

Piano Regolatore Comunale di Messina (ME)

Piano articolato in un progetto di rete di infrastrutture ambientali verdi e blu come elemento centrale e strutturante, dotato di un enorme potenziale in termini di rigenerazione e ripensamento per la molteplicità dei paesaggi messinesi. Lo Schema di massima del PRG definisce un quadro strategico fondato su un approccio sistemico e multiscalare, articolato in obiettivi e lineamenti strategici prioritari ai quali corrispondono cinque "visioni" di città supportate da tre 'Progetti Guida' che hanno l'ambizione di costruire una nuova narrativa e operatività della città, individuando i campi di azione prioritari per la rigenerazione urbana entro cui dare senso, spessore e concretezza alle politiche e alle strategie di resilienza e sviluppo sostenibile. Lo Schema di massima e le Prescrizioni esecutive del nuovo Piano Regolatore Generale sono stati approvati con deliberazione n. 197 della Giunta Comunale del 10 aprile 2018.

Comuni di Forlì (FC), San Lazzaro di Savena (BO), e Carpi (MO)

Interventi di de-impermeabilizzazione e ripristino dei suoli su aree pubbliche nell'ambito del progetto europeo SOS4Life (LIFE15 ENV/IT/000225)

Comune di Gorla Maggiore (VA)

Realizzazione di un sistema di fitodepurazione per sfioro fognario nel nuovo 'Parco dell'Acqua' finalizzato al miglioramento della qualità delle acque del fiume Olona, alla laminazione per riduzione rischio allagamenti a valle, area ricreativa, e all'aumento della biodiversità. Caso studio nel progetto EU OpenNESS. Riferimento scientifico: Liqueste, C., Udias, A., Conte, G., Grizzetti, B., & Masi, F. (2016). *Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control. Highlighting hidden benefits. Ecosystem Services*, 22(June), 392–401.

Comune di Bari (BA)

Applicazione di NBS per controllare le temperature estreme e regolamentare le forti precipitazioni attraverso il progetto Shagree (*Green shadows programme*).

Manuali e testi di riferimento

Manuale 'Urban green infrastructure planning. A guide for practitioners'

Esito del progetto GREEN SURGE (2017), ricerca transnazionale finanziata dal Settimo programma quadro dell'Unione europea. GREEN SURGE è l'acronimo di "*Green Infrastructure and Urban Biodiversity for Sustainable Urban Development and the Green Economy*". Il progetto ha l'obiettivo di identificare, sviluppare e sperimentare modalità di integrazione tra spazi verdi, biodiversità, popolazione e green economy, al fine di affrontare le principali sfide urbane legate all'adattamento ai cambiamenti climatici, alle dinamiche demografiche, alla salute umana e al benessere.

Manuale 'Rigenerare la città con la natura: Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici' esito del progetto REBUS, REPUBLIC-MED.

Nell'ambito del progetto REPUBLIC-Med (*Retrofitting Public Spaces in Intelligent Mediterranean Cities*), è stata redatta una guida pratica per professionisti e tecnici delle pubbliche amministrazioni per la progettazione resiliente degli spazi pubblici in considerazione dei cambiamenti climatici in atto. Le soluzioni progettuali si basano su una corretta gestione delle acque meteoriche e su un uso funzionale del verde.

Documento 'Linee guida per la rimozione, la gestione e la riapplicazione del topsoil' esito del progetto SOS4Life

Nell'ambito del progetto SOS4Life (LIFE15 ENV/IT/000225), sono state redatte delle linee guida con lo scopo di fornire indicazioni utili affinché i suoli, escavati nella realizzazione di opere, vengano riutilizzati sulla base delle loro qualità intrinseche sia in situ che in aree destinate a interventi di rigenerazione

urbana, di spazi pubblici, di aree naturali e anche in aree rurali, praticando una corretta gestione in tutte le fasi di cantiere.

Documento 'Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche' redatto dalla Provincia Autonoma di Bolzano.

La provincia autonoma di Bolzano, in considerazione della Legge provinciale n. 8/2002 "Disposizioni sulle acque" (Art. 46 Acque meteoriche e di lavaggio di aree esterne) e del relativo Regolamento di esecuzione emanato con decreto del Presidente della Provincia n. 6 del 21 gennaio 2008, ha predisposto delle linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche con alcuni possibili interventi finalizzati a ridurre l'impermeabilizzazione del suolo per favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche o per un loro utilizzo in loco.

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
2. Contenere il consumo di suolo nei processi di governo del territorio adottando un approccio basato sui Servizi ecosistemici per la definizione di limiti quali-quantitativi e di misure di mitigazione e compensazione ecologica;
4. Dare priorità alla rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate e al ripristino dei suoli contaminati per contenere il consumo di suolo;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli;
7. Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici;
8. Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici.



4 | Dare priorità alla rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate e al ripristino dei suoli contaminati per contenere il consumo di suolo

Il raggiungimento dell'obiettivo relativo al consumo di suolo netto pari a zero entro il 2050 (European Commission, 2016) richiede non solo di limitare le nuove urbanizzazioni ma anche di dare priorità a politiche e strategie di riqualificazione e rigenerazione delle aree urbane consolidate attraverso il riutilizzo di aree e di edifici non utilizzati, dismessi o sottoutilizzati, e il recupero degli spazi aperti degradati, garantendo un miglioramento delle prestazioni ambientali ed energetiche dei tessuti urbani e una maggiore coesione e qualità sociale della città.

La rigenerazione urbana e territoriale deve realizzare un incremento del benessere della popolazione e della vivibilità, attraverso un potenziamento della naturalità urbana, oltre ad innescare più diffusi benefici sociali connessi alla trasformazione territoriale. Se, come ricordato, tra le determinanti dei processi di consumo di suolo nel nostro Paese, le pressioni prodotte dal peso della rendita urbana sulle dinamiche economiche immobiliari ed edilizie continuano ad avere un ruolo predominante, è sempre più necessario che le misure di limitazione del consumo di suolo trovino un supporto nelle misure di fiscalità locale che, da un lato, possano ridurre gli effetti distorsivi determinati dalla rendita e dall'altra forniscano risorse di spesa a sostegno degli interventi di rigenerazione urbana e di miglioramento delle performance ecologiche, ambientali ed energetiche della città.

Introdurre meccanismi di fiscalità urbanistica locale per disincentivare il consumo di suolo

Un'efficace politica di contenimento del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo può dunque trovare una importante leva operativa in una riforma strutturale della fiscalità urbanistica. La fiscalità locale può rappresentare uno strumento importante per la realizzazione di un modello urbano sostenibile e resiliente: innanzitutto per controllare e limitare i processi di espansione urbana, riducendo i vantaggi economici dei processi di trasformazione delle aree agricole, attraverso l'introduzione di forme di tassazione incrementali che riducano le pressioni determinate dalla rendita fondiaria; in secondo luogo

per garantire (con misure di tassazione di scopo) un sostegno alla attuazione di azioni di valorizzazione ambientale ed ecologica della città; e infine per supportare politiche di riuso e di rigenerazione delle aree degradate, dismesse, abbandonate o sottoutilizzate all'interno del contesto urbano. L'intensità delle forme di tassazione dovrà tenere conto sia della qualità dei suoli liberi per i quali venga consentita l'urbanizzazione, sia dei costi sociali, infrastrutturali e ambientali determinati dalla trasformazione, in termini di attrezzature, servizi e opere di compensazione necessarie.

Per dare operatività a questo obiettivo è opportuno conoscere il valore delle aree libere urbane e periurbane, che, tradizionalmente considerate come spazi interstiziali di completamento e di densificazione o come aree marginali di ricomposizione delle frange urbane, sono invece risorse preziose per le funzionalità ecologiche e ambientali della città. In tale prospettiva la densificazione delle aree urbane, a volte evocata, può essere sostenibile laddove consenta di realizzare, oltre alla riqualificazione delle aree degradate e dismesse, un recupero significativo di spazi aperti, con valori ambientali, sociali ed ecologici capaci di ripristinare e incrementare le funzionalità ecosistemiche dei suoli urbani degradati. Va invece esclusa laddove diventi unicamente l'occasione per il riempimento di spazi aperti urbani e periurbani, residuali e/o interclusi, che sono spesso assai preziosi per le prestazioni ambientali della città e per la fornitura proprio di quei Servizi ecosistemici di regolazione così importanti dentro i tessuti costruiti della città. Le aree libere urbane devono diventare opportunità per accrescere la resilienza della città, intensificando la loro funzione di infrastrutture ecologiche che conservano e valorizzano le porosità urbane (Riferimento Indirizzo 3).

Introdurre meccanismi di incentivazione e agevolazione fiscale per promuovere interventi di rigenerazione urbana sostenibile

Allo stesso tempo la fiscalità locale può diventare un importante meccanismo di sostegno per i processi di rigenerazione urbana, introducendo forme di incentivo per gli interventi privati, non tanto attraverso la riduzione degli oneri urbanistici ordinari, che rimangono il canale principale per garantire la realizzazione degli interventi pubblici di equipaggiamento della città esistente, ancora più urgenti in una fase di messa in efficienza dei tessuti consolidati; quanto piuttosto favorendo modalità di accesso al credito agevolate per gli operatori e introducendo modalità di monetizzazione "di scopo" per la realizzazione di interventi finalizzati al miglioramento della qualità urbana e alla creazione di nuove performance ambientali ed ecologiche, volte all'aumento della resilienza urbana. Forme di semplificazione e di defiscalizzazione che rappresentano uno strumento importante per orientare le scelte insediative sulla ri-urbanizzazione di aree già costruite e impermeabilizzate da rifunzionizzare, rendendole economicamente sostenibili e competitive rispetto alla nuova urbanizzazione di aree libere. Le azioni di rigenerazione devono essere orientate, in tal senso, da una precisa e robusta regia pubblica che definisca finalità e prestazioni di interesse collettivo da realizzare, ma che al tempo stesso consenta condizioni economiche e procedure semplificate per la sostenibilità dell'azione privata.

Rendere competitiva, anche dal punto di vista economico, la strategia della rigenerazione rappresenta una condizione indispensabile per la sua efficacia. Una semplificazione delle procedure, spesso evocata, è certamente opportuna; questa non deve comportare un indebolimento dell'azione pubblica nella valutazione della qualità degli interventi, ma invece garantire tempi e procedure certe per la approvazione e realizzazione degli interventi. A sostegno della rigenerazione urbana sono opportune, come nella riforma della fiscalità locale, politiche di livello nazionale e regionale; sia di tipo normativo, che riducano i tempi procedurali degli interventi sulla città esistente, senza deregolamentare gli strumenti di indirizzo e regolazione pubblica, sia di tipo economico che mettano a disposizione risorse dedicate ad incentivazione degli interventi privati. Lo stesso tema delle bonifiche richiede un intervento legislativo di sostegno, non di certo per ridurre il livello di controllo sulla qualità ambientale degli ambiti inquinati, ma per consentire modalità e procedure certe nei tempi e nelle verifiche.

Prevedere obiettivi di performance ecosistemica nelle strategie per la rigenerazione urbana

In attesa di un'opportuna modifica della fiscalità urbanistica locale, è tuttavia già possibile agire a livello locale in modo mirato a rafforzamento dei processi di rigenerazione urbana incrementando l'articolazione e la flessibilità funzionale degli ambiti di rigenerazione urbana, purché all'interno di carichi urbanistici e usi sostenibili in termini sociali, ambientali e di accessibilità. Il ruolo pubblico rimane fondamentale nell'indirizzare le strategie di rigenerazione urbana verso la realizzazione di una nuova qualità ambientale e sociale delle aree urbane consolidate, prevedendo obiettivi di performance ecosistemica e di nuove dotazioni di spazi pubblici che migliorino la resilienza della città e le sue capacità di risposta e adattamento alle nuove pressioni climatiche (permeabilità dei suoli, dotazioni arboree, riduzione degli effetti di calore urbano, etc.).

Le aree della rigenerazione urbana, pur non potendo essere dettagliatamente individuate e regolamentate negli strumenti di pianificazione comunale, in modo da consentire una opportuna flessibilità nella articolazione e definizione delle proposte di intervento, devono essere comunque riconosciute e disciplinate dal piano nella definizione degli obiettivi di interesse collettivo da realizzare nel processo diffuso di rigenerazione, in termini di servizi, reti e performance ambientali e sociali, al fine di fornire indicazioni agli operatori sulle modalità e tipologie di intervento da realizzarvi. Allo stesso tempo possono essere analogamente importanti misure anche puntuali per la riduzione di obblighi procedurali non pertinenti: ad esempio, nel caso della rigenerazione di un'area già antropizzata possono essere previste agevolazioni procedurali, a partire dalla riduzione dei tempi di autorizzazione, e fiscali come l'esenzione dell'imposta per occupazione del suolo pubblico necessario alla predisposizione di ponteggi. Il sostegno e la priorità attribuita ai processi di rigenerazione urbana nelle strategie urbanistiche locali, tenuto conto dei relativi incentivi e delle facilitazioni, deve accompagnarsi ad una azione combinata volta alla drastica limitazione di nuove urbanizzazioni di *greenfield*: innanzitutto da perseguire attraverso una netta riduzione delle previsioni urbanizzative pregresse ancora vigenti negli strumenti di pianificazione; poi accompagnando l'applicazione di forme di tassazione incrementale con disposizioni regolative per le aree libere, interstiziali urbane e periurbane, volte alla loro conservazione e valorizzazione non solo per funzioni di carattere ambientale ma anche agricolo-produttive; infine realizzando una diffusa strategia ambientale volta a incrementare la naturalità e la biodiversità degli spazi aperti periurbani attraverso la costruzione di reti verdi ed ecologiche e l'istituzione di parchi, agricoli e naturali, anche con valenze fruibili-paesaggistiche.

Favorire la bonifica suoli contaminati attraverso l'individuazione di usi temporanei compatibili

Per quanto riguarda gli interventi di bonifica di suoli con una storia di contaminazione, l'approccio di riferimento deve essere quello basato sull'analisi di rischio sito-specifica, che deve poter contemplare anche la possibilità di usi temporanei compatibili, a partire dalla preventiva caratterizzazione dei suoli, ovviamente tenendo conto della severità dei fattori di rischio in rapporto agli usi, e di premialità fiscali onde evitare che situazioni pericolose di dismissione di aree industriali in contesti urbani si trascino inoperosamente, in assenza di interventi e di responsabilità. L'approccio rigido al rispetto delle soglie normative, sebbene ineludibile, in questo campo ha anche delle controindicazioni, in considerazione della grande diversità di contesti in cui, in diversi casi, non solo i costi economici ma anche le esternalità ambientali dell'intervento di bonifica possono risultare più onerose della gestione in sicurezza del sito, con usi appropriati. Il contesto regolativo è sempre difficile, ma è fortemente consigliabile un approccio ispirato alla massima trasparenza e alla responsabilità condivisa, di cittadini, istituzioni pubbliche, esperti e operatori, per evitare che l'attribuzione di oneri e opportunità della bonifica si traduca in un esercizio di arbitrio e in una difficilmente districabile vertenzialità.

