Presidenza del Consiglio dei Ministri
Comitato Nazionale per la Biosicurezza,
le Biotecnologie e le Scienze della Vita

INIZIATIVA A SOSTEGNO DELL'APPORTO DEL CARBONIO ORGANICO AL SUOLO

CONDIZIONI AMBIENTALI DEL SUOLO

Il suolo è una risorsa non rinnovabile – occorrono più di 2000 anni per formare 10 cm di terreno – che ha un ruolo centrale nella nostra vita[1]. La salute del suolo ha un ruolo chiave per la vita non solo dei vegetali, ma di tutti gli organismi e microrganismi sulla terra. La USDA definisce la salute del suolo come "la continua capacità di un suolo di funzionare come un ecosistema vitale che sostiene piante, animali e uomini[2]".

Il degrado della superficie terrestre a causa di attività umane ha un impatto negativo sul benessere di almeno 3,2 miliardi di persone[3]. A livello globale i costi annuali stimati del degrado del suolo variano tra 18 miliardi di dollari e 20 trilioni di dollari. La perdita di servizi ecosistemici a causa del degrado del suolo costa tra i 6,3 e i 10,6 trilioni di dollari all'anno, pari al 10-17% del PIL mondiale[4].

Secondo la FAO[5], il 33% dei suoli è oggi degradato e affetto da salinizzazione, compattazione, inquinamento chimico, acidificazione, accumulo di sostanze non biodegradabili ed esaurimento dei nutrienti. Negli ultimi due secoli, il carbonio organico del suolo ha registrato una perdita stimata dell'8% a livello globale[6].

Il 20% della superficie dell'Unione è soggetta a erosione con una velocità di 10 ton/ha*y, la copertura del terreno con materiali impermeabili conduce ogni anno a una perdita di terra produttiva di 1.000 km^2 [7]. Secondo la Corte dei conti europea, l'area con un'elevata o altissima sensibilità alla desertificazione in Europa è aumentata di 177.000 km2 in meno di 10 anni. Quest'area è approssimativamente equivalente alle dimensioni della Grecia e della Slovacchia messe insieme[8]. La degradazione dei suoli è un problema ambientale in tutta Europa, in particolare nella regione mediterranea con molte aree impattate dalla desertificazione, con in testa la Spagna e a seguire

---

[1] Scholes R. J., Noble I. R., Storing Carbon on Land, Science, 2001.
[2] Organic Farming Research Foundation, Santa Cruz,USA, Soil health and organic farming - organic practices for climate mitigation, adaptation and carbon sequestration, 2018.
[3] IPBES (2018): Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. R. Scholes et al, (eds.).
[4] UNCCD, Land in numbers 2019, Risks and opportunities, 2019.
[5] FAO, ITPS, Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy, 2015.
[6] UNCCD, Land in numbers 2019, Risks and opportunities, 2019.
[7] Commissione Europea, Relazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni sull'Attuazione della strategia tematica per la protezione del suolo e attività in corso, COM/2012/046 final.
[8] European Court of Auditors, Desertification in the EU, 2018.

Grecia, Bulgaria, Italia, Romania e Portogallo[9]. Per quanto riguarda l'Italia, il 21,3% del territorio nazionale è stato considerato potenzialmente a rischio desertificazione e il 41% di queste aree è rappresentato dalle regioni del centro e del sud. Il 4,3% del territorio italiano è già sterile, mentre il 4,7% ha già subito fenomeni di desertificazione[10].

Dal periodo preindustriale, la temperatura dell'aria sulla superficie del suolo è aumentata di quasi il doppio rispetto alla temperatura media globale. I cambiamenti climatici, compresi aumenti di frequenza e intensità degli eventi estremi, hanno avuto un impatto negativo sulla sicurezza alimentare e sugli ecosistemi terrestri, e hanno contribuito alla desertificazione e al degrado del territorio in molte regioni. I cambiamenti nelle condizioni del suolo, dovuti al suo utilizzo o ai cambiamenti climatici, influenzano il clima globale e regionale. A livello regionale, il cambiamento delle condizioni del terreno può ridurre o accentuare il riscaldamento e influenzare l'intensità, la frequenza e la durata di eventi estremi. L'entità e la direzione di questi cambiamenti variano in base alla località e alla stagione. Il cambiamento climatico genera ulteriori stress sul suolo, esacerbando i rischi esistenti per la biodiversità, per la salute umana ed ecosistemica, per le infrastrutture e i sistemi alimentari[11].

Questi sono i numeri da un punto di vista strettamente legato alla salute del suolo stesso. Ma il suolo ha anche un ruolo centrale nella gestione dell'equilibrio tra il carbonio terrestre e quello atmosferico. Si stima che il flusso annuale di CO_2 tra il suolo e l'atmosfera sia sette volte quello derivante dalla combustione di combustibili fossili. Si stima che la perdita di materia organica nei suoli SOM rappresenti il 20% delle emissioni di CO_2 nell'atmosfera[12].

I trend demografici, sociali ed ambientali previsti contribuiranno in maniera fortissima a inasprire tali problematiche. Nei prossimi trent'anni si stima che almeno 4 miliardi di persone vivranno in zone aride[13] e la combinazione del degrado del suolo e del cambiamento climatico potrebbe condurre entro il 2050 a una riduzione della produzione agricola fino al 50% in alcune regioni, con effetti ulteriormente amplificati dalla crescita demografica[14]. Per nutrire la popolazione globale entro il 2050 si stima che oltre 1 miliardo di ettari di terra "selvaggia" dovranno essere convertiti in suolo agricoli.[15] Contestualmente nel sud Europa e soprattutto il Mediterraneo una riduzione nella redditività relativa dell'agricoltura potrebbe derivare nell'abbandono dei terreni[16]. Si stima che la degradazione della terra e il cambiamento climatico possano costringere da 50 a 700 milioni di persone a migrare entro il 2050[17].

[9] CREA, Siccità, degrado del territorio e desertificazione in Italia e nel mondo, Sintesi stampata della conferenza "Siccità, degrado del suolo e desertificazione in tutto il mondo" tenutasi all'Expo di Milano il 26 agosto 2015.
[10] CREA, Siccità, degrado del territorio e desertificazione in Italia e nel mondo, Rassegna stampa del Convegno "Siccità, degrado del territorio e desertificazione nel Mondo" tenutosi presso l'Expo di Milano 26 agosto 2015.
[11] IPCC, Climate change and land, 2019.
[12] Joint Research Center, World Atlas of desertification, 2019.
[13] IPBES, Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services, 2019.
[14] Commissione Europea, Direzione generale per la ricerca e l'innovazione, 2018.
[15] JRC, World Atlas of desertification, 2019.
[16] EEA, Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe, 2019.
[17] UNCCD, Land in numbers 2019, Risks and opportunities, 2019.

POSSIBILI SOLUZIONI

In questo drammatico scenario emergono delle soluzioni in grado di combinare tutela dell'ambiente con sviluppo economico e sociale.

La bioeconomia - ovvero quella parte dell'economia circolare che usa risorse biologiche rinnovabili dalla terra e dal mare - può essere uno strumento strategico per puntare alla rigenerazione dei territori partendo dal mantenimento e il rafforzamento della fertilità dei suoli, dal ripristino della materia organica, dall'aggiunta di carbonio organico e nutrienti nei suoli, dalla costruzione di un nuovo rapporto tra città e agricoltura, tra modelli di produzione, di consumo e abitudini alimentari più sostenibili.

Inoltre, i prodotti della bioeconomia sono in grado di fornire soluzioni a problemi di inquinamento, sostituendo sostanze impattanti sull'ambiente con prodotti in grado di non accumularsi nel suolo e nell'acqua.

