimenti in termini di opportunità che le bonifiche offrono, già dal 2014, il Ministero ha avviato un processo di riforma del sistema per favorire una semplificazione/accelerazione delle procedure.

Dal 2014 ad oggi sono state restituite e quindi resi riutilizzabili circa 7565 ettari di suolo favorendo quindi la concreta applicazione dei principi di sostenibilità e di circolarità.

Come evidenziato dal grafico, dal 2014 ad oggi gli ettari delle aree resti-

La bonifica dei siti contaminati dimostra l'importanza di coinvolgere tutti gli attori del settore: amministrazioni centrali e locali, enti di ricerca, università, aziende, associazioni e cittadini

FIGURA 3
Superficie di suolo
ricadente in area
SIN e restituito
ai fini del riuso:
annualità
2014-2022.



tuite agli usi seguono un trend sempre crescente grazie anche al nuovo approccio utilizzato in primis dall'amministrazione centrale e di conseguenza da tutti gli operatori di settore, pubblici e privati, i quali, consapevoli delle opportunità che la bonifica di aree contaminate può offrire si sono adoperati a raggiungere gli obiettivi prefissati. Con l'introduzione delle nuove misure di semplificazione, accompagnate da un rapido sviluppo delle tecnologie di settore, si attende una accelerazione dei procedimenti e la conseguente crescita dei valori di aree restituite alla collettività.

Nel campo della bonifica dei siti contaminati risultati significativi possono essere conseguiti unicamente coinvolgendo tutti gli attori del settore: amministrazioni centrali e territoriali, enti di ricerca e università, aziende, associazioni e cittadini.

Occorre rendere i procedimenti di bonifica semplici, veloci, efficaci e attrattivi per i capitali privati in quanto le risorse pubbliche messe a disposizione, seppure ingenti, non possono consentire la rigenerazione di tutte le aree compromesse sul territorio nazionale.

In questo senso la necessità di accelerare l'installazione di impianti di Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) può costituire un volano per il recupero di aree degradate da utilizzare prioritariamente per questa finalità, evitando il consumo di nuovo suolo, soprattutto ad uso agricolo, che deve mantenere le proprie caratteristiche e funzioni ecosistemiche.





Sezione II

Le proposte

1. **Società Italiana
di Chimica Agraria** p. 129
2. **Società Italiana
di Pedologia** p. 133
3. **Società Italiana
della Scienza del Suolo** p. 137
4. **Accademia Nazionale
di Agricoltura** p. 143
5. **Scuola Agraria
del Parco di Monza** p. 151

Salute e qualità del suolo non sono solo qualcosa da misurare


Società Italiana di Chimica Agraria

Giovanni Gigliotti

Presidente della Società Italiana di Chimica Agraria - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Perugia

Luciano Cavani e Claudio Ciavatta

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, *Alma Mater Studiorum* Università di Bologna

66  Il suolo è un sistema complesso all'intersezione tra atmosfera, litosfera, idrosfera e biosfera, fondamentale per la produzione alimentare e per la sostenibilità attraverso il suo sostegno a importanti servizi sociali ed ecosistemici¹. È in questo contesto che il concetto di salute del suolo è emerso all'inizio degli anni 2000 e oggi presenta collegamenti con il concetto emergente "One Health" in cui la salute degli esseri umani, degli animali e dell'ambiente sono tra loro collegati.

La salute del suolo è da intendersi come la sua continua capacità di funzionare come un ecosistema vivente che sostiene le piante, gli animali e gli esseri umani e di collegare la scienza agraria in generale e del suolo in particolare alla politica, ai bisogni delle parti interessate e alla gestione sostenibile della catena di approvvigionamento.

Storicamente, le valutazioni del suolo si concentrava-

¹ Lehmann j., Bossio d.a., Kögel-Knabner i., Rillig m.c. (2020). "The concept and future prospects of soil health". *Nat. Rev. Earth Environ.* 1(10): 544-553. doi:10.1038/s43017-020-0080-8.

Le scienze devono occuparsi
della definizione, dell'impatto
e della valutazione quantitativa
della salute del suolo
per delinearne le linee
della ricerca

no sulla produzione agricola, ma oggi la salute del suolo comprende anche il suo ruolo sulla qualità dell'acqua, il cambiamento climatico e la salute umana. Tuttavia, la quantificazione della salute del suolo è ancora dominata dagli indicatori chimici, nonostante il crescente apprezzamento dell'importanza della sua biodiversità.

In questa prospettiva, la definizione e la storia della salute del suolo vengono descritte e confrontate con altri concetti di suolo. Gli scienziati dovrebbero considerare la salute del suolo come un principio generale che contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità, piuttosto che solo come una proprietà da misurare.

Pertanto, la salute del suolo è essenziale per la produzione agricola, ma è anche fondamentale per molti servizi ecosistemici. Con questa prospettiva le scienze devono occuparsi della definizione, dell'impatto e della valutazione quantitativa della salute del suolo per delinearne le linee della ricerca.

Salute e qualità del suolo vanno di pari passo. Una delle definizioni più accettate di qualità del suolo è quella della Soil Science Society of America degli anni '90 del XX secolo che si basa sul concetto di funzionalità: *“capacità di un suolo di sostenere, nel contesto di uno specifico ecosistema naturale o antropico, la produzione vegetale o animale, di contribuire a migliorare la qualità dell'aria e dell'acqua, e di supportare la salute dell'uomo e l'abitabilità ambientale”*. Molti ricercatori che si occupano di Scienze del Suolo concordano sulla definizione di qualità del suolo, ma si trovano in parziale disaccordo sulle procedure da utilizzarsi per la sua misura, dipendendo da proprietà intrinseche (o statiche) e da proprietà dinamiche.

Le proprietà intrinseche, spesso identificate con la tessitura, la pendenza, la struttura e il colore, tendono ad essere stabili e rispondono molto lentamente alla pressione esercitata da fattori di cambiamento.

Le proprietà dinamiche tendono a rispondere rapidamente alla pressione esercitata da fattori di cambiamento e, nel tempo, si mettono in equilibrio con essi. Il punto di equilibrio che determinati processi raggiungono

sarà di fatto specifico per ciascun ecosistema e l'effetto dei fattori di cambiamento sulla qualità/funzionalità del suolo sarà quindi valutato come funzione delle variazioni che i medesimi processi subiscono. Da questo punto di vista, le proprietà dinamiche sono più rispondenti all'approccio scientifico che individua la qualità del suolo con la sua funzionalità. Le proprietà dinamiche rappresentano correntemente il punto focale per sostanziare il termine "qualità del suolo".

La qualità del suolo non può essere misurata direttamente, ma deve essere ricavata da variazioni nei suoi attributi o negli attributi dell'ecosistema, chiamati indicatori.

È chiaramente irrealistico usare tutti gli attributi del suolo o dell'ecosistema come indicatori, ma un *minimo data set* (MDS) comprendente proprietà chimiche, fisiche e biologiche, può essere selezionato per la valutazione della qualità del suolo.

Una via per integrare le informazioni ottenute con la misura di un *minimo data set* di indicatori è quello di sviluppare un indice di qualità del suolo. Un indice di qualità del suolo può essere un semplice rapporto tra due indicatori o più spesso è un modello multiparametrico che si basa su un MDS di indicatori. Un indice può essere utilizzato per monitorare e predire gli effetti dei sistemi agrari, delle pratiche agronomiche sulla qualità del suolo, o può evidenziare i primi segni della degradazione del suolo.