Obiettivi

1. Dare priorità agli interventi di rigenerazione urbana, tenuto conto dei dispositivi di sostegno e incentivazione, in accordo con un'azione di azzeramento del consumo di suolo;
2. Adottare l'indirizzo promosso dalla Commissione Europea del "no net Land take" in virtù del quale nuove urbanizzazioni e l'incremento di coperture artificiali su suoli permeabili siano consentite esclusivamente a seguito di misure di limitazione, di mitigazione degli impatti e come ultima residuale opzione con la compensazione in forma di rinaturalizzazione, attraverso il ripristino della copertura vegetale (*revegetation*) e delle funzionalità del suolo, di aree precedentemente interessate da coperture antropiche;
3. Ridurre le previsioni urbanistiche non attuate che comportino nuova urbanizzazione di suoli liberi, agricoli o naturali, laddove non strettamente necessarie a rispondere ad esigenze demografiche e occupazionali altrimenti non soddisfacibili con i soli interventi di rigenerazione;
4. Prevedere forme di tassazioni incrementali quale disincentivo alla trasformazione antropica di suoli liberi, basate sulla qualità dei suoli e sulle performance ecosistemiche, e sulla stima dei costi sociali e ambientali connessi alle nuove edificazioni, comunque vincolate alla contestuale compensazione e rinaturalizzazione di suoli impermeabilizzati;
5. Introdurre incentivi e forme di sostegno finanziarie per favorire la rigenerazione urbana di aree dismesse, degradate, abbandonate o sottoutilizzate.

Strumenti e attori

Al fine di garantire un rafforzamento degli strumenti di fiscalità locale si rendono necessari interventi di riforma legislativa a livello nazionale. Sono tuttavia già utilizzabili attualmente, con sperimentazioni innovative, alcuni meccanismi esistenti nella fiscalità urbanistica locale che possono consentire un uso finalizzato (di scopo) degli oneri urbanistici da un lato come strumento di disincentivo incrementale all'utilizzo urbanizzativo di suoli liberi e dall'altro come sostegno a progetti di rigenerazione ambientale ed ecologica della città esistente. Anche per la rigenerazione urbana è necessaria l'attivazione di politiche di sostegno di livello regionale, che consentano l'attivazione di fondi dedicati. Gli attori coinvolti alle diverse scale sono: le pubbliche amministrazioni locali, nel introdurre negli strumenti di fiscalità locale e di pianificazione, misure specifiche attraverso gli oneri; le Regioni nel sostenere attraverso fondi di finanziamento specifici le politiche di rigenerazione; lo Stato nell'attivare una riforma generale della fiscalità locale e nel sostenere, attraverso canali di finanziamento dedicati, le politiche e i progetti di rigenerazione urbana, come è avvenuto già in passato per i Programmi Complessi (L.N. 179/92).

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

- Introdurre forme di fiscalità locale quale disincentivo a supporto delle azioni di limitazione dei processi di nuova urbanizzazione dei suoli naturali e agricoli, e destinare il gettito (oneri di scopo) in modo vincolato a interventi di potenziamento e compensazione ambientale ed ecologica, da localizzare in ambiti specificamente individuati dal piano sulla base di una prioritaria valutazione qualitativa degli impatti prodotti sui SE e con riferimento a un disegno di connessione ecologica ambientale (rete ecologica e GBI) ;
- Dare priorità alle strategie di rigenerazione urbana e prevedere forme di incentivazione e sostegno attraverso specifiche misure fiscali, senza tuttavia introdurre misure di riduzione degli oneri urbanistici;
- Introdurre misure di semplificazione procedurale per gli interventi di rigenerazione urbana, in particolare per le modalità di bonifica;
- Favorire la flessibilità funzionale nelle aree di rigenerazione e garantire al contempo nuove dotazioni di aree pubbliche per migliorare le condizioni di qualità ambientale e sociale;

- Monitorare e censire le aree e gli edifici inutilizzati per dare priorità agli interventi di riutilizzo;
- Prevedere l'adozione di performance ecosistemiche che possano garantire la sostenibilità dell'intervento e delle trasformazioni urbane e favorire l'incremento della permeabilità complessiva del suolo nelle aree di intervento e la adeguata distribuzione e continuità delle aree permeabili;
- Incrementare le azioni di de-impermeabilizzazione delle aree sigillate;
- Prevedere, nell'ambito dei processi di revisione degli strumenti di pianificazione locale, il ridimensionamento delle previsioni insediative non attuate, ridestinando prioritariamente all'uso agricolo o a verde ambientale le aree libere che non risultino già compromesse da fenomeni di consumo o degrado del suolo;
- Promuovere l'integrazione tra i diversi livelli amministrativi per lo sviluppo di adeguate politiche di rigenerazione;
- Favorire il raccordo con gli obiettivi ambientali nazionali e internazionali a partire da: dissesto idrogeologico e degrado del suolo; cambiamento climatico; biodiversità;
- Rafforzare il coinvolgimento delle comunità locali nel sostegno a processi di rigenerazione integrando esperienze di progettazione locale e di urbanistica tattica nelle strategie progettuali del piano in particolare nella costruzione della Rete verde.

Buona pratica esemplificativa

Fondo aree verdi di Regione Lombardia

Con l'art. 43 bis della Legge regionale lombarda per il governo del territorio n. 12/2005, è stato introdotto il concetto di compensazione per lo sfruttamento della risorsa suolo prevedendo una "tassa di scopo" da destinare alla realizzazione di sistemi verdi ("Gli interventi di nuova costruzione che sottraggono superfici agricole nello stato di fatto sono assoggettati ad una maggiorazione percentuale del contributo di costruzione, determinata dai comuni entro un minimo dell'1,5 ed un massimo del 5 per cento, da destinare obbligatoriamente a interventi forestali a rilevanza ecologica e di incremento della naturalità" – art.43bis, L.R. 12/2005 s.m.i.). I proventi confluiscono in un Fondo (denominato Fondo aree verdi) gestito da Regione Lombardia e alimentato da: 1) risorse regionali; 2) proventi delle maggiorazioni percentuale dei contributi di costruzione derivanti da interventi in aree ricadenti in: a) accordi di programma o programmi integrati di intervento di interesse regionale; b) Comuni capoluogo di provincia; c) parchi regionali e nazionali; (solo nel caso in cui il rilascio dei titoli abilitativi sia avvenuto in data antecedente il 1° gennaio 2018, altrimenti i proventi restano in capo ai comuni, così come da modifica introdotta a seguito della LR 37/2017); 3) proventi delle maggiorazioni che i Comuni non capoluogo di provincia decidano liberamente di destinare al fondo. Le amministrazioni che hanno versato risorse al Fondo aree verdi possono richiedere il finanziamento di interventi di creazione di Sistemi verdi e ottenere le risorse già versate eventualmente incrementate da una premialità regionale, se il progetto presentato è sovra comunale o gode di un cofinanziamento da parte di soggetti privati. Le azioni da attuare riguardano "interventi forestali a rilevanza ecologica e di incremento della naturalità", oltre a boschi, filari arborati, fasce boscate, fasce tampone, arbusteti, stagni, aree umide, ripristino fontanili, acquisto terreni da destinare alla realizzazione di sistemi verdi, interventi selvicolturali (questi ultimi solo nei Comuni ricadenti nelle Comunità Montane), vi è il ripristino del suolo fertile di aree impermeabilizzate (*de-sealing*).

Città di Torino

Nell'ambito del progetto ProGIReg - *Productive Green Infrastructure for Post-industrial Urban Regeneration* (cofinanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma H2020 con durata 2018-2023), la città di Torino intende rigenerare il quartiere di Mirafiori Sud da un punto di vista naturalistico, agronomico e sociale. Nello specifico, il progetto intende trasformare l'area lungo il fiume Sangone in un polmone verde per la zona meridionale della città attraverso:

1. L'utilizzo di suolo rigenerato (*New Soil*);
2. La sperimentazione di pratiche di agricoltura collettiva come strumento di rigenerazione urbana ed

- inclusione sociale;
3. La progettazione, gestione e manutenzione delle aree verdi (infrastrutture verdi) condivisa con imprese, associazioni e cittadini del territorio.

Manuali e testi di riferimento

Manuale 'Manual for BIOREM integrated soil restoration'

Il Manuale è un risultato del progetto BIOREM - Innovative System for the Biochemical Restoration and Monitoring of Degraded Soils , cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma LIFE+ (LIFE11 ENV/IT/000113, anno 2013-2015).

Il presente manuale fornisce indicazioni e procedure volte a monitorare le condizioni del suolo in Italia e a ripristinare i suoli degradati ad una condizione di produttività coerente con l'impiego e l'uso che si intende farne.

Documento 'Brownfield Regeneration' (2013)

Il volume è redatto dalla Commissione Europea, fornisce indicazioni, buone pratiche e politiche per favorire la rigenerazione aree dismesse.

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
2. Contenere il consumo di suolo nei processi di governo del territorio adottando un approccio basato sui Servizi ecosistemici per la definizione di limiti quali-quantitativi e di misure di mitigazione e compensazione ecologica;
3. Aumentare la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di Infrastrutture verdi e blu;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli.



5

Monitorare e ottimizzare il contenuto della Sostanza organica dei suoli

Per via del contenuto in Sostanza organica, i suoli costituiscono il più grande serbatoio naturale di carbonio presente sulle terre emerse, capace di trattenere, sottraendola all'atmosfera, una grande quantità di CO₂. Tuttavia, lo sfruttamento agricolo intensivo e il diffondersi di varie forme di degrado del territorio hanno determinato, con una pericolosa accelerazione del fenomeno nell'ultimo secolo, una consistente diminuzione del carbonio dei suoli. Le politiche di gestione sostenibile dei suoli richiedono un controllo e in molti casi un aumento dei contenuti di Sostanza organica (SO), al fine di ripristinarne livelli accettabili a fini produttivi, nonché per contenere i fenomeni di erosione e per contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici. L'attuazione di queste politiche deve passare necessariamente attraverso una conoscenza accurata degli effettivi contenuti di SO dei suoli, che spesso sono alterati rispetto alle situazioni originarie, al fine di valutarne un incremento in base alle diverse tipologie di gestione (Canedoli et al., 2019).

Promuovere campagne di monitoraggio della Sostanza organica a supporto della definizione di politiche di gestione sostenibile dei suoli

Il monitoraggio dei suoli è definito come la sistematica misurazione delle proprietà del suolo (con particolare focus sul contenuto di Sostanza organica in questo caso) che si associa a una registrazione delle osservazioni raccolte e quindi delle variazioni temporali e spaziali dei dati. I sistemi di monitoraggio solitamente comprendono un set di aree o siti campione dove i cambiamenti delle proprietà del suolo sono registrati e documentati periodicamente. Per essere maggiormente efficaci i programmi di monitoraggio dovrebbero essere affiancati da attività parallele come ad esempio il monitoraggio di altre risorse territoriali, lo studio della storia ambientale e di cambiamenti di uso del suolo dei siti, l'effettuazione di esperimenti in campo e simulazioni di modelli, tutto questo per assicurare uno sviluppo di conoscenza essenziale per la gestione della risorsa suolo che non si limiti alla mera raccolta di osservazioni puntuali (Batjes & Wesemael, 2015).

Il tenore in Sostanza organica – o in Carbonio organico – costituisce un indicatore fondamentale della salute del suolo. La sua misura e la verifica della sua evoluzione nel tempo dovrebbero pertanto avere un ruolo centrale a supporto delle decisioni a vari livelli e in numerosi contesti, fra i quali è in particolare possibile menzionare i seguenti:

- La contabilizzazione, a seguito degli impegni sul clima assunti con gli accordi di Parigi durante la Cop21, delle emissioni/assorbimenti di carbonio nel settore agricolo, incluse le eventuali “emissioni negative” dovute alla cattura di carbonio nei suoli attraverso idonee pratiche gestionali;
- La valutazione a scala nazionale e locale della *Land Degradation Neutrality* (LDN), secondo un obiettivo di invarianza del degrado dei suoli in attuazione dell’Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile (L’Agenda prevede 17 SDGs – Sustainable Development Goals; la LDN costituisce il Target 15.3.1);
- La misura dei risultati ottenuti attraverso gli interventi finanziati con i PSR (Programmi di Sviluppo Rurale), gli obblighi di condizionalità e, con la futura PAC (2021-2027), gli impegni riguardanti la gestione dei suoli agricolo-forestali eventualmente discendenti dai cosiddetti ecoschemi;
- La valutazione della conservazione della fertilità e produttività dei suoli a lungo termine nell’ambito di piani aziendali di sviluppo agricolo e di progetti di riqualificazione ambientale e paesaggistica.

Adottare metodi diretti o indiretti per la valutazione del contenuto di Sostanza organica nei suoli

Per misurare e valutare la Sostanza organica dei suoli è possibile ricorrere al tradizionale approccio, basato su campionamento e analisi di laboratorio, per entrambi i quali esistono metodologie di riferimento e standard. Per il campionamento, ad esempio, molti uffici tecnici regionali, istituti scientifici e progetti forniscono indicazioni e riferimenti applicabili nelle diverse situazioni operative, suggerendo di norma di prelevare campioni composti (formati cioè da più sotto-campioni raccolti nello stesso campo) in modo da tenere in considerazione il fattore della variabilità spaziale. Per le analisi di laboratorio il riferimento è invece dato dai Metodi ufficiali di analisi dei suoli (G.U. 21/10/99 n. 248, S.O.). In alternativa, è possibile adoperare tecniche di *Soil Proximal Sensing*, che utilizzano sensori ad induzione elettromagnetica (EMI) associati talvolta a sensori di immagine NIR (*Near Infra-Red*) impiegati per determinare diversi parametri dei suoli, incluso il contenuto in Sostanza organica. Queste tecniche, di cui esistono già vari esempi applicativi e ditte che offrono il relativo servizio anche in Italia, hanno il vantaggio di permettere la mappatura dei parametri indagati nell’intera superficie rilevata, che può poi essere usata per applicazioni di precision farming (agricoltura di precisione). Infine, anche senza rilevamenti e campionamenti specifici, è possibile effettuare in campo osservazioni visive dei suoli (*Visual Soil Assessment*), che possono aiutare a valutare se le pratiche gestionali adottate stanno conseguendo i risultati voluti o se, invece, non suggeriscano la necessità di interventi correttivi. In generale, sono indice di un buon contenuto in Sostanza organica i seguenti fattori: un colore scuro, in particolare se più scuro negli strati superficiali rispetto a quelli inferiori, l’evidenza di un suolo “soffice”, una struttura grumosa, una elevata porosità, nonché la presenza di lombrichi e altri organismi viventi. Nel caso in cui non sia possibile procedere attraverso l’effettuazione di misurazioni dirette, esistono dei database che possono dare informazioni sul Carbonio organico contenuto nei suoli: in Italia ad esempio è disponibile la Carta italiana del Carbonio organico del suolo, gratuitamente consultabile e scaricabile (cfr. Manuali e testi di riferimento).