Tuttavia, occorre rilevare che le attività della bioeconomia non devono essere considerate unicamente in relazione alle prospettive della produzione, e cioè a cosa può essere generato dalle biomasse per sostituire ovvero integrare i prodotti ed i combustibili non rinnovabili e fossili. Lo sfruttamento della biomassa, infatti, non è necessariamente circolare e sostenibile. Ne deriva pertanto che, a causa dell'eccessivo sfruttamento, le risorse naturali possono essere soggette a un calo di resa ed alla perdita di diversità ecologica.

La bioeconomia circolare e sostenibile si pone infatti come obiettivo, parallelamente alla valorizzazione della biomassa, quello di contribuire ad un uso più sostenibile delle risorse, a mitigare i cambiamenti climatici e ad adattarsi ad essi, e, infine, a promuovere modelli di produzione e consumo sostenibili.

Nel 2017, nel contesto della revisione della Strategia della bioeconomia europea è stata rappresentata la necessità di incrementare gli investimenti dedicati, di affrontare gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite e di definire indicatori chiari al fine di garantire che la bioeconomia operi entro i limiti delle risorse naturali.

Lo sviluppo definito entro i limiti delle risorse implica che la bioeconomia deve essere efficiente ed incentrata sulla circolarità, sulla realizzazione di prodotti e servizi prioritari per la società (biomateriali, sostanze chimiche, energia, reintegro dei nutrienti e sostanza organica nei suoli) e, infine, sulla creazione di nuove catene del valore resilienti e locali in grado di promuovere l'utilizzo a cascata delle risorse biologiche e di migliorare l'efficienza dei materiali.

Prodotti in grado di biodegradare in ambienti diversi dovrebbero essere utilizzati in applicazioni in cui esiste il rischio di un accumulo di residui non biodegradabili nei flussi di carbonio solido e liquido e nei suoli, con effetti anche sulla qualità dell'acqua. Tra questi possiamo individuare bioerbicidi, biolubrificanti, prodotti cosmetici e detergenti privi di inquinanti, prodotti ausiliari per l'agricoltura che siano in grado di evitare residui persistenti.

Inoltre l'uso di materiali compostabili rende possibile il riciclo della frazione organica senza rischi di inquinamento da parte di plastiche non biodegradabili e compostabili,

massimizzandone il recupero. In tale modo, i rifiuti organici non vengono portati in discarica facilitando la raccolta differenziata, con conseguente produzione di compost di alta qualità, che può essere utilizzato come ammendante.

Analogamente, prodotti in grado di ricostituire la matrice strutturale del suolo, migliorandone la capacità di ritenzione idrica, bilanciandone il pH/riducendone l'acidità, consentendo l'assorbimento ed il lento rilascio dei nutrienti, possono fornire un essenziale contributo, consentendo allo stesso tempo il sequestro permanente della CO_2 nei suoli sotto forma di prodotti carboniosi.

Una soluzione ai problemi di degrado del suolo può essere infatti trovata nell'uso del compost e di altri materiali organici di qualità in agricoltura, una soluzione importante a due tipi di problemi: in primo luogo, impedendo così al rifiuto organico e ai sottoprodotti provenienti dalle aziende agricole di finire in discarica (pratica vietata dalla nuova direttiva Biowaste a partire dal 2023) e, in secondo luogo, aggiungendo un inestimabile elemento di miglioramento del suolo. Questa pratica comporta un graduale miglioramento della salute stessa delle coltivazioni e minimizza gli input di fitofarmaci e di fertilizzanti. Nonostante questa opportunità, elevati volumi di materia organica, sia in flussi solidi sia liquidi, vengono tuttora inviati in discarica o inceneriti, invece di essere restituiti ai terreni agricoli, ed enormi quantità di microplastiche, lubrificanti, erbicidi e altri inquinanti compromettono la qualità del suolo e dell'acqua, mettendo a repentaglio gli ecosistemi. Una ulteriore opzione è rappresentata dalla produzione ed impiego del biochar (da matrici lignocellulosiche residuali) nei suoli, e l'integrazione di questa tecnologia in impianti agricolo-aziendali e di trattamento dei rifiuti organici esistenti, come ad esempio quelli di digestione anaerobica o di compostaggio, migliorandone le prestazioni sia energetiche che di risparmio/rimozione di gas serra, e sia energia rinnovabile che carbonio stabile (recalcitrante).

L'adozione di sistemi di micro-gassificazione nelle aziende agricole, oltre a consentire la produzione di questo ammendante dall'alto potere sequestrante e nutriente il terreno utilizzando matrici legnose di provenienza agroforestale, consentirebbe l'integrazione funzionale tra questa tecnologia di produzione con tecnologie termiche di separazione ed essiccazione dei letami (es. evaporazione sottovuoto), in grado di ottenere il recupero della frazione idrica e l'essiccazione della frazione organica del letame in forma granulare. In questo modo, oltre all'azione sequestrante del suolo ottenuto dal biochar, si otterrebbero letami essiccati in grado di essere utilizzati sui terreni agricoli con elevata efficacia mediante tecniche di precision farming, o utilizzati dall'industria dei fertilizzanti per ottenere ammendanti e concimi organici in forma di pellet per il mercato. Il modello di gestione delle deiezioni con tecnologie di essiccamento abbinate alla produzione di biochar, consentirebbe quindi di ridurre il consumo di combustibili fossili collegati alle pratiche di spandimento al suolo di letami e liquami, migliorare gli aspetti igienici e l'efficacia di utilizzo e ridurre l'utilizzo di concimi chimici.

Un modello di sviluppo basato sui microreti energetiche, applicabile soprattutto in contesti agricoli in cui i volumi e le tipologie di biomasse non sono sufficienti per la realizzazione di impianti a biogas.

In sintesi, la combinazione di una rete efficiente di impianti di trattamento integrati e la biodegradabilità dei prodotti destinati a queste applicazioni garantiranno che sostanze persistenti non si accumulino in acqua purificata, nei fanghi e nel compost di qualità.

In conclusione, la degradazione dei suoli e gli impatti connessi, generalmente, sono individuati e classificati separatamente, ma, nella realtà, una serie di mutazioni della condizione del suolo insorgono nello stesso istante o si rafforzano reciprocamente. L'erosione può verificarsi con maggiore intensità e probabilità in presenza di una diminuzione della sostanza organica; la perdita della sostanza organica è strettamente collegata alla diminuzione della biodiversità; a seguito di quest'ultima i suoli diventano meno stabili e più soggetti all'erosione; la struttura del suolo è scarsa o indebolita a causa della compattazione che a sua volta incrementa la gravità dell'erosione del suolo. Per migliorare lo stato di salute del suolo occorre tenere in debita considerazione le interconnessioni esistenti tra i vari fattori che ne provocano la degradazione.
Occorre, inoltre, avere un approccio strategico verso la distribuzione della materia organica sulla base delle necessità territoriali, in quanto in Italia il contenuto di tale materia nei suoli, così come i fenomeni sopra menzionati, presenta una distribuzione molto regionalizzata (ad es. deiezioni al nord e desertificazione al sud).

IL CARBONIO ORGANICO DEL SUOLO

Il carbonio organico del suolo (SOC) è una delle componenti della sostanza organica del suolo (SOM), ne rappresenta circa il 58 % e ne costituisce lo scheletro. Lo stoccaggio di carbonio organico nel suolo (SOC), attraverso l'incremento della materia organica nei suoli (SOM), potrebbe contribuire a raggiungere l'obiettivo comune di ridurre le emissioni di gas serra provenienti dal comparto agricolo e contribuire, al tempo stesso, ad incrementare la sicurezza alimentare (Obiettivo di sviluppo sostenibile dell'ONU SDG 2 – Fame zero).