La Mission Soil promossa dalla UE propone, per verificare lo stato qualitativo dei suoli, 6 indicatori fondamentali ai quali associare soglie che permettano di verificare l'effetto delle pratiche di gestione del suolo che operano in un determinato momento all'interno di un determinato ecosistema. Gli indicatori proposti sono: a) presenza di inquinanti, b) eccesso di nutrienti e sali, c) copertura vegetale, d) contenuto di carbonio organico, e) struttura, includendo anche densità apparente e assenza di compattamento ed erosione, f) biodiversità del suolo, g) presenza di nutrienti e h) reazione (pH).

In ambito europeo è prossima l'uscita, su proposta della Commissione Europea, della direttiva del

Per verificare la condizione dei suoli, la Mission Soil UE propone 6 indicatori fondamentali.

A ciascuno andranno associate soglie per verificare l'effetto delle diverse pratiche di gestione del suolo e poter distinguere quelle effettivamente sostenibili

Parlamento Europeo e del Consiglio sul Monitoraggio e la Resilienza del Suolo².

Nell'indicare motivi e obiettivi della proposta, la Commissione Europea scrive che "Il suolo è una risorsa vitale, limitata, non rinnovabile e insostituibile. Un suolo sano costituisce la base essenziale dell'economia, della società e dell'ambiente, in quanto produce alimenti, accresce la nostra resilienza ai cambiamenti climatici, agli eventi meteorologici estremi, alla siccità e alle inondazioni e favorisce il nostro benessere. Riesce inoltre a immagazzinare carbonio, ha una maggiore capacità di assorbire, conservare e filtrare l'acqua e fornisce servizi vitali come alimenti sicuri e nutrienti e biomassa per i settori non alimentari della bioeconomia".

² Proposta di direttiva al Parlamento europeo e Consiglio sul monitoraggio del suolo e la resilienza (Normativa sul monitoraggio del suolo). Commissione Europea Bruxelles, 5.7.2023 COM(2023) 416 final 2023/0232 (COD).

Aumentare la conoscenza per avere azioni efficaci

Società Italiana di Pedologia

Alberto Agnelli

Università di Perugia

Eleonora Bonifacio

Università di Torino

Gianfranco Capra

Università di Sassari

Valeria CardelliUniversità Politecnica
delle Marche**Erika di Iorio**

Università del Molise

Gloria Falsone

Università di Bologna

Livia Vittori Antisari

Università di Bologna

Chiara Ferrè

Università di Milano Bicocca

La Società Italiana di Pedologia riflette spesso su come migliorare lo stato di salute dei suoli, evitarne il degrado e promuoverne un uso in linea con le loro capacità e caratteristiche. Il risultato di queste riflessioni è univoco: se la ricerca in pedologia è sovente all'avanguardia, la conoscenza del suolo, delle sue proprietà e delle sue funzioni tra i non specialisti, è scarsa e, conseguentemente, nessuna azione avrà successo se non si migliora la conoscenza di questa risorsa. Individuare dove e come è possibile intervenire per colmare le lacune nella conoscenza collettiva di questa risorsa è sicuramente un punto di partenza per apprezzarla e tutelarla.

A seconda della disciplina, il termine suolo assume significati diversi; le parole usate per descriverlo sono legate all'appartenenza, all'educazione e al luogo di origine delle popolazioni. Ad esempio, coloro che vivono in aree urbane riflettono un'idea del suolo generalmente legata al fango e alla sporcizia, mostrando più distacco che connessione con esso. Il concetto di *soil connectivity*

La formazione scolastica assume un ruolo fondamentale per smuovere l'apatia nei confronti dei problemi del suolo. Ma le scienze del suolo sono ovunque scarsamente rappresentate

introduce l'idea che, se si forniscono alle persone gli strumenti per la conoscenza del suolo, queste possano dare il giusto valore alla risorsa e alla sua gestione. Questi aspetti dovrebbero essere supportati da strategie educative ben ponderate, sia tramite approcci formali (scuola primaria e secondaria) che informali (social

media, app). L'obiettivo, in ogni caso, è quello di collegare il suolo all'idea di una risorsa fondamentale, ma fragile e non rinnovabile, di cui dobbiamo avere grande cura.

La formazione scolastica assume dunque un ruolo fondamentale per smuovere l'attuale apatia nei confronti dei problemi del suolo. Tuttavia, non solo in Italia, ma a livello mondiale, le Scienze del Suolo risultano scarsamente rappresentate nelle scuole primarie e secondarie e, di fatto, una buona parte di studenti che si iscrive all'università non conosce l'esistenza di queste discipline.

Le nuove metodologie didattiche potrebbero giocare un ruolo fondamentale, sviluppando linee guida comuni, creando piattaforme educative senza dimenticare l'esperienza immersiva del "toccare con mano", andare in campo, osservare i suoli e le loro diversità. A livello universitario, in Italia, le Scienze del Suolo sono presenti in molte università statali, nei corsi in ambito ambientale e naturalistico, agrario e forestale e, talvolta, urbanistico e dell'architettura. La conoscenza del suolo come sistema in grado di svolgere molteplici funzioni oltre alla produzione agraria, così come viene trattata negli insegnamenti di Pedologia, è però ancora lacunosa e, con poche eccezioni, limitata ai corsi di studio in ambito forestale e ambientale.

La diversità di conoscenza e visione diviene ancor più evidente nell'attività professionale dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali. L'Agronomo è più incline a valutare le pratiche più efficienti per migliorare la produzione e mantenere la fertilità chimico-fisica del suolo. Il Dottore Forestale è maggiormente in grado di collocare il suolo in un sistema ecologico. Un capitolo a parte merita la pianificazione territoriale, demandata alle amministrazioni locali. Il criterio tecnico più adeguato a operare nel rispetto del suolo si basa su un suo corretto rilevamen-

to, sull'interpretazione e sulla valutazione dello stesso tenendo conto dell'ambiente in cui si colloca. Tuttavia, il coinvolgimento di figure professionali formate in tale ambito, che possano mettere a disposizione le proprie competenze nei contesti di pianificazione territoriale, è ancora scarso. La Pedologia ha creato strumenti tecnici semplificati per poter essere applicati anche da chi non possiede competenze approfondite, come la Valutazione delle Terre (*Land Capability*) che consente di differenziare i suoli in base alle capacità di sostenere specifici usi; purtroppo tali strumenti non sono ancora disponibili in tutte le regioni italiane. In loro mancanza, esistono altri strumenti che però sono inscindibili dalla competenza specifica, come le Carte Pedologiche. Una maggiore diffusione di strumenti che già sono previsti porterebbe ad apprezzare maggiormente la diversità dei suoli e delle loro potenzialità.

