



Transforming **U**nsustainable  
management of soils in key  
agricultural systems in EU and China

Developing an **i**ntegrated platform of  
alternatives to reverse soil degradation

# Migliorare la struttura del suolo per trattenere più acqua



This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation action under grant agreement No 101000224.

## Breve descrizione

L'immagazzinamento e il flusso dell'acqua nei suoli dipendono fortemente dalla struttura del suolo, che determina in modo importante la porosità del suolo. La stabilità della struttura e le caratteristiche che influenzano il movimento dell'acqua del suolo e del sistema dei pori di collegamento determinano la capacità di infiltrazione all'interno del suolo e ne controllano il ruscellamento. Esiste una forte interazione tra la struttura del suolo e le proprietà idrofisiche, così come tra la rete di pori e i processi di degrado, le loro interrelazioni sono complesse e multifattoriali, e non ancora completamente comprese. La struttura del suolo può essere caratterizzata dalla forma, dalle dimensioni e dalla disposizione spaziale delle particelle di terreno aggregate e individuali, caratterizzate da diversa stabilità.

## Area target

Il degrado della struttura del suolo è un problema universale che ha un impatto sugli ecosistemi e sui mezzi di sussistenza umani in tutti i climi. Le pratiche di gestione sostenibile del territorio possono contribuire a mitigare questi effetti. Il degrado può verificarsi in tutti i climi, anche se le cause, la gravità e le forme di degrado possono variare a seconda di fattori regionali come le condizioni climatiche, il tipo di suolo, l'uso del suolo e le pratiche agricole. Nelle aree coltivate, il traffico di macchinari pesanti normalmente provoca la frammentazione e, in



ultima analisi, la disgregazione della struttura del suolo nello strato superficiale del suolo e la compattazione nel sottosuolo. In condizioni asciutte, la superficie del suolo con struttura degradata può essere facilmente esposta all'erosione del vento.

## Identificazione del problema

Il problema del degrado della struttura del suolo può essere identificato mediante la valutazione della stabilità della struttura del

suolo. La valutazione della struttura del suolo è supportata dall'app TUDI, nell'ambito delle misure di «struttura» ([dev-tudi.web.app](https://dev-tudi.web.app)).

## Descrizione dettagliata della strategia di protezione

Migliorare la struttura del suolo è fondamentale per promuovere una crescita sana delle piante, migliorare lo sviluppo delle radici e aumentare la ritenzione idrica. La struttura del suolo si riferisce alla disposizione delle particelle di terreno (sabbia, limo, argilla) e della sostanza

organica in un aggregato più grande. Un terreno ben strutturato consente all'aria, all'acqua e alle radici di muoversi liberamente, mentre un terreno poco strutturato (come il terreno compattato o eccessivamente sabbioso) può inibire la crescita delle piante. La struttura

del suolo è determinata principalmente, ma non esclusivamente, dalla tessitura del suolo, che è un'espressione della distribuzione granulometrica.

Nel caso di terreni sabbiosi e argilloso-sabbiosi, la percentuale di particelle fini, come l'argilla, è così piccola da non supportare la formazione di una buona struttura del suolo, per cui questi suoli sono spesso privi di struttura con un aspetto a grana singola. La loro porosità è caratterizzata principalmente da pori di grande diametro, con conseguente rapida infiltrazione delle precipitazioni ma scarsa disponibilità di acqua per le piante.

Nei terreni argillosi pesanti, le condizioni favorevoli alla lavorazione vengono mantenute solo per un breve periodo nel corso dell'anno. La lavorazione del terreno danneggia la struttura del suolo sia in condizioni di terreno troppo secco che troppo umido. Nei terreni argillosi asciutti, sulla superficie possono formarsi crepacciature fino alla larghezza di un dito, che possono in parte facilitare la penetrazione profonda delle precipitazioni, ma anche causare un essiccamento più profondo nei periodi di siccità. A causa dell'altissimo contenuto di argilla,



**Fig. 1:** Struttura granulare del suolo argilloso, nello strato superficiale (Chernozem).



**Fig. 2:** Struttura a blocchi subangolare ben sviluppata di un terreno franco (Chernozem).

la proporzione di acqua fortemente legata alle superfici delle particelle di argilla è elevata, quindi l'acqua disponibile per le piante è molto bassa nei periodi di siccità.

La distribuzione granulometrica dei terreni franchi è equilibrata. La presenza di particelle di argilla con un'ampia superficie favorisce la formazione di aggregati (sono comuni la struttura granulare o a blocchi e le loro transizioni), mentre le particelle di dimensioni della sabbia aiutano a mantenere il suolo sciolto. In assenza di limitazioni significative (carenza di sostanza organica o compattazione del suolo, ad esempio a causa del traffico di macchinari), può svilupparsi una buona struttura del suolo e assicurare (rispetto agli altri terreni strutturati) la massima quantità di acqua disponibile per le piante.