Conservare la frazione di Sostanza organica stabile (humus) nei suoli

La Sostanza organica dei suoli è rappresentata da diverse frazioni, quella indecomposta, quella labile (che subirà processi di mineralizzazione in tempi brevi) e quella stabile, detta anche humus, che si può considerare il vero e stabile serbatoio di carbonio nel suolo (Tan, 2014). L’humus è una

sostanza chimicamente complessa, derivante dai composti intermedi formati nella decomposizione dei residui organici, che va incontro a una degradazione biologica e chimica lenta e permette alla Sostanza organica che si presenta in questa forma di permanere nel terreno per lungo tempo. La sua composizione è complessa ed eterogenea e dipende principalmente dagli attori coinvolti nei processi di decomposizione (batteri, funghi, protozoi), motivo per cui non si può definire una sua composizione a priori. Generalmente, si può affermare che esso è composto da quantità variabili di proteine e acidi uronici, combinati con lignina e suoi derivati. L'humus è importante perché la presenza e la quantità influenzano le proprietà fisiche del suolo. Ad esempio, un suolo meno fragile e meglio strutturato ha una maggiore resistenza all'erosione superficiale e al dilavamento. Il colore del suolo in presenza di humus assume tonalità scure e di conseguenza assorbe e accumula più calore. La presenza di humus determina anche una maggiore capacità di conservare l'umidità, che viene quindi trattenuta nel suolo e funge da riserva idrica per le piante nei momenti di bisogno. Inoltre, le forme stabili della decomposizione che si accumulano nel terreno presidiano al nutrimento di piante e microrganismi. La capacità dell'humus di legare a sé metalli (micronutrienti come manganese, zinco, ferro) e di rilasciarli poi alle piante per la loro crescita è un altro processo utile al sostegno della crescita vegetale. La formazione dell'humus dipende dal "lavoro" di una comunità di organismi (lombrichi, batteri e altri microrganismi) che attaccano i resti vegetali e animali, e attraverso diverse fasi di decomposizione determinano la produzione di forme stabili. Essa è pertanto possibile solamente mantenendo il suolo a uno stato di elevata naturalità condizione necessaria affinché si possa evitare la rapida mineralizzazione e conseguentemente la perdita di questa importante frazione stabile.

Aumentare il contenuto di Sostanza organica dei suoli mediante l'apporto di materiale organico

L'apporto di materiale organico ai suoli rientra tra le tradizionali buone pratiche agricole, le cui finalità possono essere indirizzate sia al miglioramento della fertilità fisica (ammendanti), sia all'apporto di elementi nutritivi (fertilizzanti). Generalizzando, i materiali solidi hanno prevalentemente proprietà ammendanti (presentando comunque un valore fertilizzante), viceversa, i materiali liquidi o semi- fluidi svolgono soprattutto funzioni fertilizzanti. La natura dei materiali organici apportati ai suoli dipende fortemente dalla loro origine e dai trattamenti cui vengono sottoposti prima dell'utilizzazione. In base alla provenienza, agricola o extra-agricola, i materiali organici possono essere distinti in:

- Effluenti zootecnici, nelle varie forme e tipologie che derivano dalle modalità di stabulazione e allevamento degli animali, di stoccaggio e di trattamento cui sono eventualmente sottoposti prima dell'utilizzazione in campo;
- Fanghi di depurazione urbana e gessi di defecazione da fanghi, che originano dal ciclo di depurazione delle acque reflue urbane;
- Compost (definiti "ammendanti compostati" verdi, misti o con fanghi, a seconda delle sostanze che contengono), che vengono prodotti a partire dalla frazione verde e organica dei rifiuti civili (FORSU);
- Altri materiali, che includono i sedimenti di dragaggio dei bacini idrici o dei sedimi portuali, i quali dopo trattamento di fitorimediazione sono trasformati in terricci e substrati per serre e vivai, oppure le cosiddette "terre ricostituite" che consistono in "tecno-suoli" ottenuti attraverso la miscelazione di materiali terrosi e materiali organici (in genere fanghi).

Allo scopo di migliorare le proprietà agronomiche, ambientali e sanitarie di queste matrici da utilizzare per aumentare la Sostanza organica nei suoli è possibile assoggettarle a vari tipi di trattamento chimico-fisico. In particolare, per effluenti zootecnici, biomasse vegetali, scarti dell'agroindustria, fanghi di depurazione e FORSU si può ricorrere al trattamento di digestione anaerobica, che consiste nella degradazione e stabilizzazione del materiale organico in condizioni di anaerobiosi realizzata da microrganismi, che porta alla produzione di biogas. Nel processo di produzione del biogas il materiale di risulta costituisce il digestato, un prodotto ad alto contenuto di nutrienti (azoto e fosforo). Esso,

stabilizzato e parzialmente igienizzato, può trovare impiego in agricoltura, in opere di riqualificazione ambientale o, anche, essere sottoposto a ulteriori successivi trattamenti, quali la separazione della frazione solida da quella liquida, il compostaggio e il recupero dei nutrienti, in particolare dell'azoto sotto forma di solfato ammonico, risultando in un'ulteriore risorsa assieme al biogas.

Apportare ai suoli materiale organico di qualità

Le matrici organiche possono trovare diverse utilizzazioni, sia in ambito agricolo, per mantenere o ripristinare la fertilità a lungo termine dei suoli, assicurare stabilità alle produzioni agricole e concorrere alla nutrizione delle piante coltivate, sia nell'ambito di interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, quali realizzazione di parchi e giardini, operazioni di *de-sealing* (Riferimento Indirizzo 3), bonifica e recupero di aree degradate (Riferimento Indirizzo 4), modellature morfologiche, copertura di cave e discariche, consolidamento di massicciate stradali o ferroviarie. I potenziali benefici associati alle matrici utilizzate per aumentare il contenuto di SO del suolo sono però strettamente correlati sia alla qualità e quantità delle sostanze distribuite sia alle caratteristiche chimico-fisiche del suolo stesso.

La finalità della distribuzione di queste matrici deve innanzitutto essere sempre ispirata a migliorare la fertilità e le funzionalità dei suoli ed essere funzionale alla pratica agricola in termini di risorsa di nutrienti. In proposito è opportuno tenere presente che non è sufficiente “apportare ai suoli tanta Sostanza organica (SO) per avere suoli ricchi in Sostanza organica”: infatti, la conservazione e, ancora più, l'aumento della SO dipendono più dalle modalità complessive di gestione dei suoli, che dal quantitativo assoluto di materiale organico ad essi fornito. Tutti i materiali organici contengono, come visto, elementi nutritivi. Spesso, tuttavia, la concentrazione di azoto e fosforo e i rapporti tra di essi non sono equilibrati rispetto alle esigenze delle piante. Pertanto, le quantità apportate ai suoli, e anche le modalità e il calendario di distribuzione, dovrebbero essere sempre inseriti all'interno di idonei piani di fertilizzazione, allo scopo di evitare o comunque minimizzare le dispersioni nell'ambiente. In molti contesti territoriali inoltre, la grande quantità di sottoprodotti dell'attività agrozootecnica e di rifiuti disponibili spinge verso utilizzazioni di questi materiali che rischiano di finire per essere più simili a “smaltimenti” che a veri e propri “usi effettuati nel rispetto della buona pratica agronomica”.

Oltre a questi aspetti, per assicurare un uso di materiali organici di qualità, appare inoltre necessario che essi abbiano le seguenti caratteristiche e che queste siano note agli utilizzatori e ai destinatari finali delle matrici:

- Avere una bassa presenza o assenza (possibilmente anche inferiore a quella stabilita dalle norme di riferimento) di inquinanti inorganici e organici, residui di medicinali e sostanze estranee, come inerti, plastiche (incluse le microplastiche), vetro, resti metallici e di manufatti, ecc.;
- Avere un titolo noto, almeno quanto a contenuto effettivo in sostanza secca ed elementi nutritivi (azoto, fosforo, potassio, mesoelementi);
- Essere stati sottoposti a un'adeguata stabilizzazione e igienizzazione, anche al fine di limitare l'impatto odorigeno dei cumuli, degli stoccaggi e delle operazioni di distribuzioni.

Va ricordato infine che la produzione e l'utilizzazione in agricoltura di ciascun materiale è in ogni caso soggetto ad una specifica disciplina normativa. Come si è visto il riutilizzo di queste matrici può generare benefici per i suoli e persegue obiettivi che si ispirano ai principi dell'economia circolare, al fine di diminuire il consumo di materie prime, ridurre gli impatti ambientali connessi all'emissione di gas clima-alteranti e ridurre il quantitativo di rifiuti da destinare all'incenerimento o ad altre forme di smaltimento.

Obiettivi

1. Conoscere il contenuto di SO nei suoli in diversi ambiti territoriali (agricolo, urbano, naturale, seminaturale);
2. Predisporre sistemi di monitoraggio per valutare il contenuto di SO e le altre caratteristiche salienti dei suoli;
3. Conservare e migliorare la frazione organica stabile dei suoli (humus) al fine di assicurare una corretta funzionalità dei processi fisico-chimici e biologici dei suoli;
4. Promuovere e favorire le pratiche agricole e di gestione del verde che prevedano aggiunta di materia organica nei suoli;
5. Utilizzare le pratiche di apporto di materiale organico ai suoli utilizzando matrici di natura agricola o extra-agricola;
6. Accrescere le conoscenze relative alle caratteristiche delle diverse matrici organiche, alle modalità di somministrazione e alle normative di riferimento.

Strumenti e attori

La quantificazione e il monitoraggio della SO devono essere programmati nell'ambito dei piani di sorveglianza e monitoraggio ambientale effettuati dagli enti territoriali, con la predisposizione di attività finalizzate a conoscere lo stato complessivo dei suoli di diversi pedo-paesaggi.

Oltre a ciò, è opportuno valutare e introdurre adeguati incentivi legislativi per l'istituzione di piani di monitoraggio, protocolli per la quantificazione degli stock di SO o sistemi informativi costantemente aggiornati affiancati a progetti seguiti da istituti di ricerca.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

- Definire gli attori e individuare gli istituti potenzialmente coinvolti nei progetti di quantificazione della SO dei suoli in diversi ambiti territoriali;
- Predisporre dei programmi di monitoraggio, comprensivi di protocolli per la definizione delle aree, per il campionamento (tempistiche e tecniche) e l'analisi dei campioni;
- Prevedere incentivi per l'attuazione dei piani di monitoraggio;
- Incentivare e supportare le tecniche di gestione dei suoli che favoriscono la formazione di humus, adottando tecniche di compostaggio degli scarti e dei residui vegetali ed animali, l'utilizzo del compost, facilmente attuabile anche nei giardini, l'utilizzo della pacciamatura e di apportatori di Sostanza organica al terreno come il terriccio di foglie o il letame ben maturo;
- Aumentare i livelli di biodiversità dei suoli;
- Nella gestione delle aree agricole considerare non solo la Sostanza organica totale ma anche la quantità e qualità di humus che favorisce una migliore rendita produttiva a parità di superficie di suolo occupato;
- Prevedere una formazione specifica per diffondere le conoscenze delle caratteristiche delle matrici organiche (in termini di natura, qualità, trattamenti, utilizzo e normativa) e il conseguente loro utilizzo;
- Promuovere l'utilizzo di suoli con buoni livelli di humus nella progettazione e gestione di aree verdi a scopo fruitivo (ad esempio parchi) al fine di garantire la qualità strutturale e chimico biologica del suolo che ha ripercussioni sulla crescita della vegetazione;
- Promuovere buone pratiche di gestione dei processi a monte della produzione dei materiali organici per contribuire a migliorarne sensibilmente la qualità finale, in particolare nell'ambito dell'allevamento di bestiame adottando diete a basso tenore proteico e in fosforo e riducendo i trattamenti farmacologici e l'uso di antibiotici al fine di migliorare la qualità dei materiali organici prodotti;

- Recuperare nutrienti, sotto forma di sali di azoto e fosforo, dalle acque reflue urbane e dalle matrici zootecniche ed extra-agricole;
- Privilegiare l'uso in agricoltura di "fanghi di qualità", che rispettano i parametri già previsti in alcune normative regionali (ad esempio Lombardia, Emilia-Romagna);
- Sviluppare ed affinare le tecnologie di compostaggio, igienizzazione e sanitizzazione delle matrici;
- Migliorare il ciclo di depurazione delle acque reflue urbane e la raccolta differenziata dei rifiuti civili per ridurre i volumi da gestire e migliorarne di conseguenza la qualità.

Buone pratiche esemplificative

Progetto SOILQUALIMON

Sistema di Monitoraggio della Qualità dei Suoli di Lombardia con la finalità di allestire un sistema permanente per il monitoraggio dei suoli dell'intero territorio lombardo. La funzione principale è quella di indagare i suoli dal punto di vista delle loro proprietà chimiche, fisiche e biologiche per ottenere una dettagliata valutazione dello stato attuale della loro "qualità", e di controllare nel tempo i cambiamenti di tali parametri attraverso la ripetizione delle campagne di monitoraggio a periodi prefissati di tempo.

Progetto SIAS - Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo

Progetto è coordinato da ISPRA e ARPAV con la partecipazione dei Servizi Pedologici Regionali (ad eccezione di Lazio, Liguria, Friuli Venezia Giulia, Umbria e Puglia), del Centro RPS del CRA (Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura) per Lazio e Umbria e del JRC-IES, con l'obiettivo di armonizzare a livello nazionale le informazioni già disponibili a livello locale (secondo un approccio bottom-up) di alcuni indicatori relativi al suolo, basandosi su di un formato di scambio comune e condiviso. Il progetto intende inoltre fornire informazioni a livello nazionale che risultino coerenti con le elaborazioni utilizzate nelle politiche regionali (es. Piani di Sviluppo Rurale - PSR), ottenere dati per l'implementazione del Multi-Scale European Soil Information System (MEUSIS) per quanto concerne la parte italiana e creare una rete di partner che possa costituire la base per nuove future cooperazioni, sia in ambito nazionale che europeo.

Iniziativa 'Regeneration International'

Iniziativa internazionale nata nel giugno 2015 da circa 60 persone provenienti da 21 nazioni diverse, in rappresentanza di imprese, comunità agricole, enti scientifici, istituzioni educative, politica e ONG, che si sono riunite in Costa Rica per elaborare un progetto per un movimento unito attorno a un obiettivo comune: invertire il riscaldamento globale facilitando e accelerando la transizione globale verso l'agricoltura rigenerativa, ovvero l'aumento della Sostanza organica e della biodiversità nei suoli agricoli di tutto il mondo.

Progetto LUCAS - Land use and land cover survey

Iniziativa degli Stati membri dell'UE volta a raccogliere ed armonizzare informazioni sulla copertura e sull'uso del suolo. Contestualmente è stato esteso al campionamento del suolo per indagarne le principali proprietà in 23 paesi membri con l'intento di creare un database in tutta l'UE sulla base di campionamenti e procedure analitiche standardizzate.

Manuali e testi di riferimento

Articolo 'Measuring and monitoring soil carbon'

di Batjes, N.H., Wesemael, B. van, 2015. In: Banwart, S.A., Milne, E., Noellemeyer, E. (Eds.), Soil Carbon: Science, Management and Policy for Multiple Benefits. CABI Publishing, pp. 188–201.

Libro 'Fondamenti di Pedologia'

di Dazzi, C. (2016). Seconda edizione. Le Penseur.

Libro 'HUMUS, the black gold of the earth'

di Bond, V. (2018). Tredition. Testo a carattere più divulgativo che tratta l'importanza di preservare la Sostanza organica nei suoli. È nato come prodotto del The Humus Project, progetto nato a seguito degli incendi avvenuti in Portogallo nel 2017 che ha causato ingenti danni all'ambiente e alle economie locali. A seguito di questo le comunità locali si sono interrogate su come poter prevenire futuri incendi, e una risposta è stata trovata nella conservazione del suolo: avere un suolo in salute, ricco di Sostanza organica e in particolare in humus può aiutare a contrastare lo sviluppo di incendi disastrosi.

Carta Italiana Carbonio organico dei suoli

Prodotta dai risultati ottenuti nella Global Soil Partnership (GSP) italiana, è pubblicata e scaricabile gratuitamente in formato geotiff raster con maglia a 1 km.

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, di comunicazione e formazione;
3. Aumentare fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di Infrastrutture verdi e blu;
4. Dare priorità alla rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate e al ripristino dei suoli contaminati per contenere il consumo di suolo;
6. Aumentare oppure ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli;
7. Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici;
8. Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici.