La legislazione Italiana è oggi carente per quanto riguarda il suolo: varie proposte di legge sono state presentate a partire dal 2006 da singoli deputati o senatori, ma anche da ampi gruppi formati da diverse forze parlamentari con l'appoggio delle società scientifiche di ambito agrario (AISSA). Ad oggi, nessuna proposta è andata oltre l'approvazione in un solo ramo del Parlamento. L'unico, modesto, cambiamento negli ultimi anni ha riguardato la revisione della definizione del suolo nel D.Lgs. 152/2006. Questa variazione, del 2014, definisce finalmente il suolo come "lo strato più superficiale della crosta terrestre situato tra il substrato roccioso e la superficie. Il suolo è costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi". Auspicabili provvedimenti legislativi devono però basarsi su indicatori e modelli scelti e validati per fornire informazioni e schemi interpretativi della salute del suolo. Tali indicatori per essere appropriati devono considerare le proprietà più dinamiche del suolo, sensibili a cambiamenti d'uso e a disturbi naturali e antropici, e devono essere confrontati con valori di riferimento derivanti da un appropriato monitoraggio che consideri

La legislazione italiana sul suolo è carente: nessuna proposta è andata oltre l'approvazione di un solo ramo del Parlamento. I provvedimenti legislativi dovranno basarsi su indicatori e modelli capaci di fornire informazioni e schemi interpretativi della salute dei suoli

la variabilità spaziale e verticale del suolo. La letteratura specializzata è ricca di indici e indicatori da testare e armonizzare, a testimonianza di quanto l'esigenza sia sentita a livello scientifico. Purtroppo l'implementazione è ancora carente, in Italia più che in altri paesi europei, a conferma della necessità di una migliore conoscenza della risorsa suolo ai fini della sua salvaguardia.

Un'agricoltura "amica del suolo" contro la desertificazione

Società Italiana della Scienza del Suolo

Giuseppe Corti

Presidente della Società Italiana della Scienza del Suolo - Centro CREA Agricoltura e Ambiente

Filiberto Altobelli

Centro CREA Politiche e Bioeconomia

Tommaso Chiti

Università della Tuscia

Alessandro Buscaroli

Università di Bologna

Claudio Colombo

Università del Molise

Michele Freppaz

Università di Torino

Beatrice Giannetta

Università di Verona

Vito Armando

Laudicina

Università di Palermo

Giuseppe Lo Papa

Università di Palermo

Sara Marinari

Università della Tuscia

Stefano Mocali

Centro CREA Agricoltura e Ambiente

Maria Antonietta Rao

Università di Napoli "Federico II"

Claudio Zaccone

Università di Verona

Il concetto di desertificazione si è evoluto nel corso degli anni e sta assumendo sempre più una connotazione globale. Alla fine degli anni '70 del secolo passato, FAO-UNEP-UNESCO (1979) definirono la desertificazione come "il processo che porta a una riduzione irreversibile della capacità del suolo di produrre risorse e servizi", ossia di supportare la produzione di biomassa a causa di variazioni climatiche e di attività antropiche. Ciò che infatti accomuna le diverse aree soggette a desertificazione è la progressiva riduzione del topsoil (strato superficiale del suolo) e della sua capacità produttiva. Proprio basandosi sul criterio di produttività biologica, la Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e alla Desertificazione (UNCCD), nel 1977, ha adottato una definizione di desertificazione intesa come "riduzione o distruzione del potenziale biologico del terreno che può condurre a condizioni desertiche", che prescinde dalla collocazione geografica delle aree colpite (polari o tropicali),

© Foto di S. Cocco

FIGURA 1
Pre-deserto nei pressi di Gabes, Tunisia meridionale. La causa della incipiente desertizzazione è il clima: le precipitazioni sono di circa 140 mm all'anno, con una evapotraspirazione potenziale di oltre 2000 mm all'anno.

FIGURA 2
Area a pre-deserto e deserto nei pressi di Matmata, Tunisia meridionale. Le cause della incipiente desertizzazione sono siccità e salinizzazione (le efflorescenze biancastre in superficie sono date da sali, di cui il cloruro di sodio è il principale).

dalle caratteristiche climatiche, dalle cause (naturali o antropogeniche) e dai processi (salinizzazione, erosione, deforestazione, ecc.) all'origine della degrado del potenziale biologico del suolo. Ed è proprio sul concetto di degrado che si è poi basata l'UNCCD, considerando la desertificazione come il "degrado delle terre nelle aree aride, semi-aride e sub-umide secche attribuibile a varie cause, fra le quali le variazioni climatiche e le attività antropiche". Tale definizione circoscrive l'ambito di intervento territoriale in funzione delle caratteristiche climatiche e introduce esplicitamente l'azione dell'uomo fra le cause della desertificazione, oltre alle variazioni del clima.

La desertificazione è un fenomeno che interessa aree caratterizzate da ecosistemi ecologicamente fragili, dove il suolo è messo in pericolo da minacce quali siccità [FIGURA 1], salinizzazione [FIGURE 2 E 3], erosione [FIGURA 4], incendi [FIGURA 5], cambi dei regimi pluviometrici, pratiche agronomiche inadatte, eccesso di pascolamento, inquinamento del suolo e dell'acqua di falda, eccesso di attività turistiche. Le cause principali rimangono comunque il cambio dei regimi pluviometrici e l'erosione. Infatti, anche se non vi fosse alcuna variazione dei regimi pluviometrici, l'assottigliamento del suolo causato da pratiche agronomiche inadeguate e da erosione riduce progressivamente la quantità di acqua che il suolo può immagazzinare, determinando una minore riserva di acqua per le coltivazioni.

La desertificazione implica, quindi, la degradazione del suolo in tutte le forme evidenziate dalla Soil Thematic Strategy (COM 2006 e COM 2012) quali erosione, perdita di sostanza organica e di biodiversità, contaminazione e inquinamento, impermeabilizzazione, compattazione,



FIGURA 3

Suolo desertificato per accumulo di sali marini nei pressi di Lido di Spina, Comacchio (FE). La causa della desertificazione è l'accumulo di sali marini dovuto alla vicinanza al mare e alla ridotta altitudine dell'area, la cui idrologia superficiale è regolata da consorzi di bonifica. Queste superfici sono destinate ad aree naturali, con vegetazione a dominanza di salicornia, utili per l'avifauna migrante e stanziale.



salinizzazione e acidificazione. Tutte queste cause portano a una riduzione o perdita della capacità produttiva dei suoli legata alla riduzione o perdita totale della sua complessità biologica ed economica. In Europa, tra il 1900 e il 1970, le aree degradate sono aumentate del 40%, soprattutto a causa dello sfruttamento delle aree a clima sub-arido; nei successivi decenni, l'estensione delle aree degradate si è quadruplicata a causa di pratiche agricole non sostenibili, sovra-pascolamento, deforestazione, incendi e urbanizzazione. Secondo la Banca Mondiale, il costo della desertificazione, inteso come perdita globale di reddito, sarebbe di 42 miliardi di dollari all'anno.

L'Europa non è assolutamente immune al problema desertificazione; il fenomeno interessa, infatti, il 65% delle aree agricole aride, semi-aride, secco-subumide, per lo più concentrate nel bacino del Mediterraneo.

Desertificazione non significa, quindi, trasformazione di un territorio in deserto ma, piuttosto, portare il suolo a un livello di degrado che limita le scelte agricole e forestali.

Il termine che più coincide con l'immaginario comune è quello della desertizzazione, che davvero signifi-

Dal 1970 l'estensione delle aree degradate si è quadruplicata a causa di pratiche agricole non sostenibili, sovrapascolamento, deforestazione, urbanizzazione, incendi. La perdita globale di reddito, secondo la Banca Mondiale, è di 42 miliardi di \$ all'anno



FIGURA 4
Area a desertificazione causata da erosione accelerata ad Atri (TE). Per quanto, per certi versi, la zona presenti una certa spettacolarità dovuta alle guglie formatesi tra i calanchi, questo territorio non è più inutilizzabile dal punto di vista agricolo.