È stato stimato inoltre che il sequestro del carbonio nel suolo ha un potenziale ottenibile di emissioni negative di 0,7 GtCeq/ anno.[18] Sebbene questo potenziale effettivo non sia sufficiente a compensare tutte le emissioni antropogeniche, esso risulta tuttavia sostanziale per compensare l'equivalente delle emissioni di combustibili fossili dell'Unione europea.

La protezione delle riserve esistenti di carbonio organico nel suolo richiede la conservazione dei depositi esistenti (prati permanenti, torbiere e foreste) e l'attuazione di pratiche di gestione in grado di promuovere la conservazione del carbonio nel suolo. Inoltre, il recupero di sostanza organica nei suoli diventa imperativo, a partire dalle zone collinari e montane del nostro Paese in quanto il recupero della fertilità determinerebbe la mitigazione dei fenomeni alluvionali.

Nell'ambito dell'uso sostenibile del suolo, nel dicembre 2012, presso la FAO, è stata istituita la Global Soil Partnership (l'Alleanza Mondiale delle Nazioni Unite sul Suolo) per rafforzare i rapporti di collaborazione tra le parti interessate nell'utilizzo e gestione del suolo al fine di incentivare le azioni di tutela e ripristino; promuovere la ricerca; incrementare gli investimenti per la gestione sostenibile del suolo; favorire l'adozione di politiche inerenti al suolo; incrementare la quantità e la qualità dei dati disponibili in materia; minimizzare il rischio di degradare ulteriormente i suoli ed, infine, per sviluppare la protezione e la conservazione del suolo stesso, nel quadro degli obiettivi di sviluppo sostenibile creando filiere di produzione sostenibili.

[18] Smith P, Martino D, Cai Z, Gwary D, Janzen H, Kumar P, McCarl B, Ogle S, O'Mara F, Rice C, Scholes B, Sirotenko O, Howden M, McAllister T, Pan G, Romanenkov V, Schneider U, Towprayoon S, Wattenbach M, Smith J (2008) Greenhouse gas mitigation in agriculture, 2016.

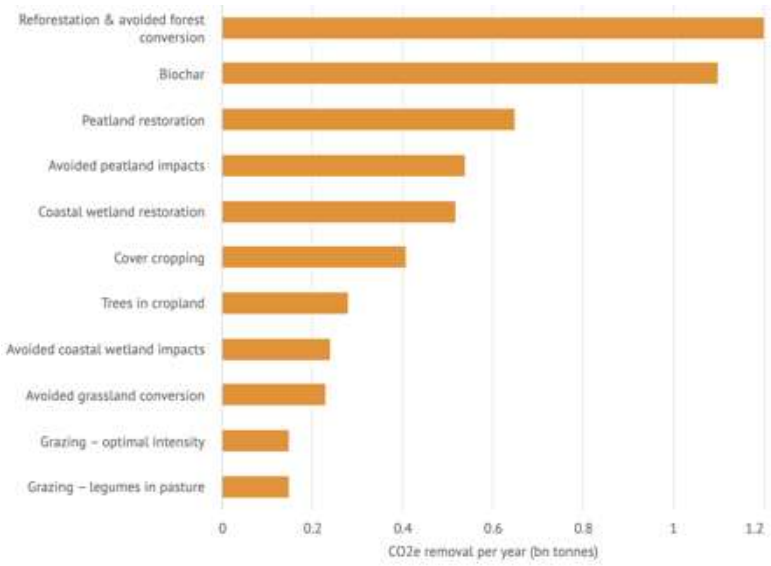
In tale contesto nel 2016 hanno visto la luce le "*Linee guida volontarie per promuovere la gestione sostenibile del suolo*" (VGSSM) che integrano la Carta Mondiale del Suolo elaborando principi e buone pratiche per la loro attuazione sia in campo politico che nel processo decisionale. Tali Linee guida indicano strumenti di applicazione pratica per tutti i soggetti coinvolti nei settori dell'agricoltura, della pastorizia, della silvicoltura e della gestione delle risorse naturali.
Esse dovranno essere promosse dai vari governi e confrontate con le politiche nazionali già in vigore al fine di colmare le lacune presenti in materia nella legislazione dei Paesi Membri. Dette Linee guida, scaturenti da un processo inclusivo e partecipativo, identificano undici tematiche fondamentali che gli Stati dovranno impegnarsi a perseguire per garantire la conservazione del suolo, contenere l'erosione ed il degrado della struttura, garantire un'adeguata copertura vegetale, promuovere lo stoccaggio del carbonio, salvaguardare la fertilità dei suoli, assicurare livelli minimi di salinizzazione e sodicizzazione, tutelare il corretto drenaggio delle acque, assicurare livelli di contaminanti sotto la soglia di tossicità, garantire il mantenimento della biodiversità del suolo e di tutte le sue funzioni nonché un giusto e sicuro apporto di nutrienti nella produzione del cibo e dei foraggi, ridurre il consumo di suolo attraverso una responsabile pianificazione territoriale. L'Italia è uno dei pochi Paesi Membri che ha tradotto nella propria lingua le suddette Linee guida che rappresentano un volano per originare una per originare una cultura condivisa tra i diversi soggetti coinvolti: istituzioni, ricercatori, imprenditori, organizzazioni professionali, università, accademie e cittadini.

Nell'ambito delle attività di coordinamento tecnico svolte da Ismea nel quadro del Registro nazionale dei serbatoi di carbonio agroforestali, istituito con Decreto interministeriale Mipaaf-Mattm del 1 aprile 2008, sono state individuate alcune macrocategorie di pratiche di gestione delle terre agricole e dei pascoli, coerenti con le misure applicate nella PAC, I e II pilastro 2007/2013 e 2014/2020, ritenute "virtuose" in termini di assorbimento/riduzione delle emissioni. In tale contesto è stato valorizzato il contributo delle modalità di gestione previste dalla Politica agricola comune e, in particolare dai Programmi di sviluppo rurale, per le principali pratiche ecocompatibili adottate, in linea con quanto previsto dalla metodologia internazionale IPCC. Nei conteggi si è tenuto conto degli effetti netti su emissioni/assorbimenti di CO2 associati alle tecniche di coltivazione biologica, alle pratiche conservative, all'agricoltura sostenibile (integrata), al set-aside (messa a riposo dei terreni), all'agricoltura convenzionale e alle diverse modalità (ecocompatibili e tradizionali) di gestione dei pascoli.

Per le terre agricole coltivate, valorizzando la sostenibilità delle tecniche agronomiche è stato stimato, a partire dal 1990 anno base del Protocollo di Kyoto rispetto al periodo 2013-2018, un assorbimento netto di -28.940,98 kt, così come per i pascoli gestiti per i quali è cresciuto notevolmente il contributo in termini di assorbimento (-5.360,78 kt).

Tra le varie opzioni, quella del biochar consente potenzialmente di sequestrare sino a 5.5 miliardi di tonnellate/anno[19][20], secondo potenziale dopo la riforestazione, non solo quindi sequestrando ma valorizzando questo carbonio nel suolo.

[19] Bossio *et al*, The role of soil carbon in natural climate solution. Nature Sustainability, 2020.
[20] Carbon Brief, 2020.



In questo modo sarà inoltre possibile incrementare la fertilità e produttività degli ecosistemi terrestri, in particolar modo quelli più colpiti dal cambiamento climatico (Paesi del Sud Europa e del Mediterraneo), supportando importanti servizi ecosistemici derivati dal suolo come la sua qualità, la filtrazione dell'acqua, il controllo dell'erosione, il ciclo dei nutrienti, l'habitat e l'energia per gli organismi del suolo.[21]

CARBONIO ORGANICO NEI SUOLI FORESTALI

I suoli forestali sono formati da processi chimico-fisici e biotici complessi e per questo sono estremamente sensibili e vulnerabili ai diversi impatti antropici, non ultimo il riscaldamento attribuito ai cambiamenti climatici in atto. I suoli forestali, le cui caratteristiche dipendono sia dal substrato minerale sia dal bosco che vi vegeta, costituiscono una preziosa riserva idrica e nutritiva oltre ad essere habitat importanti per flora e fauna.