6

Aumentare o ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli

Lo sviluppo di modelli sostenibili di gestione dei suoli è determinante per ripristinare lo stato di salute dei suoli, per incrementare la resilienza degli ecosistemi agricoli ai cambiamenti climatici (FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO 2017) e per la salvaguardia e il recupero dei Servizi ecosistemici che il sistema rurale nel suo insieme è in grado di generare. A tal fine, assume un ruolo determinante l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli, tali cioè da minimizzare il disturbo dell'ecosistema suolo e di approvvigionarlo con alimenti (biomasse) ed energia adeguate allo sviluppo dell'attività biologica e microbiologica. Tali pratiche conseguono risultati efficaci e duraturi nel tempo, in termini sia di riduzione di specifiche minacce di degrado del suolo, sia di sviluppo delle loro funzioni ecologiche, nonché, in particolare, di arricchimento in Sostanza organica (SO): in tal modo, infatti, i suoli possono agire da effettivi sink di carbonio sottraendo CO₂ dall'atmosfera (FAO, 2015) e concorrendo così, attraverso tali "emissioni negative", alla mitigazione del cambiamento climatico. A questi vantaggi diretti si accompagnano altri effetti positivi complementari, quali ad esempio il minore ricorso ai macchinari e il conseguente contenimento dei consumi di carburante e delle emissioni inquinanti, oltre che la possibilità di un più ridotto impiego di fitofarmaci e fertilizzanti. Inoltre, la copertura permanente del suolo permette di conservarne l'umidità e arricchire la biodiversità edafica. Lo sviluppo di sistemi di gestione conservativa dei suoli si inserisce infine in una più ampia prospettiva di sviluppo di modelli di agricoltura sostenibili, nei quali siano contemperabili obiettivi economici e ambientali: tale visione prefigura un'agricoltura capace di "produrre di più con meno" e/o di indirizzarsi, come sostenuto anche dalla FAO, verso una "sostenibile intensificazione della produzione agricola".

Stimolare l'attività biologica dei suoli assicurando la copertura permanente delle colture agricole (*cover crop*) e aumentando la produzione di biomassa vegetale

L'utilizzo delle cosiddette colture di copertura (o *cover crop*) è una pratica che permette di proteggere il suolo dagli agenti climatici e di preservare l'attività biologica di suolo e soprasuolo anche nel periodo intercolturale. Le *cover crop* si possono inserire tra una rotazione colturale e la successiva, con l'effetto di apportare biomassa e stimolare l'attività biologica dei suoli, favorendo il riciclo degli elementi nutritivi e limitandone la dispersione nell'ambiente, apportando azoto alle colture e incrementando la qualità e la quantità della SO contenuta nei suoli. La funzione di protezione associata all'impiego di *cover crop* riduce gli impatti negativi derivati dall'erosione (ad opera di acque meteoriche, vento) e dal compattamento (che a sua volta produce altri effetti negativi quali la riduzione dell'infiltrazione dell'acqua). Tale pratica inoltre, favorisce il riciclo degli elementi nutritivi e aiuta nel controllo delle infestanti e dei parassiti (Bellieni et al., 2017, Regione Lombardia, 2014). La stessa biomassa prodotta dalle *cover crop* e in generale i residui colturali (paglie, stoppe, nonché i resti degli apparati radicali), se mantenuti sui terreni agricoli, contribuiscono a proteggerli e assicurano il rifornimento di nutrimenti ed energia a favore dell'attività biologica del suolo. Le *cover crop* possono essere monospecifiche o costituite da miscugli, anche di molte specie diverse (fino a 12-14): la scelta dipende principalmente dall'adattabilità alla rotazione aziendale e dal tipo di azione di "risanamento" del suolo che si vuole ottenere.

Aumentare la biodiversità dei suoli favorendo l'avvicendamento colturale e l'adozione di sistemi integrati di produzione agricola vegetale e animale

L'avvicendamento colturale rappresenta una successione di colture diverse sullo stesso terreno e si contrappone alla pratica convenzionale della monocoltura continua. Questo permette di ampliare il numero delle specie botaniche coltivate, evita il continuo ripetersi delle stesse colture e allunga e diversifica le coltivazioni, riducendo al contempo il periodo d'interruzione colturale. La diversificazione delle rotazioni colturali aiuta a proteggere meglio i suoli dagli impatti esterni causati da alte temperature, ristagni d'acqua prolungati e condizioni di asfissia e idromorfia. In questo modo infatti, il suolo rimane con una copertura vegetale più a lungo, in maniera continua e più efficace, e questo permette di proteggerlo dall'erosione operata dagli agenti atmosferici. L'utilizzo di piante diverse determina anche azioni complementari esercitate sul suolo dalle radici di diverse specie che contribuiscono a migliorarne la struttura. La rotazione inoltre stimola e sostiene l'attività biologica del terreno, riducendo gli effetti dei parassiti e arricchendo la biodiversità del sopra e sotto-suolo, migliorando in alcuni casi anche le rese produttive, e diminuendo l'utilizzo di fertilizzanti e agrofarmaci (Bot & Benites, 2005). Questo è particolarmente vero quando viene prevista, negli avvicendamenti, l'introduzione di colture azoto fissatrici. Anche l'adozione di sistemi integrati di produzione vegetale e animale infine, permette di migliorare la fertilità dei suoli, limitando all'indispensabile l'uso di mezzi tecnici (fertilizzanti, fitofarmaci ed erbicidi) ed utilizzando sistemi di pascolo controllato per ridurre la degradazione della vegetazione e ripristinare la diversità vegetale.

Ridurre al minimo il disturbo del suolo dovuto alle operazioni meccaniche promuovendo l'adozione di tecniche di lavorazione conservative

Insieme alle tecniche di rotazione colturale, è importante associare anche un cambiamento nelle lavorazioni meccaniche dei suoli. La riduzione delle lavorazioni serve a limitare il più possibile il disturbo

operato meccanicamente sui suoli, così da non invertire gli strati e favorire l'incorporazione della materia organica. All'applicazione di questo tipo di lavorazioni consegue una minore perdita di SO degli orizzonti superficiali che risultano meno disturbati meccanicamente e meglio strutturati; la migliore struttura determina inoltre una riduzione anche dell'erosione idrica, una migliore capacità di infiltrazione e una maggiore resistenza del suolo alla compattazione. L'aumento dei livelli di SO e di azoto negli strati superficiali, a sua volta determina anche una riduzione nella necessità di uso di pesticidi ed erbicidi, che porta a un minore inquinamento della falda acquifera sottostante con ricadute positive anche per un contesto territoriale più ampio. La meccanizzazione spinta, infatti, può dare origine a processi erosivi attraverso il compattamento associato al movimento di veicoli pesanti. Ridurre le lavorazioni meccaniche implica inoltre un risparmio economico e ulteriori benefici ambientali connessi alla riduzione delle operazioni meccaniche necessarie, dell'impiego di macchine agricole e della potenza delle stesse in termini di trazione meccanica, con una conseguente diminuzione dei consumi di carburante e di emissioni di gas a effetto serra, così come delle ore di lavoro dedicate alla preparazione dei terreni. È bene comunque sottolineare che la transizione da pratiche di agricoltura convenzionale a pratiche più sostenibili, come le lavorazioni ridotte, implica ovviamente anche dei costi (in termini di investimenti) e tempi di adeguamento (SoCo project team, 2009) che devono essere opportunamente considerati.

Promuovere l'adozione di modelli di gestione conservativa dei suoli attraverso azioni di accompagnamento e divulgazione

L'adozione di pratiche conservative è una scelta impegnativa, che implica anche cambiamenti organizzativi e di mentalità. Assume pertanto una fondamentale importanza la disponibilità di un adeguato supporto, in termini di formazione, assistenza, consulenza tecnica nonché la costituzione di reti di servizi. La diffusione delle pratiche conservative richiede infatti di sviluppare competenze specifiche, soprattutto di tipo agronomico ed ecologico, per adattare le tecniche alle diverse situazioni ambientali (suoli, clima) e ai diversi sistemi colturali. Ciò richiede di ripensare, spesso, le modalità di gestione delle coltivazioni e la stessa organizzazione aziendale e di far crescere man mano l'esperienza pratica per superare la preoccupazione dovuta all'inesperienza o al timore di non trovare adeguata assistenza tecnica o macchinari adeguati. Inoltre, poiché la diffusione delle innovazioni nel settore agricolo avviene prevalentemente secondo un modello di comportamento imitativo tra agricoltori, assumono grande importanza le azioni di accompagnamento al cambiamento attraverso la divulgazione di "buoni esempi", lo scambio delle esperienze, il coinvolgimento diretto degli agricoltori in attività dimostrative e lo sviluppo di reti di consulenza tecnica preparate e aggiornate. I modelli di gestione conservativa del suolo sono anche una risposta all'esigenza di sostenibilità competitiva del settore agricolo. La loro adozione porta infatti solitamente a un incremento e stabilizzazione delle rese colturali e alla difesa del reddito agricolo a lungo termine, attraverso la riduzione dei costi di produzione. È necessario tuttavia tenere presente che, con l'abbandono delle lavorazioni convenzionali, un suolo gestito in modo conservativo, soprattutto se condotto con la tecnica del *no tillage*, può sperimentare un periodo transitorio di adattamento in cui le rese subiscono un certo calo, prima di tornare a rendimenti comparabili con quelli di partenza.

Integrare l'applicazione dei principi conservativi nelle strategie di gestione del territorio a diversi livelli

Allo stato attuale di sviluppo delle tecniche, le pratiche di gestione conservativa dei suoli possono dirsi consolidate per i seminativi e in particolare per i cereali, le colture proteoleaninose e le foraggere avvicendate, coltivati sia in pianura che in collina. Tuttavia, i "principi conservativi" possono trovare efficace applicazione, con gli opportuni adattamenti, anche in orticoltura (esperienze di coltivazione di

pomodoro da industria, patate, legumi e altri ortaggi cominciano a diffondersi), nelle coltivazioni arboree, nella gestione delle superfici pascolive e forestali (dove la conservazione della SO è strettamente legata alle operazioni di impianto ed esbosco, al rimboschimento dei terreni nudi e degradati, all'ampiezza delle superfici da taglio e al tipo di trattamento adottato) e, in ambito non agricolo, nella realizzazione e manutenzione delle aree verdi. Infine, la gestione conservativa dei suoli dovrebbe diventare parte integrante delle strategie di governo del territorio: ad esempio, nelle zone collinari, protocolli definiti su base territoriale per l'inerbimento controllato di vigneti e frutteti associato a tecniche conservative nei seminativi potrebbero diventare parte di un'azione permanente di manutenzione sostenibile del territorio con finalità sia di riqualificazione paesaggistica che di difesa dal dissesto idrogeologico. Occorre considerare infine che non solo le coperture forestali, ma anche l'uso del suolo a pascolo o a prato stabile rappresenta un modo per aumentare o mantenere lo stock di Sostanza organica nei suoli, a livelli molto più elevati di quelli che si riscontrano nei seminativi. Per questo tali usi del suolo dovrebbero essere esclusi, al pari di boschi e foreste, da ogni trasformazione che ne comportino il dissodamento e la lavorazione del terreno e, anzi, dovrebbero essere promosse le conversioni permanenti di arativi a prati da fieno così come l'inerbimento, eventualmente accompagnato da pascolo, di vigneti, frutteti e pioppeti.

Obiettivi

1. Avviare una transizione da pratiche tradizionali a pratiche conservative di gestione del suolo;
2. Incentivare il mantenimento della copertura permanente delle colture dei suoli agricoli;
3. Favorire le pratiche agricole che prediligono la diversificazione spaziale e temporale delle colture e contrastano la monocoltura continua (avvicendamento colturale);
4. Aumentare il contenuto di SO nei suoli attraverso l'avvicendamento colturale;
5. Promuovere e favorire le tecniche di gestione dei suoli che incrementano la SO attraverso l'aumento di produzione di biomassa;
6. Ridurre l'impiego di macchinari agricoli pesanti valorizzando tecniche di lavorazione che non alterino la struttura naturale del suolo;
7. Favorire sistemi integrati di produzione vegetale e animale;
8. Contenere in modo naturale gli effetti e la diffusione di patologie e infestanti;
9. Migliorare la dotazione di nutrienti vegetali del suolo, limitando il ricorso ad apporti fertilizzanti di sintesi.

Strumenti e attori

Al fine di favorire una transizione verso le pratiche conservative di gestione del suolo è necessario prevedere la definizione di misure agro ambientali con contributi a copertura dei costi per le aziende che si impegnano a praticare lavorazioni ridotte e *cover crop*, nonché incentivi per la realizzazione di progetti finalizzati alla conversione di seminativi in prati, all'inerbimento nei vigneti e nelle colture arboree. In generale, è necessario creare la consapevolezza che attraverso un uso più attento e meno impattante delle risorse, soprattutto della "risorsa suolo", sia possibile conseguire anche una più efficace difesa del reddito agricolo. Poiché l'adozione di pratiche conservative è una scelta impegnativa, che implica anche cambiamenti organizzativi e di mentalità, essa richiede attenzione, costanza e un adeguato supporto, per cui la formazione, l'assistenza e la consulenza tecnica e la costituzione di reti di servizi assumono una grande importanza.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

1. Aumentare la fornitura di acqua attraverso l'irrigazione o la raccolta (ad esempio intercettando le acque di deflusso e stoccandole);
2. Prevedere un'oculata gestione dei fertilizzanti (quantità sufficienti e proporzioni bilanciate) altrimenti uno sbilanciamento porterebbe a problemi di crescita e malattie e qualità della biomassa prodotta;
3. Migliorare la copertura vegetazionale (in termini di densità di piante e spaziatura tra di esse e di conseguente densità radicale nel terreno);
4. Prevedere attività di agroforestazione, inerbimento di frutteti e coltivazione a filari;
5. Prevedere interventi di riforestazione e imboschimento;
6. Convertire seminativi da foraggio in prati stabili e terreni da pascolo;
7. Attuare il ripristino della vegetazione naturale;
8. Impiegare tecniche di *cover crop* che prevedano l'utilizzo di specie microterme nel periodo invernale, in attesa della semina di una coltura a ciclo estivo, e di specie macroterme per il periodo estivo, in attesa della semina di una coltura a ciclo invernale;
9. Prevedere l'interramento superficiale o il non interrimento delle *cover crop*;
10. Prevedere piani di conversione da pratiche di monocultura continua a rotazione colturale;
11. Impiegare tecniche di lavorazione conservative dei suoli, quali: *no tillage* (non lavorazione), *minimum tillage* (minima lavorazione), *vertical tillage* (lavorazione verticale) e *strip tillage* (lavorazione a strisce).

Buone pratiche esemplificative

Progetto 'Life HelpSoil'

Progetto finalizzato alla diffusione di tecniche e soluzioni migliorative in grado di aumentare la sostenibilità e la competitività dell'attività agricola e allo stesso tempo proteggere e assicurare l'uso sostenibile del suolo, preservandone le funzioni, prevenendo possibili minacce e attenuando gli impatti dell'attività agricola sull'ambiente.

Progetto 'ACRIAC - Agrotecniche conservative finalizzate alla riduzione dell'impatto ambientale del frumento e alla caratterizzazione dei suoi derivati'

Progetto per il miglioramento della sostenibilità ambientale, economica e sociale dei processi di produzione applicando agrotecniche conservative.