FIGURA 5
Incipiente desertificazione causata da ripetuti incendi nell'area di Sussundenga, Provincia di Manica, Mozambico.

ca “trasformarsi in deserto” e identifica la progressiva espansione dei deserti sabbiosi (erg) e sassosi (reg) dovuta a fenomeni di degrado del suolo causati, anche in questo caso, da pascolamento e pratiche agronomiche inadeguate, ma che si verificano in aree del pianeta con regimi termici torridi e scarse precipitazioni.

Quindi, desertificazione e desertizzazione rappresentano il progressivo degrado del suolo e del territorio. Nelle zone del mondo con clima temperato e piogge almeno superiori ai 400-450 mm all'anno, una situazione di relativa normalità può peggiorare rapidamente (pochi decenni) verso una desertificazione, causando problemi economici e sociali. Invece, nelle zone del pianeta con clima caldo-torrido, se le piogge sono al di sotto di 200 mm all'anno, qualunque attività contraria al delicato equilibrio del suolo può rapidamente portare all'espansione dei deserti con l'insorgere di enormi problemi sociali. Ne sono esempio le decine di oasi nell'area del Maghreb, autentici paradisi fino a 50-60 anni fa (si coltivavano palme, fichi, uva, olivo, melograni, miglio, erba medica e molto altro), che oggi sono completamente abbandonate a causa della salinizzazione dei suoli provocata da irrigazione con acque salino/salmastre che erano intercettate in falde profonde e che ha portato alla desertificazione delle oasi nel giro di 10-20 anni.

AZIONI DI CONTRASTO ALLA DESERTIFICAZIONE E ALLA DESERTIZZAZIONE

Per rallentare o fermare la desertizzazione non esistono azioni di contrasto efficaci a livello generale. Ciononostan-

te, qualcosa può esser fatto, anche se a fronte di investimenti importanti. Un esempio ci viene dagli Emirati Arabi Uniti, dove sorgenti di acqua dolce, in pratica, non esistono. Infatti, la stragrande maggioranza dell'acqua potabile è ottenuta da desalinizzazione dell'acqua di mare. Se consideriamo che la maggior parte degli abitanti sono urbanizzati, ne deriva una notevole quantità di reflui urbani. Da alcuni anni si è quindi iniziato a trattare le acque reflue coltivate per poterle usare in agricoltura. In particolare ad Abu Dhabi, si produce una notevole quantità di reflui che viene utilizzata per fare agricoltura nelle zone pre-desertiche o desertiche prospicienti la città, ma anche in quelle di agglomerati urbani più piccoli, anche a distanze ragguardevoli (200 chilometri) dalla città, dove l'acqua trattata viene convogliata tramite tubature interrato.

Le acque reflue trattate possono essere una risorsa anche per il contrasto alla desertificazione nelle aree dove questa sia attribuibile soprattutto a scarse precipitazioni. Ma, soprattutto nei Paesi industrializzati, il contrasto alla desertificazione deve prevedere anche altre azioni, che sono essenzialmente attività di contrasto all'inquinamento dei suoli e agli incendi, servizio che, oltre a molto altro, ben svolge il Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri.

Ma molte altre azioni devono essere intraprese, di comune accordo tra amministratori, esperti, aziende agricole e cittadini. Tra le prime, definire con indicatori di facile determinazione quali siano le aree soggette a desertificazione, il loro livello di rischio e la principale causa di degrado del suolo. In molti Paesi industrializzati, Italia compresa, si stanno diffondendo sempre più aree a rischio di desertificazione a causa di salinizzazione ed erosione accelerata. In queste aree, spesso agricole, sarebbe stato necessario prevenire il danno adottando sistemi agricoli (che significa non solo scegliere cosa coltivare, ma anche come, cioè quali lavorazioni, concimazioni o irrigazioni) armonizzati alle vigenti condizioni pedoclimatiche. Una volta che il degrado ha raggiunto livelli di guardia, l'unico modo per intervenire è adattare i sistemi agricoli alla

Contro la desertificazione, le acque reflue trattate possono essere una risorsa importante. Accanto ad esse, servono investimenti contro l'inquinamento dei suoli e gli incendi. Ma prima ancora serve di determinare quali aree sono più a rischio e per quali motivi

Un'agricoltura "amica del suolo", capace di adattarsi alle condizioni esistenti, può contrastare la desertificazione. Ma ciò comporta investimenti o perdite di economicità dell'azienda

situazione esistente, programmando operazioni che nel tempo riescano a riabilitare i suoli in questione. In molti casi, il recupero o la rivisitazione delle sistemazioni idraulico-agrarie (sistemazione delle superfici aziendali o del territorio di area vasta che permetta l'emungimento dell'acqua di pioggia in eccesso senza causare erosione o danni maggiori quali le

esondazioni) può essere la chiave di volta che, con altre azioni mirate, può permettere la reintroduzione di sostanza organica nel suolo. Di sicuro, non può esserci alcuna reintroduzione di sostanza organica nel suolo in condizioni di forte erosione idrica.

Di fatto, l'uomo può evitare o contrastare la desertificazione adottando un'agricoltura "amica del suolo", in cui il mantenimento o l'aumento della sua capacità produttiva non ne comprometta le funzioni. E, quasi sempre, ciò si realizza adattando l'agricoltura alle condizioni esistenti. Ma questo può comportare investimenti o perdite di economicità da parte dell'azienda.

Benché molto si possa fare anche all'interno di ogni azienda, una vera svolta nella lotta alla desertificazione e alla desertizzazione non può essere ottenuta senza l'intervento delle amministrazioni locali o dello Stato: solo con investimenti ingenti e progetti ambiziosi di area vasta è possibile un uso equilibrato del suolo, migliorandolo per le generazioni future, e la salvaguardia delle attività produttive, agricole e non.

Suolo. Stimolarne la percezione contro l'indifferenza

Accademia Nazionale di Agricoltura

Gilmo Vianello

Vicepresidente Accademia
Nazionale di Agricoltura

Pochi anni prima dallo scoppio del secondo conflitto mondiale, Arrigo Serpieri, senatore e rettore dell'Università di Firenze, ebbe a criticare aspramente il degrado dei suoli avvenuto negli Stati Uniti d'America causato da una gestione agronomica inadeguata, mirata unicamente a produrre cereali in maniera intensiva e monocolturale, mettendo in crisi i mercati sementieri dei Paesi europei, tra cui l'Italia. Tuttavia ebbe a riconoscere la pragmatica azione intrapresa dal governo statunitense, per uscire dalla drammatica recessione economica degli Anni '30 provocata dalla sterilizzazione di milioni di ettari di suoli, perpetrata in poco più di vent'anni¹. Tra le varie azioni condotte dall'allora presidente Franklin Delano Roosevelt - che nel 1937 in una lettera indirizzata ai governatori della Federazione per sollecitare l'approvazione di una legge concordata sulla Conservazione del suolo ebbe a dichiarare "*A nation that destroys its soils destroys itself*" - la creazione del Soil Survey Staff che in pochi anni diverrà punto di riferimento a livello mondiale.

¹ Alfani A. (1939) "La difesa del suolo negli Stati Uniti di America", con prefazione di S.E. Arrigo Serpieri. R. Istituto Agronomico per l'Africa Italiana, Firenze.