Grazie ai processi di unificazione, stoccando il C organico sia negli orizzonti organici sia in quelli minerali, i suoli forestali contribuiscono in modo rilevante alla riduzione di CO_2 atmosferica e svolgono un ruolo considerevole nel bilancio dei gas serra.

In Italia la maggior parte dei suoli forestali ha subìto nel tempo modificazioni per azioni antropiche ma il suolo forestale è fortemente influenzato anche da un gran numero di eventi e processi naturali, alcuni dei quali hanno importanti ripercussioni sullo stock del C nel suolo, quali ad esempio intense precipitazioni che, insieme alla pendenza, possono innescare fenomeni di erosione.

La grande variabilità degli stock di C organico nei suoli forestali è dunque un tema da considerare con molta attenzione, e per alcuni aspetti ancora da studiare, prestando la massima attenzione ai fattori di disturbo di origine antropica, quali gli effetti degli incendi boschivi sulla quantità di C

[21] European Commission, Final Report of the High-Level Panel of the European Decarbonisation Pathways Initiative, 2018.

stoccato nei suoli percorsi dal fuoco, in particolare nelle zone dove gli incendi si ripresentano periodicamente.

Altrettanto importanti sono i dati da raccogliere sugli effetti delle utilizzazioni boschive, e sulle diverse pratiche selvicolturali.

Sono quindi necessari approfondimenti e raccolte di dati con metodologie scientifiche che producano risultati comparabili, poiché le evidenze fino ad ora emerse confermano che la quantità di C nei suoli forestali equivale, e a volte supera, quella contenuta nei soprassuoli.

Il 2° Rapporto sullo stato delle foreste italiane, redatto a cura della Direzione generale foreste grazie al mandato contenuto nel Decreto legislativo 34 del 2018 e previsto per gli inizi del 2021, conterrà una sezione sul tema "suoli forestali", che potrà essere utile per consolidare e divulgare una prima serie di conoscenze, e per stimolare progetti di ricerca sistematici e diffusi sull'intero territorio nazionale.

ANALISI LCA DELL'APPLICAZIONE DEL COMPOST

Dal punto di vista dell'LCA[22], la raccolta, il compostaggio e l'applicazione nell'ambiente del compost risultante dal trattamento di rifiuti organici portano a benefici ambientali quando effettivamente il compost ottenuto viene applicato ai suoli.

In termini di valutazione del ciclo di vita, la separazione dei rifiuti organici dalla frazione indifferenziata a favore del recupero biologico (ovvero il compostaggio o la digestione anaerobica seguita dal compostaggio) è caratterizzata da preziosi benefici e risparmi di emissioni di gas serra. In particolare per ogni kg di rifiuto organico in quanto tale (73% di acqua[23]) "sottratto" dalla discarica (che possiamo ipotizzare come scenario peggiore) e recuperato biologicamente è possibile trattenere 1,4 kg di CO_2eq. Questo dato è stato ottenuto considerando la raccolta dei rifiuti organici e l'uso della produzione di compost contro il 100% delle discariche. Di seguito si riportano i fattori considerati nel calcolo e le relative fonti:

- 1 kg di rifiuto organico smaltito in discarica = **1.2** kg di CO_2 eq[24].
- 1 kg di rifiuto organico processato tramite compostaggio= **-0.18** kg di CO_2 eq[25]. Il valore negativo è legato ai benefici associati all'utilizzo del compost.

[22] Recycled Organics Unit and NSW Department of Environment and Conservation, 2007, "Life Cycle Inventory and Life Cycle Assessment for Windrow Composting Systems".
[23] M. Grosso, L. Rigamonti, A. Falbo. «Ottimizzazione della filiera di raccolta e trattamento della frazione organica da rifiuti urbani.» Politecnico di Milano e Novamont S.p.A..
[24] Calculation tool for waste disposal in Municipal Sanitary Waste Landfill of Ecoinvent v. 2.1. (2008) based on Gabor Doka, Doka Life Cycle Assessment. «Landfill – Underground deposits – Landfarming». Life Cycle Inventories of waste treatment services. Ecoinvent reports no. 13. Swiss center for Life Cycle Inventories, Dubendorf. December 2007.
[25] Waste Reduction Model - WARM - EPA 2015 https://www.epa.gov/warm/versions-waste-reduction-model-warm#15.

- Guadagno netto = 1.2 – (-0.18) = **-1.4 kg CO_2eq/kg** di rifiuto organico.

Concludendo, per l'Italia, i potenziali risparmi in termini di emissione di gas serra associati alla sottrazione dalle discariche di rifiuti organici, che attualmente non sono ancora raccolti nel flusso differenziato di rifiuti organici, sono stati stimati a circa 4,8 milioni di tonnellate metriche all'anno[26].

Al fine di ottimizzare il Ciclo di Vita dei rifiuti organici e gli impatti degli impianti di compostaggio, derivanti soprattutto da sistemi di insufflazione sempre più performanti ed dalla necessità di ottenere obiettivi sempre più spinti di contenimento delle emissioni odorigene a seguito di BAT di settore sempre più stringenti, si ritiene che l'abbinamento e l'integrazione di processi anaerobici di digestione anaerobica di rifiuti organici ed aerobici di compostaggio consenta un più efficace contenimento delle emissioni di CO_2 nella gestione di rifiuti di natura organica.

ANALISI GHG DELL'APPLICAZIONE DEL BIOCHAR

Il Biochar è stato specificatamente affrontato negli ultimi report IPCC, ed incluso nelle nuove Linee Guida emesse nel 2019 (la versione precedente era del 2006). Biochar prodotto nel modo corretto presenta una permanenza di Carbonio nel suolo dell'ordine delle centinaia di anni (come documentato da numerosi studi al Carbonio-14), e secondo IPCC mediamente sequestra **0.5-1.5 tCO2** per tonnellata di materia prima.