Misura agro ambientale nel Piano di Sviluppo Rurale regionale

Contributo a copertura dei costi per le aziende che si impegnano a praticare la semina su sodo o la minima lavorazione con intercalare per un periodo di almeno 5 anni previsto da alcune regioni italiane. Ad esempio: Piemonte – Misura 10.1.3 Agricoltura conservativa; Lombardia – Misura 10.1.4 Agricoltura conservativa; Veneto – Misura 10.1.1 Tecniche agronomiche a ridotto impatto ambientale; Friuli Venezia Giulia – Misura 10.1.1 Gestione conservativa dei seminativi; Emilia-Romagna – Misura 10.1.4 Agricoltura conservativa e incremento di Sostanza organica; Toscana – Misura 10.1.1 Conservazione del suolo e della Sostanza organica; Umbria – Misura 10.1.5 Copertura vegetale intercalare; Abruzzo – Misura 10.1.3 Conservazione del suolo; Basilicata – Misura 10.1.4 Introduzione agricoltura conservativa; Puglia – Misura 10.1.2 Incremento di Sostanza organica nei suoli; Sicilia – Misura 10.1.b Metodi di gestione delle aziende eco-sostenibili.

Progetto 'Co-Crop- Gestione agronomica e ambientale delle cover crop'

Progetto finanziato nell'ambito della misura 16.2.01 del PSR Lombardia 2014 – 2020, e coordinato dalla Fondazione Morando Bolognini, con la partecipazione dell'Università degli Studi di Milano, del CREA – Consorzio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, dell'azienda 'Agricola Motti' (Orzinuovi, BS) e del Condifesa Lombardia Nord-Est. Il progetto ha testato l'utilizzo di diverse cover crop nel territorio del Lodigiano evidenziando vantaggi e aspetti critici con particolare riferimento alle dinamiche dell'azoto.

Manuali e testi di riferimento

Documento ‘Linee guida per l’applicazione e la diffusione dell’agricoltura conservativa’

Esito del progetto europeo LIFE HelpSOIL (LIFE 12 ENV/IT/000578). Le linee guida forniscono indicazioni per l’applicazione e la diffusione delle pratiche per l’Agricoltura Conservativa con lo scopo di definire un quadro di riferimenti tecnici condivisi in contesti territoriali e agricoli italiani ed europei.

Libro ‘Agricoltura blu. La via italiana dell’Agricoltura Conservativa’

a cura di Pisante M. (2008). Edagricole-New Business Media.

Manuale prodotto in collaborazione con CREA e AIGACOS al fine di dare indicazioni e facilitare il processo di transizione dai sistemi di gestione convenzionali a tecniche di agricoltura conservativa.

Articolo ‘The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production’

di Bot, A., Benites, J., (2005). FAO Soils Bulletin.

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli;
7. Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici;
8. Mantenere l’agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici



7

Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici in atto causeranno nei prossimi anni una notevole variazione dei regimi termopluviometrici (MEA, 2005). Questo avrà come conseguenza una accresciuta variabilità climatica, con più frequenti fenomeni meteorologici estremi, caratterizzati da intense precipitazioni alternate a periodi caldi e siccitosi anche di lunga durata (IPCC, 2014). Ciò provocherà una riduzione della disponibilità idrica a causa della diminuzione della piovosità netta utile (ovvero, la quantità di pioggia che immagazzinata nelle falde acquifere e nei bacini idrici rispetto alle precipitazioni totali) che a sua volta comporterà una forte pressione sulla risorsa acqua. Inoltre, lo scioglimento dei ghiacciai alpini, provocato dal riscaldamento globale, continuerà a ridurre la riserva idrica in essi contenuta. Agli impatti quantitativi potrebbero poi aggiungersi impatti negativi anche per quanto riguarda la qualità delle acque. Con l'aumento di intensità delle precipitazioni potrà infatti crescere di conseguenza anche il rischio di dissesto idrogeologico, di erosione dei suoli, di trasporto solido fluviale e di eventi alluvionali. Oltre a ciò, è necessario tenere conto anche delle continue pressioni antropiche che minacciano e che continueranno a minacciare fortemente la qualità delle acque: basti pensare all'uso di fertilizzanti e fitofarmaci in ambito agricolo, o alle pratiche legate al ciclo dei rifiuti svolte nel settore civile e industriale; In questa situazione diviene pertanto indispensabile lo sviluppo di strategie e di soluzioni in grado di aumentare la resilienza e, più in generale, la capacità di adattamento del territorio al cambiamento climatico. Le scelte nel settore agricolo possono rappresentare una svolta importante in tal senso (Convenzione sul Clima - UNFCCC e XXI Conferenza delle Parti - COP21): una crescente preoccupazione rispetto agli impatti ambientali ed economici dei sistemi di produzione convenzionali ha infatti stimolato l'interesse verso pratiche alternative, come ad esempio l'Agricoltura Conservativa, quale strumento in grado di assicurare stabilità nelle produzioni e al contempo mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici.

Assicurare la regolazione dei flussi idrici attraverso l'adozione di tecniche di gestione conservativa dei suoli

I suoli possono affrontare periodi di stress idrico non solo perché le precipitazioni sono insufficienti o irregolari, ma anche perché in alcune condizioni buona parte dell'acqua meteorica non è soggetta alla evapotraspirazione e non si infiltra nel terreno (fino al 40%) oppure si infiltra ma non viene trattenuta negli strati superficiali del terreno (Bot & Benites, 2005). Questo fenomeno è in parte dovuto alle caratteristiche dei suoli (permeabilità), alla morfologia (pendenza) e alle condizioni meteorologiche (precipitazioni intense) ma è aggravato da pratiche di gestione inadeguate del suolo (ad esempio la bruciatura dei residui di coltivazione, l'aratura eccessiva o l'eliminazione di coperture arbustive) che portano alla riduzione della quantità di Sostanza organica, alla distruzione della struttura del suolo e alla diminuzione della pedofauna. A livello di azienda agricola, l'adozione di tecniche conservative di gestione dei suoli (Riferimento Indirizzo 6) è la risposta più immediata all'esigenza di sviluppare la resilienza agli eventi climatici e alla riduzione della disponibilità idrica. La gestione conservativa, infatti, oltre a contribuire ad aumentare la Sostanza organica dei suoli, esercita un'azione più estesa di regolazione dei flussi idrici che, grazie alla combinazione di copertura permanente e minimo disturbo del suolo, garantisce anche l'assorbimento dell'impatto delle precipitazioni sulla superficie del suolo, proteggendone la struttura e determinando di conseguenza la riduzione della formazione di incrostamenti, di ristagni e di rigagnoli che possono innescare processi erosivi. Attraverso l'applicazione delle tecniche di gestione conservativa è possibile garantire una buona infiltrabilità, che consente all'acqua di penetrare più a lungo e in maggiore quantità nel suolo, e all'acqua superficiale di scorrere più lentamente riducendo la possibilità di allontanamento delle particelle di suolo. Questo determina anche un generale miglioramento della qualità delle acque superficiali che presentano una maggiore quantità di sedimenti trasportati. Tramite l'adozione di tali tecniche si incide positivamente anche sulla regolazione dell'evapotraspirazione, che concorre ad attenuare l'impatto delle alte temperature, e sulla capacità di trattenere in modo più efficace i nutrienti (azoto e fosforo, in particolare) e di disattivare sostanze tossiche, con un effetto protettivo nei confronti della qualità delle acque.

Migliorare la capacità di ritenzione idrica dei suoli ottimizzando il contenuto di sostanza organica

Il contenuto di materia organica influisce sulla capacità del suolo di immagazzinare acqua in ragione della elevata funzione legante che questa esercita: a parità di tessitura del suolo, che è una proprietà pedologica intrinseca e non modificabile, ad un maggior contenuto in Sostanza organica corrisponde quindi una più elevata capacità di ritenzione idrica. Attraverso il miglioramento della capacità di ritenzione idrica dei suoli si favorisce l'incremento della riserva idrica, che aumenta e allunga la resistenza delle coltivazioni a periodi di stress idrico. Al tempo stesso, viene ampliata la capacità di immagazzinare e trattenere acqua quando le precipitazioni sono abbondanti, contribuendo quindi in parte anche a controllare i deflussi superficiali. Le precipitazioni che si infiltrano nei suoli infatti, fanno aumentare in misura significativa il tempo necessario all'acqua per raggiungere i fiumi, riducendo il flusso di picco e quindi il rischio di alluvione. L'aumento di Sostanza organica nei suoli può essere determinato dall'apporto di materiale organico (Riferimento Indirizzo 5) così come dall'adozione di tecniche conservative di gestione dei suoli (Riferimento Indirizzo 6) attraverso pratiche quali la gestione dei residui vegetali, l'utilizzo di foraggi da pascolo piuttosto che da raccolta o la pratica dell'agricoltura biologica (FAO, 2017).

Contrastare i fenomeni di stress idrico promuovendo forme di gestione sostenibile della risorsa acqua

Gran parte delle risorse idriche nel suolo sono assorbite dalle piante riducendo l'incidenza della siccità e quindi evitando la necessità di irrigazione, con meno problemi di salinizzazione in agricoltura. Inoltre, una maggiore infiltrazione idrica riduce la dipendenza da depositi artificiali (ad esempio un bacino) per la raccolta dei carichi di picco di precipitazione e migliora la qualità delle acque. In questo modo la capacità del suolo (e della vegetazione che vi cresce sopra) di trattenere acqua è invece sfruttata temporaneamente per raccoglierla. Considerando la capacità di accumulo di un suolo sano, non compattato e ben strutturato, la necessità di strutture per il deposito sarà ridotta o annullata, per cui serviranno meno spazi e investimenti a questo scopo. Per evitare fenomeni di stress idrico e minimizzare gli effetti negativi i suoli devono essere in grado di immagazzinare una buona parte dell'acqua che arriva, in modo da poter avere una riserva da utilizzare per la crescita delle piante, e allo stesso tempo disporre di una struttura che agevoli la penetrazione delle radici, affinché queste possano esplorare orizzonti di suolo più profondi. In carenza di ciò, uno degli effetti maggiori è la limitazione della crescita delle piante. Per contrastare la carenza di acqua bisogna controllare l'umidità dei suoli e questo può essere effettuato attraverso l'impiego di pratiche che sostanzialmente aumentano l'infiltrazione dell'acqua, controllano l'evaporazione e infine incrementano la capacità di ritenere l'acqua dei suoli. Considerando la limitatezza della risorsa acqua, è anche importante fare un buon utilizzo di quella a disposizione per assicurarne il massimo rendimento. In tal senso gioca un ruolo importante la diffusione di tecnologie e lo sviluppo di metodi irrigui più efficienti (ad esempio l'irrigazione con micro-irrigatori o la programmazione irrigua), tenendo anche conto, nelle scelte impiantistiche, delle funzioni plurime spesso esercitate dalle acque da cui originano le risorse idriche destinate all'irrigazione.

Promuovere forme integrate di gestione e manutenzione territoriale per migliorare la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici dei suoli

Al fine di migliorare la capacità di adattamento del suolo agli effetti dei cambiamenti climatici in atto è necessario che, alle pratiche e alle tecniche di gestione sostenibile adottate dalle aziende agricole, si accompagnino anche azioni di manutenzione territoriale diffuse e intersettoriali. Innanzitutto, è necessario prevedere una corretta manutenzione delle sistemazioni idraulico-agrarie, dei fossi e delle scoline di sgrondo delle acque in eccesso, e la realizzazione, come peraltro previsto dalle norme di condizionalità della PAC, di solchi acquai o di bande inerbite di interruzione della pendenza nei terreni declivi. Per quel che concerne il tema della qualità delle acque, l'impianto di alberature o arbusti lungo il reticolo idrografico minore e le scoline di sgrondo delle acque dai terreni coltivati può esercitare un'azione depurativa di denitrificazione nei confronti di eccessi di nutrienti azotati, contribuendo inoltre alla qualificazione del paesaggio agrario e all'incremento dell'agro-biodiversità (Riferimento Indirizzo 8). Sarebbe inoltre bene prevedere la realizzazione di zone umide e di aree per la fitodepurazione delle acque a monte dell'immissione nel reticolo idrografico superficiale. Sempre per quel che concerne la gestione delle acque, con riferimento invece al tema della gestione del rischio, sarebbe opportuna la previsione di aree di esondazione e laminazione naturale delle acque dei fiumi, quali ad esempio le "casce di espansione", anche a prescindere dalla realizzazione di specifiche opere idrauliche. Al fine di aumentare l'efficacia di tali azioni, sarebbe opportuno prevedere anche la contestuale attuazione di strategie per il ripristino di migliori condizioni di drenaggio urbano, anche nei piccoli centri abitati, con interventi finalizzati ad una più efficace regimazione delle acque che privilegino soluzioni verdi (Riferimento Indirizzo 3). Per quel che concerne invece la gestione del territorio e del paesaggio, nel caso di costruzione di strade e manufatti deve essere prevista la minima alterazione possibile della naturale morfologia e pendenza dei versanti e l'utilizzazione delle tecniche dell'ingegneria naturalistica nelle opere di ripristino e di consolidamento ad esse connesse.

Dovranno essere promossi interventi di manutenzione dei terrazzamenti, dei muretti a secco e della viabilità secondaria, mentre la realizzazione di frutteti e vigneti dovrà essere effettuata possibilmente collocando le piante lungo le curve di livello, così da evitare la disposizione dei filari lungo le linee di massima pendenza, e mantenendoli inerbiti anche nei primi anni dopo l'impianto.

Obiettivi

1. Valorizzare le pratiche che aumentano la capacità dei suoli di trattenere e immagazzinare acqua;
2. Mitigare gli effetti dello stress da siccità rendendo i suoli più resistenti;
3. Attuare pratiche che aumentano la resilienza dei suoli ai cambiamenti climatici.

Strumenti e attori

La progettazione territoriale dovrebbe preferire e incentivare la copertura vegetale del suolo. Nell'ambito della conduzione agricola devono essere favorite le pratiche conservative.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

1. Lasciare i residui delle produzioni vegetali nel terreno, per aumentare la porosità del suolo e quindi i tassi di infiltrazione;
2. Favorire la ricchezza di pedofauna (come lombrichi) che con la bioturbazione aumentano gli spazi liberi nel suolo per acqua e radici;
3. Aumentare il contenuto di Sostanza organica per migliorare la struttura del suolo e la sua capacità di stoccaggio dell'acqua;
4. Mantenere dove possibile una copertura vegetale del suolo per ridurre il ruscellamento superficiale e l'erosione (questo contribuisce anche a una maggiore qualità delle acque attraverso la filtrazione).

Buone pratiche esemplificative

Progetto 'DESERTNET - Monitoraggio ed azioni di lotta alla desertificazione nella regione mediterranea Europea'.

Finanziato nell'ambito della cooperazione trans-europea INTERREG III B, e costituisce un lavoro di studio, monitoraggio e gestione sostenibile delle aree a rischio di desertificazione che si affacciano sul bacino del Mediterraneo.

Iniziativa '4 pour 1000 - Suoli per la sicurezza alimentare e il clima'.

Iniziativa lanciata nell'ambito della COP21, al fine di promuovere una gestione accorta dei suoli agricoli per il miglioramento della sicurezza alimentare, la riduzione del riscaldamento globale e per favorire l'adattamento al cambiamento climatico. L'iniziativa si pone come obiettivo far crescere il contenuto in Sostanza organica dei suoli del 4 per 1000, consentendo in tal modo di compensare le emissioni di biossido di carbonio (CO₂), oltre che migliorare la fertilità dei terreni agricoli.