La “fertilità artificiale” ha preso il sopravvento sulla “fertilità naturale” e sulla gestione tradizionale del suolo senza tenere più conto delle sue esigenze fisiche e biologiche

Sulla costituzione di questo servizio, Serpieri si dimostrò particolarmente interessato, tanto che nel 1939 accolse favorevolmente la proposta di Gino Passerini, professore e direttore responsabile dell'Istituto di Idraulica Agraria dell'Università di Pisa, per attivare anche in Italia un servizio dei suoli nazionale. Durante

l'incontro organizzato nello stesso anno per formalizzarne la costituzione, si assistette all'unanime approvazione da parte di tutte le più importanti personalità del mondo politico, accademico e della ricerca dell'epoca. Successo dovuto anche alla stretta collaborazione iniziata fin all'inizio del '900 e proseguita tra pedologi, geologi, agronomi, forestali, idraulici e meccanici agrari². Non si giunse alla concretizzazione legislativa dell'iniziativa a causa l'inizio del conflitto mondiale, ma l'idea fu immediatamente ripresa nel periodo post bellico con l'istituzione dell'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Conservazione del Suolo con sede a Firenze³. Sono anni in cui il suolo mantiene vivo il suo secolare ruolo di risorsa primaria con una percezione positiva che travalicando la sfera scientifica, coinvolgeva le realtà sociali e politiche. Nel 1952 nacque la Società Italiana di Scienze del Suolo, nel 1966 Fiorenzo Mancini darà alle stampe la carta dei suoli d'Italia alla scala 1:1.000.000, sintesi trentennale della vasta documentazione geo-agronomica realizzata nel quarantennio precedente. A metà degli anni '70 il Consiglio Nazionale delle Ricerche avviò il Progetto Finalizzato “Conservazione del suolo” nell'ambito del quale il suolo verrà indagato secondo nuovi criteri internazionali di rilevamento e classificazione. Nel 1989 riprendendo i dettati della “Carta Europea del suolo” sanciti nel 1972 dal Consiglio d'Europa, il Ministero dell'Università di concerto con quello dell'Ambiente attivò i primi corsi di laurea sperimentali presso le Università di Parma, Bologna

² Passerini G. (1939) “Per la creazione di un Centro nazionale per lo studio del suolo”, *Atti R. Accademia dei Georgofili, VI serie, V, pp. 343-381*.

³ (L. n. 71 dell'11/2/1952).

(sede di Ravenna) e “Cà Foscari” di Venezia, nell’ambito dei quali l’insegnamento della Pedologia venne inserita come materia propedeutica. A partire dal 1991 quasi tutte le amministrazioni regionali istituirono un proprio Servizio dei suoli in ottemperanza al Programma operativo per lo “Sviluppo della divulgazione agricola e delle attività connesse” nell’ambito del Quadro comunitario di sostegno per l’Italia.⁴

Alle soglie del nuovo millennio tutto quindi faceva presumere per un adeguato riconoscimento del ruolo del suolo nelle nuove politiche ambientali alla stregua dell’aria, dell’acqua e delle componenti biologiche. Ciò non avvenne e l’interesse per il suolo regredì alla luce della forte conflittualità instauratisi tra “produzione” e “conservazione”; le superfici agrarie stavano diminuendo, i pascoli abbandonati e invasi dalle vegetazione arborea, le aziende agricole interessate da un consistente frazionamento fondiario, la popolazione era in crescita e di conseguenza aumentava il fabbisogno alimentare. Esigenze che i progressi scientifici delle scienze agrarie dalla genetica alla chimica, dalla meccanizzazione all’idraulica, permettevano di ottenere portando a produzioni da cinque a dieci volte più elevate del secolo precedente. Vennero progressivamente abbandonate le tradizionali modalità di gestione e fertilizzazione dei terreni, la rotazioni colturali in quanto non più convenienti economicamente, l’utilizzo come fertilizzanti dei letami di origine zootecnica. La “fertilità artificiale” prese il sopravvento sulla “fertilità naturale” e sulla gestione tradizionale del suolo senza tenere più in considerazione le sue esigenze fisiche e biologiche quali la stabilità di struttura, la porosità e l’infiltrazione, la ritenzione idrica, l’attività microbiologica. Alla carenza di sostanza organica nel suolo si cercherà di sopperire con l’apporto di presunti concimi e ammendanti organici derivanti da scarti di filiere industriali di dubbio valore fertilizzante. Nel tentativo di avere un parere tecnico equilibrato il Ministero dell’Agricoltura e Foreste istituì *il Comitato tecnico-scientifico per l’Osservatorio Nazionale e Pedologico e per la qualità del suolo*; osteggiato fin dall’inizio del suo operare, il Comi-

⁴ (Obiettivo 1 del Reg. CEE 2052/88).

tato venne ripetutamente soppresso e ricostituito con il succedersi di sei decreti dal 1990 al 2005. Evidente la conflittualità tra i rappresentanti delle Regioni, del mondo accademico, dei Ministeri dell'Agricoltura e dell'Ambiente e del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Una deleteria abitudine, che raggiunse il suo culmine nell'ultimo ventennio del secolo passato, la pratica illegale di immissione od occultazione nel suolo di sostanze nocive per la salute umana e animale come nel caso di gessi di defecazione da fanghi non a norma, o di scorie e manufatti di origine industriale contaminati da metalli pesanti o da inquinanti organici, tali da provocare un elevato rischio di inquinamento anche delle falde freatiche.

Il suolo acquisì così l'inafausta denominazione di "Tomba dei misfatti umani". La denuncia di questo stato di fatto da parte della pedologia valse alla stessa la fama di "Cassandra" dell'ambiente e accusata di volere impedire lo sviluppo delle nuove frontiere dell'agricoltura. Il suolo in Italia veniva percepito in maniera distorta come si riscontra nella sua definizione all'art. 54 del Decreto Legislativo n. 152/2006 che recitava: *"Suolo: il territorio, il suolo, il sottosuolo, gli abitati e le opere infrastrutturali"*. In una di legge, che doveva mirare alla salvaguardia dell'ambiente, il suolo non veniva inteso né come componente dell'ecosistema, né come funzione primaria indispensabile per l'agricoltura e le foreste, quanto piuttosto ambito territoriale in attesa di intervento umano, come ancor oggi figura in molti strumenti urbanistici comunali; fortunatamente l'articolo venne in seguito abrogato e modificato con il D.lgs n. 46 del 4/3/2014.

Per lungo tempo il suolo è stato inteso non come componente dell'ecosistema né come elemento indispensabile per agricoltura e foreste ma come territorio in attesa di intervento umano. La pedologia, che denunciava il degrado del suolo, conquistò così la fama di "Cassandra" dell'ambiente

Dissesto idrogeologico, consumo di suolo, salinizzazione, contaminazione, perdita di biodiversità, diminuzione della fertilità erano e sono alcuni dei problemi che affliggevano e affliggono molti Paesi d'Europa tanto da indurre la Commissione Europea ad adottare nel 2006 la *"Soil Thematic Strategy"* riconoscendo il ruolo centrale del suolo nell'equilibrio ambientale e nell'interfaccia tra litosfera, idrosfera, biosfera e atmo-

sfera⁵. Passati però molti anni la Commissione rilevò che la proposta di una direttiva quadro sul suolo era in sospeso da otto anni durante i quali non era scaturita alcuna azione efficace. La Commissione pertanto, pur valutando l'importanza della proposta, ritenne opportuno ritirarla. Le cause di tale ritardo e del conseguente rinvio furono da attribuire all'azione condotta da *Business Europe* che facendosi portavoce del panorama industriale europeo, riguardo la proposta di direttiva quadro sul suolo ebbe a dichiarare *"The need for legislation on soil protection at European level is not obvious"*. In questa vicenda la Commissione Europea mostrò la sua debolezza politica nei confronti dei poteri forti dell'economia europea, palesando indifferenza nei confronti della risorsa suolo.