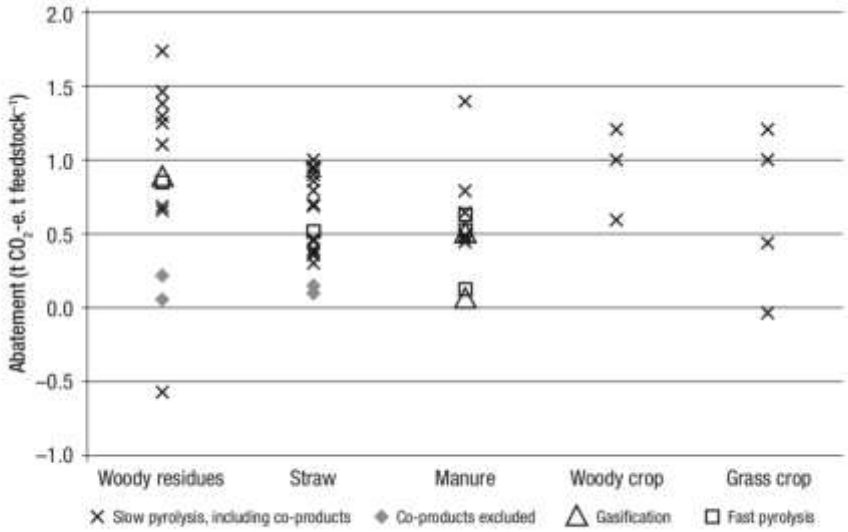
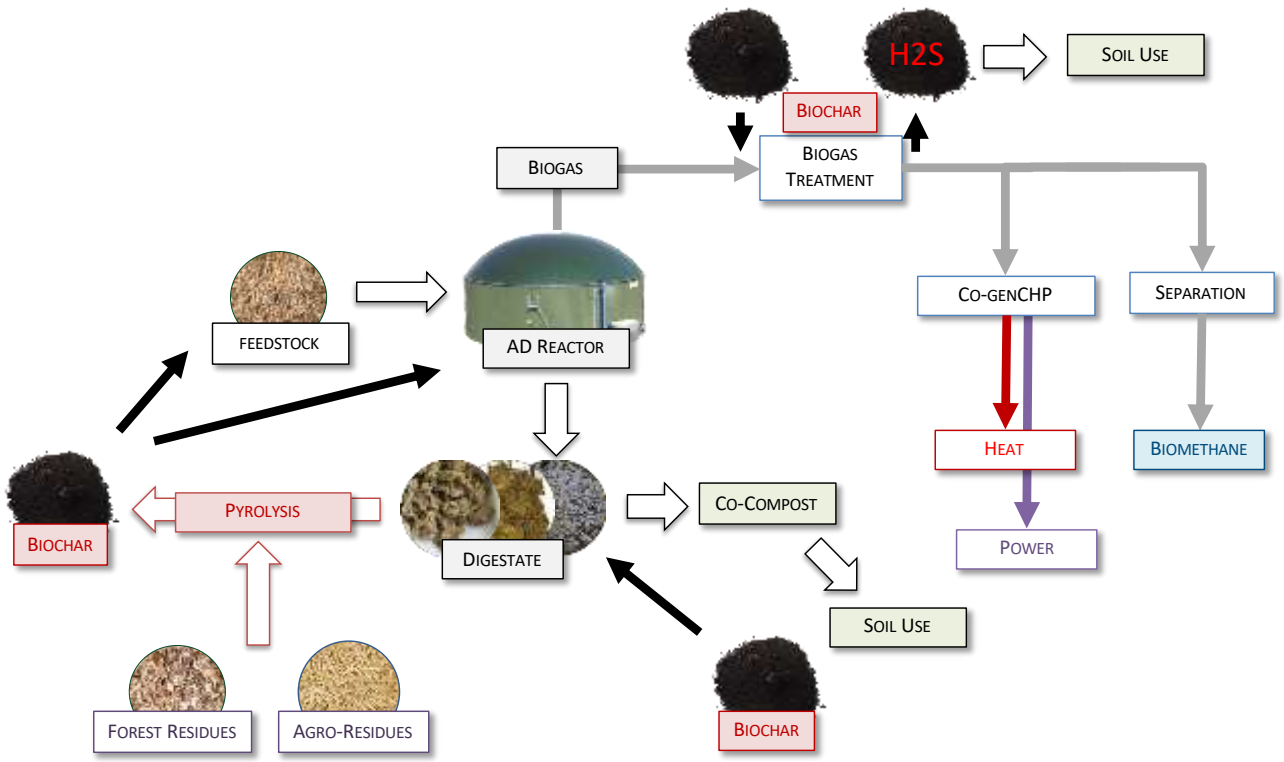


Figure 27.1 *GHG abatement per unit of feedstock dry matter, for a range of feedstocks, from LCA studies. 'Manure' also includes biosolids and poultry litter. The data sources are indicated in Table 27.1*

Il biochar può anche essere convenientemente utilizzato in co-compostaggio con la frazione organica o con questa semplicemente miscelato, accelerando il processo di compostaggio e trattenendo nutrienti ed umidità, oltre che sequestrando carbonio. A maggior ragione se la parte agronomica a monte è gestita attraverso modelli che mirano a riportare carbonio e nutrienti nel suolo, quali il

[26] For further details see here: https://www.novamont.it/public/Pubblicazioni/Un_approccio_circolare_alla_bioeconomia_catia_bastioli.pdf, pages 29-33.

modello Biogas Done Right del Consorzio Italiano Biogas, ed il prodotto-biochar si integra con il digestato.



L'uso del prodotto "biochar" è già regolato attraverso un apposito Decreto ministeriale MIPAAF del 22 giugno 2015, incluso il suo impiego nel settore biologico, mentre i percorsi autorizzativi per i molti possibili prodotti derivati ed impieghi sono in corso.

IMPATTI OCCUPAZIONALI DELLA FILIERA DELLA RACCOLTA-TRATTAMENTO DEL RIFIUTO ORGANICO

Uno studio[27] dello European Compost Network (ECN) sottolinea come ogni anno in Europa vengono generate circa 96 milioni di tonnellate di rifiuto organico. Di queste circa un terzo (32 milioni) viene correttamente raccolto e trattato, generando occupazione in area rurale (18mila posti di lavoro: uno ogni 1380 tonnellate) e urbana (5mila posti di lavoro: uno ogni 4500 tonnellate). Il rimanente rifiuto organico, che al momento non viene trattato negli appositi impianti di compostaggio e digestione anaerobica, è pari a 64 milioni di tonnellate, potrebbe generare ulteriori 52mila posti di lavoro in area rurale e 16mila in area urbana. Il potenziale totale di posti di lavoro generati dalla corretta gestione del rifiuto organico in Europa è quindi pari a 91mila posti di lavoro, di cui 70mila in area rurale e 21mila in area urbana.

A livello italiano il CIC (Consorzio Italiano Compostatori)[28], prendendo in considerazione la filiera della raccolta-trattamento-tecnologie per la valorizzazione del rifiuto organico, stima

[27] European Compost Network, Biowaste generates jobs, 2016.
[28] CIC, Rapporto Sintetico, 2019.

un'occupazione di circa 10.600 posti di lavoro e 1.9 Mld € di fatturato, valori che potrebbero crescere fino a 13.000 addetti e 2,4 Mld € se la raccolta differenziata del rifiuto organico fosse estesa a tutti i comuni italiani[29].

Un impianto di compostaggio si configura a tutti gli effetti come una fabbrica di fertilizzanti organici. Essendo il prodotto finale destinato prevalentemente alla fertilizzazione dei fondi agricoli, è indispensabile che le materie prime utilizzate siano di qualità. Dunque è di fondamentale importanza chiarire che l'ammendante compostato si può produrre solo da matrici selezionate, ovvero da materiali di scarto (nella generalità dei casi classificati come rifiuti organici) che mantengano una purezza merceologica elevata. Per esempio, nel caso delle raccolte differenziate in ambito urbano, la frazione organica deve contenere una minima quantità di impurità. Il Consorzio Italiano Compostatori monitora periodicamente la qualità delle raccolte differenziate e stima una purezza merceologica vicina al 95%. Questi ottimi risultati sono possibili solo comunicando capillarmente e accuratamente al cittadino le corrette modalità di conferimento del rifiuto organico ai servizi di raccolta differenziata e utilizzando manufatti biodegradabili e compostabili per il contenimento della frazione umida. A questo proposito, l'Italia è stato il primo paese al mondo ad aver introdotto l'obbligo dell'uso di sacchi compostabili certificati, in carta o bioplastica. Queste caratteristiche dei manufatti, unite ai sistemi di raccolta domiciliari, contribuiscono al mantenimento di livelli elevati di qualità in tutta la filiera: dal "rifiuto organico" al "prodotto compost".

L'integrazione funzionale tra processi di digestione anaerobica e aerobica (compostaggio) consentono il miglioramento delle caratteristiche merceologiche del compost in quanto i processi fisici di separazione delle impurezze vengono effettuati sia in fase primaria sui rifiuti tal quali, sia in fase secondaria nei processi di raffinazione del compost. Tecnologie combinate e specifiche per il prodotto in fase umida e secca che risultano molto efficaci per la qualità merceologica degli ammendanti compostati immessi sul suolo.