Manuali e testi di riferimento

Manuale ‘La lotta alla desertificazione in Italia: stato dell’arte e linee guida per la redazione di proposte progettuali di azioni locali’ di ISPRA (2006).

Il documento è finalizzato a fornire il supporto necessario alla predisposizione delle attività degli Enti Territoriali, a scala locale, per l’implementazione del Piano di Azione Nazionale di lotta alla siccità e alla desertificazione contribuendo anche alla diffusione delle esperienze più interessanti, maturate in tale ambito a livello nazionale e locale.

Documento ‘Linee guida del piano di azione nazionale per la lotta alla desertificazione’

Il documento, redatto dal Comitato nazionale per la lotta alla desertificazione (1999), è stato predisposto sulla base degli indirizzi della delibera del CIPE n. 154 del 22 dicembre 1998, definiscono le azioni necessarie a combattere la desertificazione e il degrado del territorio in Italia nel rispetto degli impegni sottoscritti nell’ambito della Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla siccità e/o desertificazione (UNCCD).

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, di comunicazione e formazione;
3. Aumentare fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di infrastrutture verdi e blu;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli;
6. Aumentare o ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l’adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli;
8. Mantenere l’agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici.



8

Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura dei Servizi ecosistemici

Il suolo è una componente fondamentale degli agro-ecosistemi: se i suoli sono “in buona salute” svolgono al meglio le loro funzioni ecologiche e, viceversa, modalità di gestione sostenibili del suolo e ispirate a principi agro-ecologici ne migliorano la qualità, in un processo virtuoso che si autoalimenta continuamente. La FAO ha sottolineato l'importanza del mantenimento della biodiversità dei suoli attraverso la pubblicazione della World Soil Charter (FAO, 2015) affermando che: “I suoli sono dei serbatoi chiave della biodiversità globale, che spazia dai microrganismi a flora e fauna. Questa biodiversità ha un ruolo fondamentale nel sostenere la funzionalità del suolo e quindi la fornitura di beni e Servizi ecosistemici associati ai suoli. Perciò è necessario mantenere la biodiversità del suolo per salvaguardarne le funzioni”. A parità di altri fattori ambientali, gli ecosistemi ad elevata biodiversità sono in grado di sequestrare un maggior quantitativo di carbonio degli ecosistemi a minore biodiversità (Bellieni et al., 2017; Lal, 2004a). Del miglioramento della funzionalità dei suoli inoltre, beneficia anche il paesaggio rurale, che è determinato in modo complementare e sinergico sia da come i suoli agricoli e forestali sono gestiti, sia dalle relazioni che nel mosaico del territorio intercorrono, tra le aree rurali e quelle naturali da un lato e antropizzate/urbanizzate dall'altro.

Migliorare l'agro-biodiversità e la qualità del paesaggio rurale promuovendo forme di gestione conservativa dei suoli

Una diminuzione del numero di specie vegetali con diversi apparati radicali, della quantità e della qualità dei residui vegetali o del tasso di sostanze organiche presenti nel suolo, comporta una riduzione della gamma degli habitat e degli alimenti di cui si nutrono gli organismi del suolo. Sebbene il ricorso a fattori esterni, in particolare a fertilizzanti e pesticidi chimici, possa aggirare i limiti del terreno e favorire così il rendimento delle colture, l'uso improprio o smodato di prodotti agrochimici ha causato un degrado ambientale, specialmente del suolo e delle risorse idriche. I sistemi agricoli e le pratiche agro-ecologiche che riservano un'attenzione particolare alla biodiversità del terreno (come l'agricoltura biologica, l'agricoltura senza lavorazione, l'agricoltura conservativa e la rotazione delle colture) possono

aumentare la produzione agricola in maniera sostenibile, preservando il suolo e le risorse idriche. La salute e la qualità del terreno determinano in larga misura non solo la produzione agricola, ma anche la sostenibilità e la salubrità dell'ambiente, le quali influenzano la salute delle piante, degli animali e dell'uomo. Inoltre, la diffusione dei principi di gestione conservativa dei suoli (Riferimento Indirizzo 6) produce effetti che hanno ripercussioni in un territorio più ampio, contribuendo ad arricchire i paesaggi, che si presentano più vari, per colori, forme e aspetto estetico complessivo. Infatti, il maggior numero e la maggiore varietà di colture inserite negli avvicendamenti e le colture di copertura, soprattutto se costituite da miscugli di numerose specie appartenenti a famiglie botaniche differenti, aumentano significativamente l'agro-biodiversità. Ne traggono vantaggio anche gli insetti pronubi, le catene trofiche e in generale la fauna selvatica che trovano condizioni più favorevoli e più equilibrate di sviluppo.

Utilizzare strumenti di valutazione e monitoraggio della biodiversità dei suoli

Per valutare l'agro-biodiversità e la funzione di supporto alla qualità del paesaggio rurale svolte dai suoli e dalle superfici agricole possono essere utilizzati alcuni indicatori, tra i quali innanzitutto il grado di copertura dei suoli con colture in vegetazione, da considerare sia in termini spaziali (superficie totale) che temporali (quanto a lungo nell'anno). Nei sistemi agricoli semplificati maggiormente diffusi, spesso i suoli sono impegnati con colture per meno di 6 mesi all'anno, mentre con modelli che aumentano l'agro-diversità è possibile raggiungere, e anche superare, il 90% di copertura. Un ulteriore fattore che può essere considerato è rappresentato dal numero di specie e di famiglie botaniche coltivate ed effettivamente messe in rotazione. Nella pratica agronomica graminacee e leguminose sono le colture più diffuse, tuttavia va segnalato che secondo taluni autori, sarebbe preferibile inserire negli avvicendamenti almeno due leguminose di specie differenti. Inoltre, nei modelli agricoli indirizzati alla produzione di colture orticole, quali patate, pomodori e bietole, il più delle volte le rotazioni sono brevissime e sarebbe invece necessario trovare soluzioni per allungarle. In tal senso, cover crop e consociazioni (*intercropping*) possono offrire ampie opportunità per le aziende di introdurre una maggiore diversità vegetale. Infine, anche la presenza di organismi, quali gli anellidi, può costituire un indicatore per la valutazione della biodiversità del suolo. L'indice di qualità biologica (QBS - Qualità Biologica del Suolo) (Parisi et al., 2013) è un indicatore basato sulla rilevazione della presenza di individui appartenenti alle diverse specie e famiglie di microartropodi che vivono nel suolo: maggiore è la varietà di individui trovati e maggiore sarà la qualità del suolo. Gli organismi considerati per il QBS sono strettamente correlati con l'uso delle terre e la gestione dei suoli e sono espressione diretta della biodiversità edafica.

Salvaguardare e promuovere l'agro-biodiversità mediante strategie di pianificazione territoriale e paesaggistica

Alla scala territoriale, le maggiori ricadute sul paesaggio rurale e sull'agro-biodiversità derivano da interventi di natura pianificatoria e/o urbanistica, con riferimento innanzitutto al tema del contenimento del consumo di suolo (Riferimento Indirizzo 2) e alla necessità di evitare la dispersione degli insediamenti urbani, civili, industriali e commerciali, nel tessuto rurale e la moltiplicazione di infrastrutture logistiche e viarie senza una adeguata valutazione degli effetti diretti e indotti dalla riduzione e frammentazione dello spazio agricolo. Particolare attenzione deve essere riservata alla riqualificazione delle aree degradate della cintura periurbana, o comunque di cerniera tra spazi aperti e costruiti, prevedendo interventi di rigenerazione e di rinaturalizzazione, ripristinando laddove fosse possibile la destinazione ad uso agricolo delle aree di margine, e realizzando 'barriere verdi' che delimitino e separino fisicamente ciò che è spazio rurale o agricolo da ciò che è tessuto urbano (Riferimento Indirizzo 3). Anche la conservazione o il ripristino di siepi, filari e alberature dovrà essere ricondotto ad un disegno organico a livello territoriale a patire in via prioritaria dal reticolo idrico minore. Sempre nell'ottica di rafforzare

la connettività ecologica e di aumentare l'agro-biodiversità del paesaggio agrario, dovrebbero essere previste fasce tampone di transizione anche tra le aree coltivate e gli ambiti di valore naturalistico e ambientale, ad esempio mediante la predisposizione di piani di gestione delle aree confinanti con i siti di Rete Natura 2000, condivisi tra Enti Gestori e aziende agricole. Al fine di evitare o contenere la frammentazione delle connessioni ecologiche e l'alterazione della percezione visiva del paesaggio agrario, è necessario inoltre limitare allo stretto indispensabile le modificazioni del naturale assetto morfologico del territorio, causate, ad esempio, da escavazioni per "bonifiche agricole" o dalla costruzione di strade su rialzo. In generale, è necessario promuovere lo sviluppo di modalità di gestione del territorio, soprattutto delle superfici collinari e montane, forestali e dei pascoli, capaci di valorizzare, insieme alle funzioni ecologiche, il valore culturale e di memoria della presenza dell'uomo in quelle terre.

Obiettivi

1. Favorire il mantenimento (o il ripristino laddove deteriorato) di alti livelli di biodiversità dei suoli;
2. Tutelare i suoli liberi e migliorare e ripristinare le funzioni ecologiche dei suoli;
3. Migliorare l'agro-diversità dei paesaggi rurali.

Strumenti e attori

La biodiversità dei suoli è importante per tutte le tipologie di suolo, essendo la base per la corretta funzionalità ecosistemica. La gestione dei suoli deve garantire e ripristinare laddove deteriorati alti livelli di biodiversità attraverso pratiche di conservazione della biodiversità. Devono essere impiegati strumenti per la misurazione e il monitoraggio dei Servizi ecosistemici forniti dai suoli per indirizzare le scelte gestionali secondo un miglioramento degli stessi.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

- Attuare pratiche di conservazione della biodiversità dei suoli;
- Utilizzare strumenti di valutazione e monitoraggio della biodiversità dei suoli;
- Adottare tecniche e pratiche di miglioramento delle funzioni ecologiche;
- Incentivare la tutela dei suoli liberi, anche attraverso metodi di pagamento per la fornitura e il consumo dei Servizi ecosistemici (di tipo PES - Payment for Ecosystem Services).

Buone pratiche esemplificative

Progetto Reverse - REgional exchanges and policy making for protecting and valorizing biodiVERsity in Europe

Progetto finanziato attraverso il programma INTERREG IVC, costruito sulla base di un confronto tra le esperienze maturate da diversi partner europei con lo scopo di migliorare l'efficacia delle politiche regionali sulla conservazione e la valorizzazione della biodiversità. Al termine di un triennio di attività, la carta Reverse riassume in un testo sintetico le azioni essenziali e le raccomandazioni necessarie alla preservazione della biodiversità con riferimento a tre aspetti cruciali per il futuro delle aree rurali europee: produzione agricola, conservazione del paesaggio, vocazione turistica dei territori. Il progetto ha così contribuito, attraverso una campagna di sensibilizzazione destinata prevalentemente a coloro cui competono le scelte politiche, alla messa a punto di più efficaci strumenti di conservazione e valorizzazione della biodiversità sull'intero territorio dell'Unione Europea.

Progetto CULTIVAR - Individuazione, catalogazione e incremento delle collezioni di risorse genetiche vegetali a rischio di estinzione o erosione genetica di interesse agricolo in Lombardia, Iniziativa che concentra l'interesse sulla tutela e valorizzazione delle risorse genetiche vegetali e l'obiettivo di proseguire nell'individuazione e catalogazione della biodiversità vegetale agraria e orticola tradizionale lombarda. Lo scopo del progetto è quello di identificare, conservare ed eventualmente riutilizzare queste "antiche varietà agricole" attraverso il censimento, lo studio morfologico e/o genetico, la conservazione in Banche dei semi e infine la loro iscrizione a registri varietali dedicati, in particolare all'Anagrafe nazionale della biodiversità agricola e alimentare. La registrazione della risorsa genetica consente lo scambio delle sementi tra agricoltori custodi.

Progetto LIFE+ Making Good Natura - Making public Good provision the core business of Natura 2000 - LIFE11 ENV/IT/000168

Progetto LIFE+ che sviluppa nuovi percorsi di governance ambientale finalizzati alla tutela degli ecosistemi agroforestali ed elabora forme di valutazione biofisica, qualitativa e quantitativa dei servizi ecosistemici nei siti della rete Natura 2000. Il focus del progetto è creare i presupposti per il raggiungimento di una efficace gestione degli habitat e delle specie animali e vegetali, designati dalle Direttive Habitat e Uccelli, fornendo agli amministratori dei siti Natura 2000 strumenti di gestione e autofinanziamento che costituiscano forme di remunerazione delle attività di tutela. Gli strumenti di autofinanziamento che saranno indagati e sviluppati sono i Pagamenti per i Servizi Ecosistemici (PES).

Manuali e testi di riferimento

Atlante 'Global soil biodiversity atlas' (2016)

di Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M. J. I., Chotte, J., De Deyn, G. B., Eggleton, P., Fierer, N., Fraser, T., Hedlund, K., Jeffery, S., Johnson, N. C., Jones, A., et al.

Redatto dalla European Commission quale Atlante della biodiversità dei suoli e delle minacce pubblicato dal JRC e dalla Global Soil Biodiversity Initiative (GSBI).

Articolo 'Biogeographic patterns in below-ground diversity in New York City's Central Park are similar to those observed globally'

di Ramirez, K.S., Leff, J.W., Barberán, A., Bates, S.T., Betley, J., Crowther, T.W., Kelly, E.F., Oldfield, E.E., Ashley Shaw, E., Steenbock, C., Bradford, M.A., Wall, D.H., Fierer, N., (2014). Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 281. Articolo contenente gli esiti di un progetto di monitoraggio della biodiversità dei suoli di Central Park, New York.

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
2. Contenere il consumo di suolo nei processi di governo del territorio adottando un approccio basato sui Servizi ecosistemici per la definizione di limiti quali-quantitativi e di misure di mitigazione e compensazione ecologica;
3. Aumentare la fornitura Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di infrastrutture verdi e blu;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli;
6. Aumentare o ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli;
7. Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici.