Come conseguenza, nel corso degli ultimi ottant'anni i suoli europei, non esenti quelli italiani, hanno subito un progressivo deperimento che se non opportunamente controllato potrà condurre ad un degrado irreversibile. Viene in mente al proposito ciò che nel 1951 scriveva Luigi Einaudi *"La lotta contro la distruzione del suolo italiano sarà lunga e dura, forse secolare. Ma è il massimo compito d'oggi, se si vuole salvare il suolo in cui vivono gli italiani"*. In Italia si sono succedute nel tempo alcune proposte legislative per la tutela del suolo a partire dal 2012 con il disegno di legge "valorizzazione delle aree agricole e di contenimento del consumo di suolo", non approvato a causa della fine anticipata della legislatura; a cui ha fatto seguito la proposta di legge n.164 "Disposizioni per l'arresto del consumo di suolo, di riuso del suolo edificato e per la tutela del paesaggio", il cui iter legislativo non è mai giunto a buon fine.

⁵ CCE-Commissione delle Comunità Europee (2006) "Comunicazione della commissione al consiglio, al parlamento europeo, al comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni Strategia tematica per la protezione del suolo" [SEC(2006)620 e 1165].



L'indifferenza nei confronti del suolo ha fatto sì che l'UE non sia riuscita finora a munirsi di un quadro giuridico adeguato per riconoscere ai suoli la stessa protezione garantita alle acque, all'ambiente marino e all'atmosfera, costringendo oggi la Commissione ad affannosi tentativi per mitigarne i dannosi effetti riconoscendo parzialmente gli errori commessi nel passato, ma trincerandosi dietro l'alibi del cambiamento climatico.

La strategia UE per il suolo per il 2030, adottata il 17/11/2021⁶, fissa l'obiettivo di avere tutti i suoli "sani" entro il 2050, invitando pertanto i Paesi della Comunità a legiferare in materia di protezione, uso sostenibile e ripristino dei suoli, considerando come obiettivi primari la protezione della fertilità dei terreni, la riduzione degli effetti indotti dalla erosione e impermeabilizzazione, la individuazione e sanificazione dei siti contaminati, la bonifica dei suoli degradati, l'incremento della sostanza organica.

⁶ EU-European Commission (2021) "Strategia dell'UE per il suolo per il 2030. Suoli sani a vantaggio delle persone, degli alimenti, della natura e del clima" (Bruxelles, 17.11.2021 COM(2021) 699 final).

Le valutazioni tratte dall'applicazione del regolamento LULUCF (Land Use, Land Use Change, Forestry) hanno infatti evidenziato che tra il 2013 e il 2018 gli assorbimenti annuali netti di carbonio si sono ridotti del 20%, confermando quanto emerso dall'indagine LUCAS (Land Use/Cover Area frame statistical Survey Soil)⁷ che ha stimato per circa il 75% delle terre coltivate dell'UE concentrazioni in carbonio organico inferiore al 2%.⁸ A

conferma, nella pianura emiliano-romagnola estese superfici coltivate mostrano valori di carbonio organico inferiori allo 0,8%.⁹ Si tratta quindi da un lato di abbattere le emissioni gassose soprattutto dai suoli organici, dall'altro di aumentare il livello di carbonio immagazzinato nei suoli minerali come previsto nell'ambito del pacchetto legislativo *"Pronti per il 55%"*.

Che lo stoccaggio del carbonio nel suolo si possa conseguire in un breve arco temporale è impensabile in quanto non a tutti è noto che la stabilizzazione del carbonio organico nel suolo richiede tempi molto lunghi in funzione soprattutto della presenza e dell'attività microbiologica che si svolge al suo interno. Proliferano così tentativi di aggirare l'iter naturale, immettendo nel suolo sostanze ad elevato contenuto in carbonio quali biochar, polimeri, reflui civili e industriali, con il difetto di risultare poco aggredibili dai microorganismi, con lenti processi di degradazione e in certi casi con rischio di contaminazione. Questo avviene per i grandi interessi economici, ma anche perché tra le componenti dell'ecosistema il suolo è forse il più sottovalutato, essendo visto dalla popolazione come risorsa naturale non limitata e non

Nella pianura emiliano-romagnola estese superfici coltivate mostrano valori di carbonio organico inferiori allo 0,8%. Si tratta quindi di abbattere le emissioni gassose dai suoli organici e di aumentare il livello di carbonio stoccato nei suoli minerali, come previsto dal pacchetto "Fit for 55"

⁷ EU-European Commission (2005-2015) "LUCAS: Land Use and Coverage Area frame Survey". European Soil Data Center (ESDAC).

⁸ JRC (2016) "Soil threats in Europe. Technical report".

⁹ RER-Regione Emilia-Romagna (2015) "Carta del contenuto percentuale di carbonio organico nei suoli della pianura emiliano-romagnola, strato 0-30 cm - Scala 1:50.000". Seconda edizione.

comprendendo il ruolo chiave che svolge nella bioeconomia sostenibile e circolare. Ne consegue una scarsa attenzione prestata nell'introduzione della tematica suolo nell'ordinamento scolastico, in particolare nei licei della scuola secondaria di secondo grado, dove non compare in nessuno dei curricula didattici.

Come sottolineava Paolo Sequi “... *il fatto che oggi la civiltà rurale stia scomparendo nei paesi avanzati non fa che rendere più importante e più urgente la presa di coscienza della funzione prioritaria che il suolo svolge nell'ambiente. Ne discende la necessità di una più approfondita conoscenza del suolo. Tutte le forme di apprendimento e di divulgazione della scienza del suolo sono utili a questo scopo, da quelle superiori e specializzate a quelle di livello scolastico e popolare*”¹⁰ (Sequi e Vianello, 1998).

¹⁰ Sequi P., Vianello G. (a cura di) (1998) “Sensibilità e vulnerabilità del suolo. Metodi e strumenti d'indagine”. Franco Angeli Ed.

Il potenziale inespresso dello scarto organico

Scuola Agraria del Parco di Monza

Enzo Favoino

Senior Expert, Economia
Circolare, Scuola Agraria del
Parco di Monza

Negli ultimi anni, l'Europa ha messo con convinzione anche lo scarto organico (in genere definito come "biorifiuto" nelle politiche e normative di settore) al centro delle proprie strategie di sostenibilità nella gestione di materiali e risorse.