La strategia sulla bioeconomia dell'Unione europea, aggiornata nell'ottobre 2018, assegna un ruolo di primaria importanza alle città come hub della bioeconomia circolare, in grado di generare valore sia dal punto di vista economico sia dal punto di vista ambientale. Partendo da uno studio compiuto dalla Città di Amsterdam (Circular Amsterdam, 2016) secondo cui un miglior sistema di riciclo del rifiuto organico urbano potrebbe generare un maggiore valore aggiunto di 150 milioni di euro all'anno, una riduzione delle emissioni di CO2 annue di 150 milioni di tonnellate e 1200 nuovi posti di lavoro nel medio/lungo periodo, la Commissione europea stima che per le 50 maggiori città europee (11% della popolazione totale) l'effetto combinato di questo sistema potrebbe essere moltiplicato almeno per 50. Il progetto pilota sulle bioeconomie urbane consentirà a 10 città europee di trasformare i rifiuti organici da un problema sociale in una preziosa risorsa per la produzione di prodotti biologici. Inoltre, la riabilitazione dei brownfield e l'applicazione dei processi e delle tecnologie della bioeconomia circolare all'interno delle aree urbane dovrebbero essere – nelle intenzioni delle Ue – ulteriormente sviluppate per diversificare l'approvvigionamento sostenibile di biomassa e creare nuove opportunità commerciali.

[29] CIC, Rapporto Biowaste, 2017.

Per migliorare il sistema di raccolta e riciclo del rifiuto organico urbano i Paesi Bassi e altri paesi hanno introdotto misure incentivanti e disincentivanti come:

- Utilizzo di modelli di costo basati sul principio "paghi quanto getti" per il servizio di gestione dei rifiuti urbani per incoraggiare la riduzione del rifiuto e la separazione (volume-based pricing attivo in Sud Corea e nei Paesi Bassi).
- Modello UK di tasse sulla discarica preceduto dal Landfill Allowance Trading Scheme per ridurre la percentuali di rifiuti biodegradabili che finiscono in discarica https://www.ciwm.co.uk/ciwm/knowledge/landfill-allowance-trading-scheme.aspx.

I sussidi possono essere utilizzati nella politica ambientale per ridurre direttamente o indirettamente l'uso di qualcosa che abbia un comprovato effetto negativo sull'ambiente. Nella gestione dei rifiuti, i sussidi possono essere utilizzati per incoraggiare una migliore gestione dei rifiuti, la riduzione dei rifiuti e gli investimenti nel miglioramento della gestione dei rifiuti e possono assumere la forma di sovvenzioni dirette o esenzioni fiscali.

Ulteriori forme di sostegno potrebbero basarsi sull'utilizzo di ammendanti compostati di qualità nella produzione agricola, nel contesto dei sistemi di qualità nazionale e favorendo integrazioni virtuose fra i sistemi urbani di raccolta dei rifiuti organici e quelli agricoli deputati all'utilizzo e valorizzazione dei prodotti finiti, in coerenza con i nuovi obiettivi della PAC.

CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE: DEGRADO DEL SUOLO, CARBONIO ORGANICO NEL SUOLO, BIOCHAR E COMPOST

Si evidenzia che è necessario esaminare il fabbisogno culturale al fine di evitare il surplus di nutrienti, specialmente per l'azoto, e di soddisfare le esigenze nutrizionali delle colture.

Si rappresenta la necessità di analizzare quantitativamente per ciascuna matrice organica (ad es. fanghi di depurazione delle acque reflue, effluenti, compost, ecc) la capacità di arricchire e di migliorare la conservazione del suolo.

Si sottolinea, infatti, l'importanza di monitorare gli indicatori agronomici (rese colturali, qualità delle produzioni, costi per coltura, ecc) ed ambientali (contenuto in sostanza organica dei suoli, attività microbiologica, presenza di anellidi e microartropidi, ecc) per verificare il miglioramento delle funzioni agro-ecologiche dei suoli apportato dalle pratiche attuate e di promuovere progetti di ricerca, di trasferimento di conoscenze e supporto all'adozione di tecniche innovative specifiche tra ricercatori, tecnici ed agricoltori.

Inoltre, si rileva che, oltre alla promozione della bioeconomia, all'utilizzo del biochar e del compost, sarebbe opportuno includere le pratiche di gestione in grado di incrementare la fertilità e il sequestro del carbonio attraverso la cattura e lo stoccaggio nei suoli come, ad esempio, l'adozione di sistemi colturali innovativi ed efficienti basati sull'inserimento di coltivazioni in grado di favorire la più ampia copertura vegetativa nell'annata agraria, quali quelle di integrazione, intercalari, consociate (erba medica, trifoglio, ecc..), catch crop e cover crop nelle rotazioni; l'introduzione di una quota maggiore di colture da foraggio; il piantare o preservare le siepi, le macchie e le fasce tampone arbustive;

l'aumento della conversione delle superfici delle colture arative a prati; la promozione della non lavorazione del suolo (no tillage) tramite la semina su sodo; l'attuazione di schemi di rotazione lunghi; la coltivazione su livello; la gestione e il recupero dei terreni marginali con l'introduzione di nuove colture; la promozione della pacciamatura organica e migliorare l'attività sia della macrofauna che della microflora, specialmente quella fungina, per incrementare la porosità del suolo garantendo un'ottima aereazione, infiltrazione dell'acqua, trasferimento di calore e crescita delle radici.
Per quanto riguarda le superfici agricole sarà importante promuovere misure volte ad adottare tecniche di fertilizzazione e distribuzione del materiale organico (effluenti, digestato stabilizzato, compost, ecc.) più efficienti ed efficaci, come, tra le altre, l'iniezione diretta del digestato, la fertirrigazione di precisione, le tecniche a rateo variabile.

La maggior parte delle pratiche sopra menzionate sono già note, ma la loro attuazione implica il miglioramento delle politiche, dei metodi di analisi del suolo, delle disponibilità dei nuovi dati della ricerca e della condivisione di conoscenze tra agricoltori.
In Italia, attualmente, la politica agricola comune ha tra gli obiettivi il miglioramento dello stato dei suoli (Misura 10 per conservazione suolo 500 milioni nel 2014-2020) e la riduzione delle pressioni "inquinanti" sui suoli (ad es. Misura 11 biologico e Misura 10 "agricoltura integrata" insieme circa 2,5 miliardi).

DAL GREEN NEW DEAL A PROGETTI CONCRETI PER LA PROMOZIONE E TUTELA DEL SUOLO: IL QUADRO EUROPEO

A integrazione dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, che fornisce una serie di obiettivi e traguardi per "trasformare il mondo" in un luogo più sostenibile a livello comunitario, il Green New Deal europeo mira a definire una politica ambientale comune e forte per l'Europa, in grado di portarci verso la neutralità del carbonio entro il 2050, per ridurre del 50% le emissioni di gas a effetto serra nel 2030 (rispetto al 1990) e creare un'economia dell'UE più resiliente e rigenerativa.

Al fine di raggiungere gli ambiziosi obiettivi della Commissione Europea, dobbiamo agire efficacemente verso un futuro a basse emissioni di carbonio, sviluppare prodotti e sistemi economici più circolari e aumentare l'inclusione sociale. In questo contesto, la bioeconomia, e in particolare il settore bio-based, potrebbe svolgere un ruolo nel fornire soluzioni.