Elenco delle sigle

BES	Bilancio Ecologico del Suolo
CICES	Common International Classification of Ecosystem Services
CLC	Corine Land Cover
COP	Conference of Parties
CRCS	Centro di Ricerca sui Consumi di Suolo
DdR	Disegno di Legge
DGR	Delibera di Giunta Regionale
DPP	Decreto del Presidente della Provincia
EEA	Agenzia Europea per l'Ambiente
ESDAC	European Soil Data Centre ESDAC
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GBI	Green and Blue Infrastructure
GSP	Global Soil Partnership
HRL	High Resolution Layer
IUCN	Unione Internazionale per la Conservazione della Natura
JRC	Joint Research Center
LR	Leggere Regionale
LP	Legge Provinciale
NBS	Nature-based solution
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
PAC	Politica Agricola Comunitaria
PGT	Piano di Governo del Territorio
SDG	Sustainable Development Goals
SE	Servizi ecosistemici
SNPA	Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
SO	Sostanza organica
SuDS	Sustainable Urban Drainage Systems
UHI	Urban Heat Island
UNCCD	Nazioni Unite sulla lotta contro la desertificazione
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VAS	Valutazione Ambientale Strategica

Bibliografia

- APAT - Agenzia per le Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (2008). Il Suolo, la radice della vita. APAT, Roma ISBN 978-88-448-0331-5
- Arcidiacono, A., Di Simine, D., Oliva, F., Ronchi, S., & Salata, S. (2016). Nuove sfide per il suolo. Rapporto CRCS 2016. Roma: INU Edizioni.
- Assennato, F., Braca, G., Calzolari, C., Capriolo, A., di Leginio, M., Giandon, P., Marchetti, M., Marino, D., Mascolo, R., Morri, E., Pettenella, D., Pileri, P., Sallustio, S., Salvati, L., Santolini, R., Soraci, M., Strollo, A., Terribile, F., Ungaro, F., Vinci, I., Munafò, M. (2018). Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo. http://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/copy_of_AnnessometodologicoalRapportoServiecosistemici_2018.pdf
- Batjes, N. H., & Wesemael, B. van. (2015). Measuring and monitoring soil carbon. In S. A. Banwart, E. Milne, & E. Noellemeyer (Eds.), Soil carbon: science, management and policy for multiple benefits, pp. 188–201. <https://doi.org/10.1079/9781780645322.0188>
- Belliemi, M., Brenna, S., Caserini, S., Acutis, M., Perego, A., Schillaci, C., Farina, R., Vitullo, M., Miglietta, F. (2017). Il contributo dello stoccaggio di carbonio nei suoli agricoli alla mitigazione del cambiamento climatico. *Ingegneria dell'Ambiente*, 4.
- Bhat, P. A., Shafiq, M. ul, Mir, A. A., & Ahmed, P. (2017). Urban sprawl and its impact on landuse/land cover dynamics of Dehradun City, India. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(2), 513–521. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.10.003>
- Bot, A., & Benites, J. (2005). The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production. In *FAO Soils Bulletin*. <https://doi.org/10.1080/03650340214162>
- Brambilla, M., & Ronchi, S. (2016). The park-view effect: Residential development is higher at the boundaries of protected areas. *Science of the Total Environment*, pp. 569–570 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.223>
- Camagni R. (2008). Il finanziamento della città pubblica, in Baioni M. (a cura di), *La costruzione della città pubblica*, Alinea, Firenze, pp. 39-57
- Canedoli, C., Ferrè, C., El Khair, D. A., Padoa-Schioppa, E., & Comolli, R. (2019). Soil organic carbon stock in different urban land uses: high stock evidence in urban parks. *Urban Ecosystems*, pp. 1-13.
- Christiansen, P., & Loftsgarden, T. (2011). Drivers behind Urban Sprawl in Europe. https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/TØI_rapporter/2011/1136-2011/1136-2011-el.pdf
- Commission of the European Communities (2006). Thematic strategy for soil protection. Com (2006), 12. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Thematic+Strategy+for+Soil+Protection#0>
- Corte dei Conti Europea (2018). Combattere la desertificazione in Europa, relazione speciale n. 33 <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/desertification-33-2018/it>
- Di Leginio, M., Fumanti, F., Giandon, P., & Vinci, I. (2014). L'importanza della sostanza organica nei suoli: la situazione in Italia e il progetto SIAS. In *Gestione conservativa del suolo e pianificazione*. Reticula 7/2014. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- Epstein, J., Payne, K., & Kramer, E. (2002). Techniques for Mapping Suburban Sprawl. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 63(9)
- ESPN (2010). FOCI Future Orientations for Cities. Final scientific Report. 778. <https://doi.org/10.1093/her/cyt032>
- European Commission (2002). Verso Una Strategia Tematica per la protezione del Suolo COM (2002) 179
- European Commission (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Roadmap to a Resource Efficient Europe. COM (2011) 571
- European Commission (2012). Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing. In Commission Staff Working Document. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-26210-4, <https://doi.org/10.2779/75498>
- European Commission. (2013). Building a Green Infrastructure for Europe. European Union, Belgium. ISBN 978-92-79-33428-3, <https://doi.org/10.2779/54125>
- European Commission (2015). Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature- Based Solutions & Re-Naturing Cities. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-46051-7, <https://doi.org/10.2777/765301>
- European Commission (2016). FUTURE BRIEF: No net land take by 2050? Produced for the European Commission DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. ISBN 978-92-79-45739-5, <https://doi.org/10.2779/537195>
- EEA - European Environment Agency (2010). Land Take in Europe <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-3/assessment>
- EEA - European Environment Agency (2017). Landscapes in Transition. An account of 25 years of land cover change in Europe. EEA Report, (10), 226. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-9213-882-0, <https://doi.org/10.2800/81075>

- EEA - European Environment Agency (2019). Land Take in Europe. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-3/assessment>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2017). The State of Food Security in the World 2017. Building resilience for peace and food security. Roma.
- FAO (2015). World soil Charter (revised). [https://doi.org/10.1016/S0378-777X\(82\)80097-8](https://doi.org/10.1016/S0378-777X(82)80097-8)
- FAO (2017). Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy
- Giordano, A., 1999. Pedologia. UTET, Torino.
- Gunderson L., & Pritchard L.Jr. (ed.) (2002). Resilience and the Behaviour of Large-Scale Systems. Washington, DC: Island Press
- Haines-Young, R., Potschin-Young, M. & Czúcz, B. (2018). Report on the use of CICES to identify and characterise the biophysical, social and monetary dimensions of ES assessments. Deliverable D4.2, EU Horizon 2020 EMERALDA Project, Grant agreement No. 642007. 106 pp.
- Hansen, R., & Pauleit, S. (2014). From Multifunctionality to Multiple Ecosystem Services? A Conceptual Framework for Multifunctionality in Green Infrastructure Planning for Urban Areas. *Ambio*, 43(4), 516–529. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>
- Kittredge, J. (2015). Soil Carbon Restoration: Can Biology do the Job? In NOFA/Mass.
- Lal, R. (2004a). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>
- Lal, R. (2004b). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.032>
- Lefèvre, C., Rejik, F., Alcantara, V., Wiese, L., (2017). Soil Organic Carbon the Hidden Potential, Banking. doi:10.1038/nrg2350. In *Banking*. <https://doi.org/10.1038/nrg2350>
- Li, J., & Heap, A. D. (2011). A review of comparative studies of spatial interpolation methods in environmental sciences: Performance and impact factors. *Ecological Informatics*, 6(3), 228–241. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2010.12.003>
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and human well-being: synthesis. Washington, DC, USA: Island Press.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2010). Strategia Nazionale per la biodiversità, <https://www.minambiente.it/pagina/strategia-nazionale-la-biodiversita>
- Munafò, M. (a cura di) (2019). Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2019. Report SNPA 08/19
- Odum, E.P (1971). *Fundamentals of Ecology*, Saunders, Philadelphia. USA
- Osman, K. T. (2014). Physical deterioration of soil. In *Soil Degradation, Conservation and Remediation* (pp. 45-67). Springer, Dordrecht.
- Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., & Jacomini, C. (2003). Evaluation of soil quality and biodiversity in Italy: the biological quality of soil index (QBS) approach. In *Agricultural Impacts on Soil Erosion and Soil*
- Biodiversity: Developing Indicators for Policy Analysis. Rome: Proceedings from an OECD Expert Meeting (pp. 1-12).
- Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., & Smith, P. (2016). Climate-smart soils. *Nature*, 532(7597), 49–57. <https://doi.org/10.1038/nature17174>
- Prokop, G. (2011). Report on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects. <https://doi.org/10.2779/15146>
- Raworth K., (2017). *Doughnut Economics*, Penguin Books, London
- Regione Lombardia (2014). Progetto Life HelpSoil. Linee Guida per l'applicazione e la diffusione dell'Agricoltura Conservativa. Studio Chiesa. ISBN 978-88 9932 903 7
- Rinaldi, M., & Troccoli, A. (2017). L'agricoltura Conservativa. https://www.crea.gov.it/documents/43052/0/1_Volume_Agricoltura_Conservativa.pdf
- Ronchi, S. (2017). La progettazione di infrastrutture verdi e blu per il mantenimento dei servizi ecosistemici. In *Urbanistica Informazioni* (Vol. 273–274, pp. 65–66). INU Edizioni.
- SoCo project team. (2009). Final report on the project "Sustainable Agriculture and Soil Conservation (SoCo)." In *Communities*. <https://doi.org/10.2791/10052>
- Steffen, W., Crutzen, J., & McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of Nature? *Ambio*, 36(8), 614–621. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAHNO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAHNO]2.0.CO;2)
- Vicente-Vicente, J. (2017). Soil organic carbon sequestration in olive groves of Andalusia: effect of the managements on soil organic carbon dynamics. Universidad De Jaén.



Allegato 1

Il presente allegato intende fornire un quadro complessivo delle normative e dei dispositivi di legge definitivi a livello regionale in assenza di una legge quadro nazionale. L'obiettivo è quello di dare ai tecnici e professionisti i principali riferimenti normativi con i quali dovranno confrontarsi nello svolgimento delle loro attività lavorative finalizzate ad un uso sostenibile del suolo.

Le normative si riferiscono alle leggi di pianificazione e governo del territorio, a dispositivi specifici sul contenimento del consumo di suolo e sulla rigenerazione, nonché a discipline o indirizzi volti al mantenimento della Sostanza organica nei suoli.

Le normative vengono proposte distinte per Regione e in ordine cronologico.

Regione Abruzzo

- LR 40/2017 - Disposizioni per il recupero del patrimonio edilizio esistente. Destinazioni d'uso e contenimento dell'uso del suolo
- Dgr 2/2017 - Regolamento di attuazione della Legge regionale 8 ottobre 2015, n. 26 "Istituzione della Banca della Terra d'Abruzzo".
- LR 26/2015 - Istituzione della Banca della Terra d'Abruzzo
- LR 18/1983 - Norme per la conservazione, tutela, trasformazione del territorio della Regione Abruzzo (e s.m.i)

Regione Basilicata

- LR 31/2017- Disposizioni per favorire l'accesso dei giovani al settore primario e contrastare l'abbandono e il consumo dei suoli agricoli
- LR 25/2009 - Misure urgenti e straordinarie volte al rilancio dell'economia e alla riqualificazione del patrimonio edilizio esistente (s.m.i.)
- LR 23/1999 – Tutela, governo e uso del suolo (e successivo regolamento di attuazione 27/2003)

Regione Calabria

- LR 41/2011 – Norme per l'abitare sostenibile
- LR 19/2002 - Norme per la tutela, governo ed uso del territorio – Legge urbanistica della Calabria (e s.m.i.)

Regione Campania

- LR 27/2019 – Legge di stabilità del 2020 (proroga del Piano Casa al 31 dicembre 2020)
- LR 6/2020 - Misure a sostegno dei proprietari di immobili abusivi acquistati in oggettiva buona fede e modifiche urgenti di leggi regionali in materia di governo del territorio, che all'articolo 3 definisce i nuovi termini per i comuni per l'approvazione dei Piani Urbanistici Comunali (PUC).
- LR 19/2019 – Legge per la promozione della qualità dell'architettura
- LR 19/2017 - Misure di semplificazione e linee guida di supporto ai Comuni in materia di governo del territorio
- LR 6/2016 – Prime misure per la razionalizzazione della spesa e il rilancio dell'economia campana (Legge collegata alla legge regionale di stabilità per l'anno 2016)
- LR 40/2012 – Norme in materia di urbanistica ed edilizia e modifiche legislative
- Regolamento 5/2011 - Regolamento di attuazione per il governo del territorio
- LR 19/2009 - Misure urgenti per il rilancio economico, per la riqualificazione del patrimonio esistente, per la prevenzione del rischio sismico e per la semplificazione amministrativa
- LR 16/2004 - Norme sul governo del territorio (e successiva Dgr 214/2011)

Regione Emilia-Romagna

- Dgr 384/2019 - Strategia per la qualità urbana ed ecologica – ambientale e valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale del Piano Urbanistico Generale
- LR 24/2017 - Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del suolo
- LR 14/2014 - Promozione degli investimenti in Emilia-Romagna
- LR 19/2012 - Legge finanziaria regionale adottata a norma dell'articolo 40 della legge regionale 15 novembre 2001, n. 40 in coincidenza con l'approvazione del bilancio di previsione della regione Emilia-Romagna per l'esercizio finanziario 2013 e del bilancio pluriennale 2013-2015

Regione Friuli-Venezia Giulia

- LR 21/2015 - Disposizioni in materia di varianti urbanistiche di livello comunale e contenimento del consumo di suolo
- LR 11/2015 – Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque (e successivo Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica)
- LR 19/2009 – Codice regionale dell'edilizia (e s.m.i.)
- LR 5/2007 - Riforma dell'urbanistica e disciplina dell'attività edilizia e del paesaggio

Regione Lazio

- Dgr 867/2017 - Indirizzi e direttive per l'applicazione delle "Disposizioni per la rigenerazione urbana ed il recupero edilizio" di cui alla legge regionale 18 luglio 2017, n. 7
- LR 9/2017 - Misure integrative, correttive e di coordinamento in materia di finanza pubblica regionale.
- LR 7/2017 - Disposizioni per la rigenerazione urbana e per il recupero edilizio
- LR 21/2009 – Piano casa della Regione Lazio (e s.m.i.)
- LR 6/2008 - Disposizioni regionali in materia di architettura sostenibile e di bioedilizia
- LR 38/1999 – Norme sul governo del territorio (e s.m.i.)

Regione Liguria

- LR 23/2018 – Disposizioni per la rigenerazione urbana e il recupero del territorio agricolo
- LR 29/2016 – Prime disposizioni in materia urbanistica e di attività edilizia in attuazione della LR 1/2016 (legge sulla crescita)
- LR 22/2015 – Piano casa (e s.m.i.)
- LR 36/1997 – Legge urbanistica regionale (e s.m.i.)

Regione Lombardia

- Dgr 1141/2019 – Criteri di individuazione degli interventi pubblici e di interesse pubblico o generale di rilevanza sovracomunale per i quali non trovano applicazione le soglie di riduzione del consumo di suolo
- LR 18/2019 – Misure di semplificazione e incentivazione per la rigenerazione urbana e territoriale, nonché per il recupero del patrimonio edilizio esistente.
- Dgr 207/2018 - misure di semplificazione e incentivazione per il recupero del patrimonio edilizio (art. 4, comma 2, L.R. 31/2014)
- Regolamento regionale 7/2017 –Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della LR 12/2005
- Dgr 5832/2016 - Criteri per l'identificazione nei piani di governo del territorio delle opere edilizie incongrue presenti nel territorio agricolo e negli ambiti di valore paesaggistico (art. 4, comma 9, l.r. 31/2014)
- LR 31/2014 - Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato (e s.m.i)
- LR 12/2005 – Legge per il governo del territorio (e s.m.i)

Regione Marche

- Dgr 53/2014 – Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali
- LR 22/2011 - Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile (e s.m.i.)
- LR 34/1992 - Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio (e s.m.i.)

Regione Molise

- LR 31/2008 - Interventi a favore della riqualificazione urbana (e sm.i.)

Regione Piemonte

- Dgr 143-7891/2018 - Approvazione dei parametri tecnici e dei criteri per l'applicazione della legge regionale 4 ottobre 2018, n. 16 (Misure per il riuso, la riqualificazione dell'edificato e la rigenerazione urbana).
- Dgr 25-7286/2018 - Disposizioni regionali riguardanti l'attuazione del Piano di gestione rischio alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico (art. 58 Norme di Attuazione PAI, integrate dal Titolo V), le attività per i comuni non ancora adeguati al PAI e l'aggiornamento del quadro del dissesto a seguito di eventi calamitosi.
- LR 16/2018 - Misure per il riuso, la riqualificazione dell'edificato e la rigenerazione urbana (s.m.i.)
- DdL 301/2018 - Procedure edilizie per il riuso, la riqualificazione e il recupero dell'edificato
- DdL 302/2018 - Norme urbanistiche e ambientali per il contenimento del consumo del suolo
- LR 3/2013 - Modifiche alla LR 56/1977 e ad altre disposizioni regionali in materia di urbanistica ed edilizia
- LR 56/1977 - Legge urbanistica (e s.m.i.)