Oltre alle motivazioni generali, che guidano l'agenda europea sulla Economia Circolare (rendere la UE meno dipendente da importazioni di materie prime; con ciò stesso, eliminare le condizioni di precarietà nella crisi globale da scarsità delle risorse; dare una risposta interna alla necessità di "materiali critici") se ne aggiungono alcune specifiche, a più riprese confermate negli studi di settore, nelle disposizioni regolamentari, nelle decisioni al contorno nelle politiche ambientali:

- La separazione e il recupero dello scarto organico sono il vero "motore" per gli obiettivi ambiziosi definiti dal Pacchetto Economia Circolare e dalla Direttiva-Quadro sui Rifiuti; oltre al contributo quantitativo, determinante per conseguire il 65% di "preparazione per il riuso ed il riciclo" al 2035, va sottolineata però l'importanza operativa - non sempre focalizzata adeguatamente - della separazione dello scarto organico: una buona separazione consente infatti di ridurre drasticamente giri e frequenze di raccolta del rifiuto residuo, e perciò con-

seguire risparmi operativi e stimolare una maggiore propensione a una migliore separazione anche di altri materiali (come carta, vetro, plastica, metalli).

- La separazione dello scarto organico attiva dinamiche virtuose all'interfaccia con altre politiche ambientali e agroambientali: dal potenziale contributo di sostanza organica al "carbon farming", alle strategie di contrasto della desertificazione, a quelle di contrasto del cambiamento climatico – queste ultime, poggiano sul ruolo del pool di carbonio nei suoli (il secondo pool di carbonio più ampio del pianeta dopo gli oceani) e sulla possibilità di "sequestrarne" parte mediante l'applicazione di compost e altri ammendanti organici.

Nonostante tutto ciò, l'impressione è che l'attuale struttura del quadro regolamentare, e delle strategie operative che ne conseguono, non riesca a catturare appieno tale potenziale. In effetti, la UE ha adottato, con l'articolo 22 della Direttiva-Quadro, l'obbligo di separazione dello scarto organico in tutta Europa: un riconoscimento fondamentale del suo ruolo. Ma a una riflessione più approfondita, ci si può rendere conto che un "obbligo di differenziare" è un approccio poco orientato al risultato: l'obbligo potrebbe infatti essere ottemperato anche con strategie operative che, pur rispettando l'obbligo, non garantiscono intercettazioni adeguate del materiale oggetto di raccolta. Ed è purtroppo quanto avviene in molti casi, con sistemi di raccolta sottoperformanti, in grado di intercettare solo parti minori dello scarto organico. Questo può derivare, ad esempio, da sistemi a cassonettizzazione (diffusi anche in diverse aree italiane) oppure da raccolte congiunte umido-verde (l'approccio

prevalente in Europa Centrale) che non riescono a cogliere le peculiarità dello scarto di cucina né a tradurle in specificità operative; il che comporta come conseguenza, che gran parte dell'organico viene perso nel rifiuto residuo, diventando quello che, nell'era della Economia Circolare e secondo le codificazioni della stessa, diventa un vero e proprio "leakage", una perdita netta di risorse dal sistema circolare.

La separazione dello scarto organico attiva dinamiche virtuose e può stimolare il "sequestro" di carbonio mediante l'uso di compost e di altri ammendanti organici. Per questo è importante promuovere sistemi di raccolta performanti che intercettino adeguate quantità di rifiuti umidi e compostabili

Tali criticità sono state d'altronde confermate da uno studio relativamente recente¹ (2020) condotto per BBI e ZWE, e che ha confermato che in tutta Europa, inclusi Paesi di lunga tradizione nella separazione dell'organico, come Olanda e Germania, il quantitativo di organico (e soprattutto, di scarto di cucina) intercettato

dalle raccolte differenziate (e dunque reso disponibile per i percorsi successivi di valorizzazione) è una parte minore del potenziale totale: il 32% del biorifiuto (dato dalla somma di scarto di cucina + scarto di giardino), e solo 16% dello scarto di cucina. Eppure, i sistemi adottati in alcuni Paesi (es. Norvegia, Italia) dimostrano che le percentuali di intercettazione possono essere marcatamente superiori, arrivando sino a punte dell'80-90% del totale potenziale (e questo, anche in situazioni complesse come i contesti metropolitani: la Città di Milano separa circa l'87% dell'organico generato in ambito cittadino).

Che fare in merito? Certamente, vanno investigati (e valorizzati) i motivi dei migliori risultati prestazionali nelle aree che ospitano gli schemi più performanti. Rispetto a tale tema, i concetti operativi si stanno consolidando su approcci di raccolte dedicate per lo scarto di cucina, con contestuale riduzione delle frequenze di raccolta per il rifiuto residuo, e dotazione di strumenti per aumentare la comodità per l'utenza (quali secchielli ventilati, sacchetti compostabili in carta o in plastica compostabile certificata secondo lo standard europeo consolidato EN 13432). Si deve promuovere una "contaminazione" da parte delle buone pratiche verso quelle che ancora mostrano spazi di miglioramento - questo è ad esempio l'obiettivo specifico di un ambizioso programma di ricerca, sviluppo e disseminazione finanziato dalla UE, attualmente in corso, e che va sotto il nome di "Biobest".

Ma bisogna anche definire dei *driver* regolamentari, perché poi i diversi livelli giurisdizionali che hanno potere decisionale in merito, siano spinti ad adottare le migliori

In Europa centro-settentrionale, nonostante una lunga tradizione di separazione dell'organico, viene intercettato appena il 16% degli scarti di cucina. Con sistemi performanti, in Italia si riesce ad arrivare a punte dell'80-90%

¹ <https://zerowasteurope.eu/library/bio-waste-generation-in-the-eu-current-capture-levels-and-future-potential/>

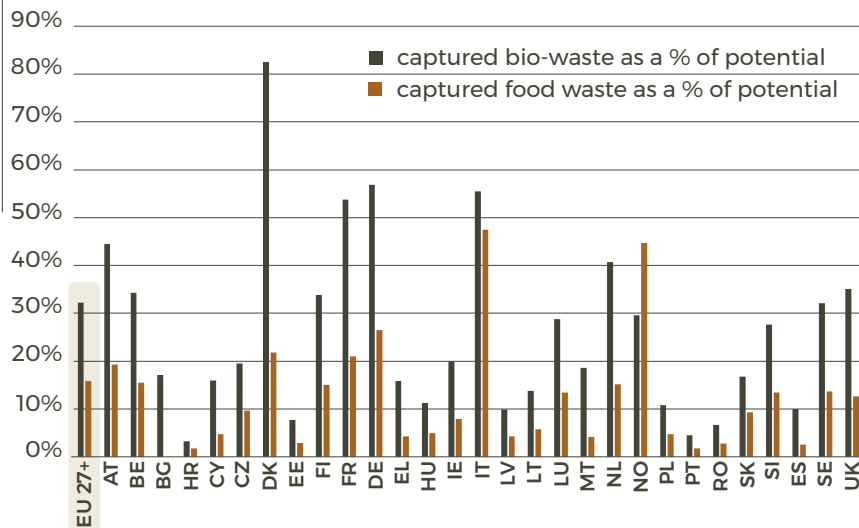


FIGURA 1
Risultati
della indagine
in Europa sui livelli
di intercettazione
del biorifiuto.
Spiegazioni
nel testo.

pratiche. Sarebbe dunque opportuno (come peraltro ha chiesto, in una sua lettera alla Commissione, una vasta coalizione di portatori di interesse, ONG, amministrazioni locali) corredare l'obbligo di cui all'articolo 22 con degli obiettivi prestazionali legalmente vincolanti: come ha richiesto tale coalizione, il modo migliore per definire tali obiettivi è imporre un *target* di riduzione dell'organico (in kg/persona.anno, a livello nazionale e/o locale) "perso" nel rifiuto residuo. Un target così definito sarebbe infatti in grado di valorizzare tutte le azioni sovraordinate (dai programmi di recupero delle eccedenze alimentari, al compostaggio domestico, alla raccolta differenziata dell'organico, collegata a sistemi di compostaggio o digestione centralizzati) senza metterle in competizione tra di loro e consentendo invece di sommare i loro contributi. Inoltre, la "minimizzazione della presenza della risorsa nel rifiuto residuo" interpreterebbe nel modo migliore il principio generale dell'Economia Circolare: che è quello, appunto, di ridurre al minimo possibile i "leakages", le perdite di risorse, che sono quelle lasciate nel rifiuto residuo (sia che venga avviato a discarica che ad incenerimento).