La Commissione Europea ha adottato cinque Mission per la soluzione delle grandi sfide dell'umanità, come opportunità per l'Europa di svolgere un ruolo importante per un vero cambio di paradigma. Le missioni nascono con l'obiettivo principale di dare una forte visibilità ai temi su cui sono incentrate e di avere un impatto sulla società e sullo sviluppo di politiche attraverso la scienza e la tecnologia, con obiettivi ambiziosi e misurabili, che non sarebbe possibile raggiungere attraverso azioni a breve raggio.

Una delle cinque Mission è relativa a Soil Health and Food, la cui area di azione svolge un ruolo di primo piano nel rispetto degli impegni politici globali come l'accordo di Parigi e gli obiettivi di sviluppo sostenibile ed è estremamente rilevante per le nuove priorità della Commissione. L'obiettivo principale della missione sarà sensibilizzare sull'importanza dei suoli, interagendo con i

cittadini, creando conoscenze e soluzioni concrete in linea con il Green Deal della Commissione europea e la sua ambizione di progredire su clima, biodiversità e alimenti sostenibili.

Nell'ambito del disegno del nuovo Piano strategico della PAC post-2020 sarà necessario delineare una vera e propria strategia tematica a tutela e valorizzazione del suolo quale matrice irrinunciabile e non rinnovabile (si pensi alla politica di contrasto al c.d. "consumo di suolo"), necessaria per lo sviluppo dell'agricoltura e delle foreste e, più in generale, dell'intero sistema rurale.

A tal fine, a seguito dell'analisi SWOT e dei fabbisogni[30], sarà definita una strategia di intervento mirata che potrà avvalersi, fra le altre cose, della nuova architettura verde prevista nella nuova PAC, valorizzando oltre alla condizionalità rafforzata, citata in precedenza, anche degli ecoschemi e delle misure agroclimaticoambientali idonee, quali ad esempio a mero titolo indicativo quelle di:

- Diffusione di tecniche coltivazione rispettose del suolo per attivare processi di immagazzinamento del carbonio nel terreno;
- Diffusione di tecniche di coltivazione, di allevamento e di gestione per incrementare il sequestro di carbonio;
- Riduzione delle emissioni di CO_2, limitazione degli input energetici nella gestione aziendale, e incremento del carbonio organico nei suoli;
- Diffusione delle tecniche di coltivazione, allevamento, trasformazione e gestione boschi per ridurre emissione gas serra e ammoniaca;
- Trasferimento di conoscenza e innovazioni funzionali a conservazione e sequestro del carbonio;
- Promozione di strategie aziendali e territoriali per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici, incluso l'utilizzo degli strumenti di consulenza aziendale e di risk management.

Nel disegno dei nuovi impegni agro-climatico-ambientali, forestali e zootecnici, fortemente orientati alla tutela del "suolo", potranno essere stimati al 2030 e 2050 gli effetti netti su emissioni/assorbimenti di anidride carbonica associati a tali tecniche ecocompatibili utilizzando la metodologia adottata nel quadro del Registro nazionale dei serbatoi di carbonio agroforestali.

Inoltre, il nuovo quadro di "condizionalità" della futura PAC sostiene una migliore qualità e protezione del suolo e un maggiore sequestro del carbonio attraverso un migliore uso del suolo. Nell'ambito del Green Deal la strategia "Farm to Fork" prevede, tra l'altro, una riduzione dell'utilizzo di fertilizzanti del 20% entro il 2030 e una riduzione dell'utilizzo dei pesticidi del 50%. La Strategia "Farm to Fork" aggiunge a questi obiettivi: l'adibire ad agricoltura biologica il 25% delle terre agricole, la sostituzione dei fertilizzanti chimici con quelli organici derivanti dai residui vegetali e agricoli e la riduzione del 50% degli antimicrobici in agricoltura e in acquacoltura.

È appena stato pubblicato l'Interim Report della Mission Soil Health & Food che dà indicazioni precise in termini di contrasto alla desertificazione - Inserire "il riconoscimento dell'apporto di materia organica nel suolo" all'interno dei pilastri della nuova PAC (ecoschemi o misure agroambientali). In particolare l'obiettivo che la Mission si pone è che al 2030, almeno il 75% di tutti i suoli in ogni Stato

[30] Policy brief per il disegno del PSN PAC post-2020 pubblicati in: https://www.reterurale.it/PACpost2020/percorsonazionale e in particolare in tema di suolo (anche se non esclusivamente) quelli riferiti agli obiettivi strategici OS4-OS5 e OS6 relativi al *climate change* ed emissioni, ambiente e biodiversità.

Membro siano in salute, e cioè siano capaci di provvedere ai servizi ecosistemici essenziali per un cibo sano e nutriente, per le persone, la natura e il clima. Nello specifico si vogliono affrontare i problemi che minacciano i suoli con il 100% di aumento della loro salute; con il ripristino del 50% delle terre degradate; con la conservazione degli stock di carbonio organico (e.g. nelle foreste, nei pascoli permanenti, nelle terre umide); con lo stoppare il sealing del suolo aumentando al contempo il ri-uso dei suoli urbani. Occorre poi ridurre l'inquinamento dei suoli attraverso una conversione di almeno il 25% dei terreni agricoli ad agricoltura biologica, e per il resto portare dal 5 al 25% di terreni non ad agricoltura biologica ad un ridotto rischio rispetto all'eutrofizzazione, uso di pesticidi e antimicrobici etc.; occorre raddoppiare la velocità di ripristino dei siti inquinati prioritizzando i siti brown field. Prevenire l'erosione su 30-50% dei terreni; ridurre di 20-40% l'impronta globale dell'importazione di cibo e legname da terre degradate.

Gli strumenti che abbiamo a disposizione per raggiungere questi obiettivi comportano un approccio sistemico che combini ricerca e innovazione, co-creazione di soluzioni, loro misurazione e dimostrazione attraverso i Living labs e le lighthouses; Un monitoraggio stretto dello stato dei suoli e il rafforzamento di servizi indipendenti di consulenza per gli agricoltori e i gestori di foreste.

A ciò si aggiunge l'incoraggiamento dei cambi di politiche e delle pratiche quotidiane degli agricoltori, delle industrie e dei consumatori.

La salute dei suoli dipende infatti dalle azioni di tutti noi. La collaborazione attraverso i settori e il coinvolgimento dei cittadini sono al centro della Mission: con ricercatori, agricoltori, aziende, istituzioni e cittadini che lavorano insieme a livello di living laboratories per creare conoscenza e di Lighthouses per testare e dimostrare soluzioni. Le Living farms consentono di favorire una ricerca interdisciplinare e sistemica con partecipazione pubblico-privata volta ad identificare i gap nella conoscenza e a favorire pratiche sostenibili. Le Lighthouses, consentono di dimostrare su scala più ampia, le nuove pratiche e modelli che incrementano la sostenibilità e la resilienza, in funzione

Il risultato atteso è che i suoli in Europa siano preservati e sani; che la Società ripensi a come usare e valorizzare i suoli, che i consumatori siano consapevoli dell'impatto delle scelte alimentari sul suolo e sulla gestione dei terreni; che i terreni e suoli in agricoltura, foreste, e aree urbane siano gestiti in modo sostenibile. Il piano di implementazione dovrà prevedere diverse fasi dal co-disegno alla co-implementazione, al monitoraggio e co-valutazione nonché alle azioni trasversali e abilitanti che coinvolgano i cittadini e gli agricoltori.

DAL GREEN NEW DEAL A PROGETTI CONCRETI PER LA PROMOZIONE E TUTELA DEL SUOLO: LE AZIONI NECESSARIE

Alla luce delle problematiche delineate nelle sezioni precedenti, delle possibili soluzioni presentate, dell'attenzione che la Comunità Europea sta dedicando alla tematica del suolo, si propongono alcune azioni da promuovere e realizzare in sinergia con il *Mission Board Soil Health and Food* e con lo *European Green New Deal*:

- Promuovere progetti dimostrativi di rigenerazione territoriale.