Regione Puglia

- LR 18/2019 – Norme in materia di perequazione, compensazione urbanistica e contributo straordinario per la riduzione del consumo di suolo e disposizioni diverse
- LR 26/2014 - Disposizioni per favorire l'accesso dei giovani all'agricoltura e contrastare l'abbandono e il consumo dei suoli agricoli. Istituzione della Banca della Terra di Puglia
 - Regolamento attuativo n. 16/2018
 - Dgr 262/2020 recante istituzione della "Banca della Terra di Puglia" e approvazione dell'elenco dei terreni disponibili
- LR 20/2009 – Norme per la pianificazione paesaggistica (disciplina la formazione del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale-PPTR,
- LR 14/2009 – Misure straordinarie e urgenti a sostegno dell'attività edilizia e per il miglioramento della qualità del patrimonio edilizio residenziale (Piano casa, n.d.r., modificato e integrato ripetutamente nel tempo e dichiarato incostituzionale con Sentenza CC n. 70/2020 relativamente agli interventi straordinari di demolizione e ricostruzione)
- LR 21/2008 – Norme per la rigenerazione urbana
- LR 14/2008 - Misure a sostegno della qualità delle opere di architettura e di trasformazione del territorio
- LR 13/2008 - Norme per l'abitare sostenibile
- LR 33/2007 – Recupero dei sottotetti, dei porticati, di locali seminterrati e interventi esistenti e di aree pubbliche non autorizzate
- LR 20/2001 - Norme generali di governo e uso del territorio
- LR 26/1990 – Programmi integrati di interventi per la riqualificazione urbana
- LR 56/1980 – Tutela ed uso del territorio

Regione Sardegna

- LR 11/2017 – Disposizioni urgenti in materia urbanistica ed edilizia. Modifiche alla legge regionale n. 23 del 1985, alla legge regionale n. 45 del 1989, alla legge regionale n. 8 del 2015, alla legge regionale n. 28 del 1998, alla legge regionale n. 9 del 2006, alla legge regionale n. 22 del 1984 e alla legge regionale n. 12 del 1994.
- Deliberazione dell'Autorità di bacino regionale della Sardegna 2/2017 - Aggiornamento delle "Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NA del PAI"
- LR 8/2015 - Norme per la semplificazione e il riordino di disposizioni in materia urbanistica ed edilizia e per il miglioramento del patrimonio edilizio
- LR 8/2004 - Norme urgenti di provvisoria salvaguardia per la pianificazione paesaggistica e la tutela del territorio regionale (e s.m.i)
- LR 28/1998 - Norme per l'esercizio delle competenze in materia di tutela paesistica trasferite alla Regione Autonoma della Sardegna con l'articolo 6 del decreto del Presidente della Repubblica 22 maggio 1975, n. 480, e delegate con l'articolo 57 del decreto del Presidente della Repubblica 19 giugno 1975, n. 348 (e s.m.i)
- LR 45/1989 - Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale (e s.m.i)
- LR 23/1985 - Norme regionali di controllo dell'attività urbanistico-edilizia (e s.m.i)

Regione Sicilia

- DdL 587/2019 – Norme per il governo del territorio
- LR 13/2015 - Norme per favorire il recupero del patrimonio edilizio di base dei centri storici
- LR 71/1978 - Norme integrative e modificative della legislazione vigente nel territorio della Regione siciliana in materia urbanistica (e s.m.i.)

Regione Toscana

- LR 69/2019 – Disposizioni in materia di governo del territorio. Adeguamenti alla normativa statale in materia di edilizia e di sismica
- LR 3/2017 - Disposizioni per il recupero del patrimonio edilizio esistente situato nel territorio rurale
- LR 43/2016 - Norme per il governo del territorio. Misure di semplificazione e adeguamento alla disciplina statale. Nuove previsioni per il territorio agricolo
- LR 65/2014 - Norme per il governo del territorio (e s.m.i.)

Regione Umbria

- LR 1/2015 - Testo unico governo del territorio e materie correlate (e s.m.i.)

Regione Valle d'Aosta

- LR 5/2018 - Disposizioni in materia di urbanistica e pianificazione territoriale
- LR 11/1998 - Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta

Regione Veneto

- LR 14/2019 – VENETO 2050: politiche per la riqualificazione urbana e la rinaturalizzazione del territorio e modifiche alla LR 11/2004
- Dgr 92/2020 - Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14.
- Dgr 1911/2019 - Criteri di utilizzo della quantità di "riserva" del suolo regionale consumabile di cui alla DGR n. 668/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14
- Dgr 1596/2019 – Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14.
- Dgr 335/2019 - Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14
- Dgr 39/2019 – Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14
- Dgr 1325/2018 – Individuazione della quantità massima di consumo di suolo ammesso nel territorio regionale ai sensi dell'articolo 4, comma 2, lettera a) della legge regionale 6 giugno 2017, n. 14, per i Comuni che hanno trasmesso tardivamente i dati e per i Comuni inadempienti. Integrazioni alla deliberazione di Giunta regionale 668/2018. Deliberazione n. 72/CR del 26 giugno 2018.
- Dgr 668/2018 – Individuazione della quantità massima di consumo di suolo ammesso nel territorio regionale ai sensi dell'articolo 4, comma 2, lettera a) della legge regionale 6 giugno 2017, n. 14. Deliberazione n. 125/CR del 19 dicembre 2017.
- LR 14/2017 - Disposizioni per il contenimento del consumo di suolo
- Dgr 2948/2009 - Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.
- LR 11/2004 - Norme per il governo del territorio e in materia di paesaggio (e s.m.i.)

Provincia Autonoma Bolzano

- DPP 31/2018 - Criteri applicativi per il contenimento del consumo di suolo
- LP 9/2018 – Territorio e Paesaggio

Provincia Autonoma Trento

- DPP 8-61/2017 - Regolamento urbanistico-edilizio provinciale in esecuzione della LR 15/2015
- LP 15/2015 - Legge provinciale per il governo del territorio

Allegato 2

Il presente allegato intende fornire una rassegna delle principali risorse disponibili online relative all'uso e alla copertura del suolo, e alla Sostanza organica contenuta nei suoli.

Le banche dati selezionate sono articolate secondo tre livelli di dettaglio (internazionale, nazionale e regionale) e sono state selezionate per completezza dell'informazione, aggiornamento dei dati, accessibilità dell'informazione.

Uso e copertura del suolo

Banche dati internazionali

Programma Copernicus
Global Human Settlement European Soil Data
Centre (ESDAC)

<https://www.copernicus.eu/en>
<https://ghsl.jrc.ec.europa.eu>
<https://esdac.jrc.ec.europa.eu>

Banche dati nazionali

Carta Nazionale di Copertura del Suolo
Carta sull'impermeabilizzazione dei suoli
Carta Nazionale del Consumo di Suolo

<http://geoportale.isprambiente.it>
<http://geoportale.isprambiente.it>
<http://geoportale.isprambiente.it>

Banche dati regionali (ove disponibili)

Regione Abruzzo

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<http://geoportale.regione.abruzzo.it/cartanet>
<http://geoportale.regione.abruzzo.it/cartanet>
<https://www.artaabruzzo.it>

Regione Basilicata

Carta di Uso del Suolo
Carta Pedologica
Dati sul Suolo

<http://rsdi.regione.basilicata.it>
<http://dati.regione.basilicata.it/catalog/dataset/carta-pedologica>
<http://www.arpab.it>

Regione Calabria

Carta di Uso del Suolo (derivata da Corine Land Cover)
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<http://geoportale.regione.calabria.it>
<http://93.51.147.138:900/default.html>
<http://www.arpacal.it>

Regione Campania

Carta dell'Uso del Suolo
Carta Pedologica
Dati sul Suolo

<https://sit2.regione.campania.it/content/download>
<http://www.agricoltura.regione.campania.it/pedologia/suoli.html>
<https://sit2.regione.campania.it/content/download>
<https://www.arpacampania.it>

Regione Emilia-Romagna

Carta dell'Uso del Suolo
Carta Pedologica
Dati sul Suolo

<http://dati.emilia-romagna.it/dataset?q=uso+del+suolo>
<https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/>
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/cartografie>
<https://www.arpae.it>

Regione Friuli-Venezia Giulia

Carta dell'Uso del Suolo (derivata da Corine Land Cover)
Carta Pedologica
Dati sul Suolo

<http://irdat.regione.fvg.it>
<http://www.ersa.fvg.it/cms/aziende/servizi/suolo/Carta-suoli.html>
<http://www.ersa.fvg.it/cms/aziende/servizi/suolo/Carta-suoli.html>
<http://www.arpa.fvg.it/cms>

Regione Lazio

Carta dell'Uso del Suolo (derivata da Corine Land Cover)
Carta Pedologica
Dati sul Suolo

http://www.urbanisticaecasa.regione.lazio.it/cartografia_on_line
<http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/carta-dei-suoli-del-lazio-1-250-000-ed-2019>
<http://www.arpalazio.gov.it>

Regione Liguria

Carta dell'Uso del Suolo
Carta Pedologica
Dati sul Suolo

<https://www.regione.liguria.it/open-data/opendata-cartografia.html?filter=uso%20del%20suolo&listall=0&cc=p>
<https://geoportal.regione.liguria.it/catalogo/mappe.html>
<http://www.cartografiar.l.regione.liguria.it/SiraWebGis>
<https://www.arpal.liguria.it/homepage/suolo.html>

Regione Lombardia

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<http://www.geoportale.regione.lombardia.it>
<https://losan.ersaf.lombardia.it>
<http://www.geoportale.regione.lombardia.it>
<https://www.ersaf.lombardia.it>

Regione Marche

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Cartografia-e-informazioni-territoriali/Repertorio#326_Cartografie-tematiche
<http://suoli.regione.marche.it/ServiziInformativi/Cartografia.aspx>
<https://www.arpa.marche.it>

Regione Molise

Carta di Uso del Suolo

<http://www.arpamolise.it>
<https://www.arsarp.it/201-old-pedologia>

Regione Piemonte

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<http://www.dati.piemonte.it>
<http://www.dati.piemonte.it>
<http://www.dati.piemonte.it>

Regione Puglia

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

http://www.cartografico.puglia.it/portal/sit_portal
http://www.cartografico.puglia.it/portal/sit_portal
http://www.arpa.puglia.it/web/guest/arpa_home

Regione Sardegna

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<http://www.sardegnaportalesuolo.it/opendata>
<http://www.sardegnaportalesuolo.it/opendata>
<http://www.sardegnaportalesuolo.it>

Regione Sicilia

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<http://www.sitr.regione.sicilia.it>
<http://www.sitr.regione.sicilia.it>
<https://www.arpa.sicilia.it>

Regione Toscana

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<http://dati.toscana.it>
<http://www.502.regione.toscana.it/geoscopio/pedologia.html>
<http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli>
<http://www.arp.toscana.it>

Regione Umbria

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<https://siat.regione.umbria.it/webgisru>
<https://apps.arpa.umbria.it/webgis/Suolo/index.asp>
<http://www.arpa.umbria.it/pagine/suolo>

Regione Veneto

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<https://idt2.regione.veneto.it/idt/search/searchPage>
<http://geomap.arpa.veneto.it/maps/123/view>
<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/conoscenza-dei-suoli>

Provincia Autonoma Bolzano

Carta di Uso del Suolo (derivata da Corine Land Cover)
Carta pedologica
Dati sul Suolo

http://gis2.provinz.bz.it/geobrowser/?project=geobrowser_pro&view=geobrowser_pro_atlas-b&locale=it
<http://geocatalogo.retecivica.bz.it/geocatalog/#/>
<http://www.laimburg.it/it/default.asp>
http://www.laimburg.it/download/bodenkarte/bodenkarte_ita.pdf
<http://www.laimburg.it>

Provincia Autonoma Trento

Carta di Uso del Suolo
Carta pedologica
Dati sul Suolo

<https://dati.trentino.it/dataset/carta-uso-del-suolo-open-data>
http://www.urbanistica.provincia.tn.it/sez_siat/BancheDati/-RepertorioCartografico/pagina2.html
<http://meteogis.fmach.it/cartaSuoli>
<https://www.fmac.it>

Sostanza organica dei Suoli ⁵

Banche dati internazionali

European Soil Data Centre (ESDAC)
Global Soil Organic Carbon Map

<https://esdac.jrc.ec.europa.eu>
<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/global-soil-organic-carbon-map-gsocmap/en>

Soil Map of the World

<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/global-soil-organic-carbon-map-gsocmap/en>

Soil and Terrain database (SOTER)

<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/global-soil-organic-carbon-map-gsocmap/en>

Banche dati nazionali

Carta del Carbonio organico contenuto negli orizzonti superficiali (30 cm) dei suoli

<https://annuario.isprambiente.it>

Banche dati regionali (ove disponibili)

Regione Abruzzo

Contenuto Carbonio organico TOP SOIL
Contenuto Carbonio organico SUB SOIL

<http://geoportale.regione.abruzzo.it>
<http://geoportale.regione.abruzzo.it>

Regione Emilia-Romagna

Carbonio organico stoccato 0-100cm (Pianura)
Carbonio organico stoccato 0-30cm (Pianura)
Carbonio organico stoccato 0-100cm (Montagna)
Carbonio organico stoccato 0-30cm (Montagna)
Contenuto percentuale di Carbonio organico stoccato 0-30cm (Montagna)
Contenuto percentuale di Carbonio organico stoccato 0-30cm (Pianura)
Dotazione Sostanza organica

<http://dati.emilia-romagna.it>
<http://dati.emilia-romagna.it>
<http://dati.emilia-romagna.it>
<http://dati.emilia-romagna.it>
<http://dati.emilia-romagna.it>
<http://dati.emilia-romagna.it>
<http://dati.emilia-romagna.it>

Regione Lombardia

Progetti e Cartografie sullo Stock di Carbonio nei suoli

<https://www.ersaf.lombardia.it/it/agritech/cambiamento-climatico/stock-di-carbonio-nei-suoli>

Regione Piemonte

Carta pedologica – Carbonio organico nei suoli

<http://www.dati.piemonte.it>

Regione Sardegna

Carta della distribuzione del Carbonio organico Progetto CUT

<http://www.sardegnaportalesuolo.it/opendata>

Regione Toscana

Carta del contenuto di Sostanza organica

<http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli>

Regione Veneto

Contenuto in Carbonio organico
Stock di Carbonio organico nello strato superficiale del suolo

<https://idt2.regione.veneto.it/idt/search/searchPage>
<https://idt2.regione.veneto.it/idt/search/searchPage>

⁵ Qualora non fossero disponibili informazioni relative alla Sostanza organica sono stati riportati i dati relativi al Carbonio organico considerando che costituisce circa il 58% della Sostanza organica presente nei Suoli.

soil4life

L'essenziale è invisibile agli occhi

FACEBOOK
INSTAGRAM
TWITTER
YOUTUBE
@LEGAMBIENTELAB

WWW.SOIL4LIFE.EU
INFO@SOIL4LIFE.EU

#SOIL4LIFE



prezzo di copertina di Euro 0,00

ISBN: 978-88-7603-216-5 (eBook)