Suolo, un'ecosistema da "sentire"

IL SUOLO NON È MATERIA INERTE. ECCO PERCHÉ VA PRESTATO PARTICOLARE ATTENZIONE A COME LO LAVORIAMO. LA VISIONE AGRO-ECOLOGICA OFFRE RISPOSTE PRODUTTIVE, ECONOMICHE, SOCIALI

Il suolo è un'infrastruttura ambientale e agricola spesso dimenticata anche se svolge una serie di servizi ecosistemici. Consente infatti l'accumulo, la filtrazione e la depurazione delle acque; la formazione e il mantenimento della biodiversità; l'elaborazione di espressioni del paesaggio; la generazione di sostanza organica e di biomassa e il dispendio di carbonio, influenzando il clima.

La Strategia europea per il suolo per il 2030 (adottata il 17 novembre 2021) usa, in proposito, la definizione di tappeto magico. Noi ci occupiamo, però, di suolo solo quando, perdendo la capacità di svolgere le proprie funzioni, presenta evidenti problemi di erosione, diminuzione di sostanza organica, contaminazione, salinizzazione, impermeabilizzazione, frane, smottamenti e dissesti.

Anzi, l'evidenza di questi problemi consente almeno la possibilità di continuare ad alimentare condizioni di rigenerazione senza arrivare all'esaurimento. Lo stato di criticità di questo complesso e diversificato habitat diventa, però, irreversibile a fronte del ritmo vertiginoso di consumo. Ciò solleva anche la necessità di intensificare l'impegno a proteggerne la destinazione rispetto all'approvvigionamento alimentare.

In realtà, quando viene in gioco il suolo come oggetto di sfruttamento agricolo si è di fronte a un ambiente fisico

Stefano Masini
Responsabile
Area Ambiente
e Territorio -
Coldiretti

Per produrre frutti occorrono qualità che inglobano l'idea delle potenzialità agronomiche, dello spazio geografico, della storia locale

ancora più complesso: penso alla sua porosità e alla capacità di trattenere acqua, alla struttura e agli elementi fisici. E, sicuramente, non è esauriente la definizione offerta dal Codice dell'ambiente come lo strato più superficiale costituito da componenti minerali, materia organica, acqua,

aria e organismi viventi.

Traggo da un vecchio manuale francese di agronomia che il contadino parla di terroir e, cioè, della terra che produce frutti; come l'ingegnere parla di suolo e l'urbanista di territorio. Infatti, per produrre frutti occorrono qualità che inglobano l'idea delle potenzialità agronomiche, dello spazio geografico, della storia locale. Tutti caratteri non riproducibili e identitari che finiscono anche per assumere una dimensione culturale indissolubile dalla memoria dal gusto.

Un noto enologo al quale si deve l'invenzione dei vini bolgheresi ha scritto che soltanto in determinate località un vitigno manifesta il suo vero nei vini che va a produrre, qualità che ne giustificano la rinomanza. E che la stessa varietà di vitigno non produce mai in località differenti vini identici. Una varietà che, tuttavia, non può essere negata a tutti gli altri prodotti che formano il nostro patrimonio agroalimentare, se è vero che, nella pubblicazione annuale dell'elenco dei prodotti agroalimentari tradizionali (PAT), sono registrate oltre 5.000 specialità che derivano i loro caratteri materiali e immateriali dall'identità di luogo.

È la scoperta che il suolo non è materia inerte, sì che dobbiamo prestare particolare attenzione alla sua lavorazione. Papa Francesco ha spiegato che l'economia della terra viene dal primo significato della parola economia, quello di cura della casa.

Si spiega la visione di agro-ecologia che porta a considerare le specie coltivate in un ambiente definito da un campo, al fine di dare una risposta economica, ma anche di svolgere una funzione sociale e di garantire la stessa continuità produttiva.

Dopo l'emergenza della mucca pazza, nella rinnovata disciplina europea in materia di sicurezza alimentare, si è soliti far riferimento alla trasparenza determinata da una

serie di informazioni e pratiche lungo la filiera: la tracciabilità, l'etichettatura, l'allarme rapido che concorrono a rispondere alle aspettative del consumatore in tutti i passaggi dal campo alla tavola. Ma questo salto non si può fare se non ci si sofferma prima sul suolo da intendere come bene ecologico.

Non c'è dubbio che torna ad essere centrale una valutazione oggettiva dello stato del suolo. Sotto questo profilo, si parla effettivamente di riscoprire l'alfabetizzazione pedologica e di mettere in atto buone pratiche.

In ogni caso l'impegno a lavorare sulla fertilità del suolo, ad aumentare il livello di carbonio immagazzinato, a contrastare il rischio di contaminazione richiede una fondamentale consapevolezza: non confondere il suolo come organismo vivente con la superficie dell'azienda, con un bene catastalmente archiviato.

Di questa rovinosa confusione si trova traccia in uno scritto recente di Bruno Latour (Dove sono? Lezioni di filosofia per un pianeta che cambia): «Basta seguire gli agronomi per sentire la differenza, talvolta a pochi metri di distanza, tra un campo sollevato dall'Agrobusiness e proiettato in aria e un suolo lasciato a riposo e ispessito dalla molteplicità dei viventi che lo compongono. E quando dico "sentire" intendo proprio olfattivamente, dopo che un pedologo vi avrà fatto vedere come rigirare una zolla nel cavo della mano».

Il suolo va inteso come bene ecologico. Per farlo, dobbiamo riscoprire l'alfabetizzazione pedologica e diffondere buone pratiche



Carta proveniente da foreste correttamente gestite
e altro materiale controllato.

Finito di stampare nel mese di novembre 2023
presso Nuove arti grafiche sc, Trento (TN).
Stampato in Italia - Printed in Italy



RE SOIL
FOUNDATION
Regeneration for a clean and healthy soil.

Il rapporto “Il suolo italiano al tempo della crisi climatica” è il primo tentativo di riunire all’interno di in un’unica pubblicazione la fotografia dell’impatto delle principali forme di degrado sui suoli italiani ed evidenziare quali sono i territori maggiormente esposti, presentando al tempo stesso le proposte e le soluzioni indicate dai massimi esperti del sistema suolo. Obiettivo: aiutare operatori dell’informazione, amministratori e opinione pubblica a prendere coscienza delle dimensioni del fenomeno e delle sue implicazioni non solo ambientali ma sociali, economiche e di sicurezza alimentare. La consapevolezza è il primo passo per individuare la giusta via d’uscita.

ISBN 979-12-210-4738-7



9 791221 047387