- Diffondere presso le istituzioni italiane ed europee il ruolo chiave del suolo e dell'innovazione in una logica di rigenerazione territoriale e sviluppo di catene del valore integrate
- Supportare la promozione della materia organica nel suolo (attraverso utilizzo dei fertilizzanti, tra cui quelli a base organica previsti dal D. Lgs. 75/2010). Tra le pratiche volte all'incremento della sostanza organica nel suolo, in un'ottica di economia circolare, si dovrebbero prevedere:
    - la promozione all'utilizzo di ammendanti organici di elevata qualità provenienti dal trattamento di rifiuti organici e garantiti da un Sistema di Assicurazione della Qualità;
    - Incentivi agli agricoltori, anche attraverso un credito di imposta, per chi fa uso di tecnologie innovative relative – all'agricoltura di precisione, coerenti con le "*Linee guida per lo sviluppo dell'agricoltura di precisione in Italia*" adottate con DM del MIPAAF n. 33671 del 22 dicembre 2017, e per chi ha messo in atto pratiche agricole finalizzate al sequestro ed impiego del carbonio in agricoltura;
    - Incentivazione di progetti di ricerca volti a definire metodologie di misurazione del carbonio sequestrato utilizzabili per la valutazione complessiva dell'impronta di carbonio dei sistemi agricoli, basati su sistemi diretti di riduzione dell'emissione di CO2 e forme indirette di sequestro al suolo;la promozione al reimpiego di sostanza organica di provenienza aziendale agricola (letame, digestato da reflui aziendali e fertilizzanti prodotti dai residui vegetali ed animali aziendali; compost ottenuto dagli sfalci verdi di provenienza aziendale, biochar aziendale, ecc.);
    - La promozione di tecnologie e sistemi integrati per la produzione e la distribuzione al suolo di sostanza organica di provenienza agricola, agroindustriale e urbana, al fine di ottenere prodotti trasformati (letami essiccati, ammendanti compostati, fertilizzanti prodotti da residui vegetali ed animali aziendali, biochar aziendale, ecc.);
    - introdurre e promuovere, partendo dall'economia circolare legata ai rifiuti organici, il concetto di Carbon Credits da estendere man mano ad altri settori che attestino una reale cattura di C nella circolarità adottata;
    - l'impiego agronomico dei fanghi di depurazione selezionati e dei loro derivati Conversione di fanghi industriali biologici (industrial alimentare, biocarburanti, etc) in CMC per produzione di fertilizzanti tramite pirolisi e trasformazione in biochar dei fanghi, secondo quanto previsto dal regolamento Strubias;
    - Supportare lo sviluppo di sistemi virtuosi di raccolta dei rifiuti organici e della valorizzazione dei residui lignocellulosici di vario genere, ponendo nelle città e nelle priorità dei cittadini la cura della selezione dei rifiuti organici, nonché sulla gestione ottimale delle risorse disponibili nelle aree rurali finalizzata a reimpiegare carbonio organico e bio-nutrienti, e sensibilizzando sulle conseguenze dannose dell'uso di prodotti che inquinano il suolo, tutto ciò in pieno accordo con la strategia Europea Farm-to-Fork dell'European Green Deal;
    - Promuovere lo sviluppo di sistemi efficienti di raccolta del rifiuto organico e dei sottoprodotti provenienti dalle aziende agricole, prevedendo l'utilizzo di prodotti compostabili certificati secondo lo standard UNI EN13432 per la raccolta del rifiuto organico e per quelle applicazioni che di fatto non vengono riciclate per via meccanica, così da evitare la contaminazione dello stesso da plastiche tradizionali;
    - Incentivare economicamente i comuni che decidono di transitare a tali sistemi, consentendo di non far ricadere sulla TARI l'aumento iniziale dei costi di gestione, e penalizzare invece i comuni che conferiscono in discarica, attraverso un

aumento dei relativi costi. Si potrebbe prevedere ad esempio la costituzione di un fondo presso il MATTM dedicato alla raccolta differenziata e al riciclo della FORSU per il ripristino della fertilità dei suoli.
    - adottare standard elevati e riconoscere il QAS (Sistema di Assicurazione di Qualità) per il compost da riportare in suolo così come previsto per esempio dall'accordo tra Consorzio Italiano Compostatori (CIC) e Coldiretti;
    - promuovere l'utilizzo del biochar, adottando i relativi standard nazionali ed Europei/Internazionali di settore, e remunerando economicamente il carbonio così sequestrato allo stesso modo di quanto viene fatto in altre filiere energetiche.
- Supportare lo sviluppo di impianti per la produzione di biochar (e relativa energia rinnovabile coprodotta) in ambito agricolo-aziendale e di trattamento della FORSU, in combinazione sia con la Digestione Anaerobica che il Compostaggio,
- Supportare lo sviluppo di sistemi/impianti per il trattamento dei rifiuti organici adeguati alle sfide, premiando anche l'effetto della decarbonizzazione e rigenerazione del suolo:
    - Implementare/adeguare infrastrutture per il recupero e valorizzazione del rifiuto organico e dei sottoprodotti provenienti dalle aziende agricole, finalizzate ad ottenere biometano, compost, fertilizzanti rinnovabili ed altri intermedi ad elevato valore aggiunto.
    - Sviluppare sinergie tra soggetti pubblici (autorità regionali e locali) e privati (anche nella forma di consorzi) che possano accelerare il raggiungimento della copertura delle esigenze rilevate per la raccolta e la valorizzazione della frazione organica, soprattutto nei territori più fragile del Centro-Sud del Paese.
    - Promuovere circuiti integrati di soggetti pubblici, società assegnatarie dei servizi di gestione rifiuti e soggetti privati, anche agricoli, per la gestione dei rifiuti e scarti organici in determinate filiere o aree territoriali.
- Supportare la promozione di elevati standard di salute e fertilità del suolo e sistemi di monitoraggio:
    - Mappare e quantificare efficacemente lo stato di salute dei suoli sul territorio nazionale con strumenti innovativi ed alternativi quali il proximal soil sensing ed il remote sensing;
    - Qualificare e quantificare tutte quelle pratiche che consentano di ripristinare e mantenere, su orizzonti temporali di lungo periodo, la fertilità dei suoli;
    - Favorire forme di incentivazione mirate per le entità territoriali e gli operatori del mondo agricolo che adottino pratiche sostenibili, unite a monitoraggio[31], volte alla riqualificazione e presidio della qualità dei suoli su lungo periodo;
    - Favorire lo sviluppo sul territorio nazionale di un network di "building blocks" di ricerca, monitoraggio e disseminazione di nuovi prodotti e modelli territoriali.

[31] Si veda a proposito:
- il progetto LUCAS (Land Use/Cover Area frame statistical Survey Soil) del Joint Research Center https://urlsand.esvalabs.com/?u=https%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Fjrc%2Fen%2Fpublication%2Flucas-soil-largest-expandable-soil-dataset-europe-review&e=843792f7&h=3cf098c9&f=n&p=y
- l'Appendice 4 del documento dell'IPCC "2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" - "Method for Estimating the Change in Mineral Soil Organic Carbon Stocks from Biochar Amendments: Basis for Future Methodological Development" https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch02_Ap4_Biochar.pdf.

- Promuovere l'istruzione e la formazione sul tema. Lo sviluppo di competenze, conoscenze e capacità acquisite nei gruppi di lavoro operativi e con la formazione aziendale o scambi interaziendali di breve durata. La consulenza aziendale, infatti, svolge un ruolo cruciale di collegamento tra ricercatori e gestori del territorio.