Parametri chimici con valori estremi possono danneggiare la struttura del suolo. Sia le condizioni fortemente acide che quelle fortemente alcaline sono associate a una struttura del suolo debole. Le caratteristiche chimiche influenzano la stabilità della struttura e determinano le condizioni per



**Fig. 3:** Struttura colonnare di un terreno argilloso (Solonetz).

una buona crescita delle piante. In condizioni fortemente acide la mancanza di ioni Ca può determinare una struttura debole del suolo, mentre in condizioni fortemente alcaline (ad esempio nel caso dei suoli di Solonetz) la presenza di ioni Na sulle superfici colloidali (argilla) provoca lo sviluppo di strutture colonnari nel sottosuolo, insieme alla disgregazione delle unità strutturali (aspetto saponoso della superficie, se bagnata).

Il ristagno idrico prolungato può verificarsi sia per motivi naturali (topografia) che artificiali (ad es. compattazione del sottosuolo

nei seminativi). Si raccomanda un corretto drenaggio, poiché la rimozione dell'acqua in eccesso dai terreni coltivabili può aiutare a mantenere la struttura del suolo prevenendone la degradazione da parte dell'acqua.

Il miglioramento della struttura del suolo richiede una pratica di gestione del suolo a lungo termine finalizzata a creare migliori condizioni del suolo. Le pratiche più comuni per migliorare la struttura del suolo comprendono l'aumento del contenuto di sostanza organica del suolo, la copertura del suolo, la riduzione dei processi che provocano la compattazione del suolo e il sostentamento dell'attività biologica del suolo. In alcuni casi, ad esempio in terreni scarsamente drenati (come quelli argillosi), aggiunte meccaniche come l'incorporazione di sabbia, perlite o altri materiali che migliorano il drenaggio possono rendere il terreno più sciolto il terreno e consentire una migliore crescita delle radici, che può a sua volta contribuire ad allentare gli strati compattati e migliorare il movimento dell'aria e dell'acqua, ottenendo una migliore struttura del suolo sul lungo termine.



**Fig. 4:** Risultati del test di stabilità degli aggregati del suolo (vedi l'app TUDi), applicando il metodo del colino da tè immerso in un bicchiere con acqua. La stabilità della struttura del suolo diminuisce da sinistra a destra.

## Pro/Contro della tecnica, Ostacoli all'implementazione

Una pratica di base per migliorare la struttura del suolo è l'incorporazione di materiali organici come residui vegetali, pacciamatura, compost e colture di copertura, che contribuiscono alla formazione di aggregati stabili. Quando si

effettua una semina diretta in uno strato di terreno densamente pacciamato occorre però prestare attenzione che il seme sia in buon contatto con il terreno.

### Effetti

Le aggiunte di sostanza organica, come il compost maturo o il letame (ad esempio, bovino o equino) migliorano l'aerazione del suolo, la ritenzione idrica e promuovono microrganismi benefici, apportano sostanze nutritive e migliorano l'aggregazione del suolo. Si dice sovescio per indicare le piante coltivate e poi interrate lavorate per aumentare il contenuto di sostanza organica e prevenire l'erosione. L'applicazione di pacciamatura verde sulla superficie del suolo migliora la ritenzione dell'umidità e riduce l'erosione, decomponendosi gradualmente e migliorando la struttura del suolo.

In caso di coltivazione intensiva e traffico di macchinari pesanti, la lavorazione del terreno può rompere gli aggregati del terreno e compattare gli strati più profondi (ad esempio la suola di aratura con struttura a placche), portando ad avere cattive condizioni di infiltrazione dell'acqua, drenaggio limitato e ristagni d'acqua sulla superficie. Lavorazioni ridotte ed evitare il traffico di macchinari pesanti soprattutto su terreno umido, impediscono la compattazione del suolo e mantengono la struttura naturale del suolo.

L'applicazione di pacciamatura con materiali organici (ad es. trucioli di legno, paglia) sulla

superficie del suolo aiuta a trattenere l'umidità, ridurre le temperature estreme e arricchire gradualmente il terreno di sostanza organica. Le colture di copertura aiutano a proteggere il suolo dall'erosione e a prevenire la perdita di nutrienti, e le loro radici permeano il suolo, preservandone la struttura. Le radici viventi rilasciano composti organici, come polisaccaridi e proteine, che agiscono come leganti, aiutando le particelle del suolo ad aderire e formare aggregati. Entrambe le pratiche promuovono anche la crescita di micro e mesofauna nel terreno.

### Altra letteratura

Peoplau et al 2024. DOI: [10.1111/ejss.13549](https://doi.org/10.1111/ejss.13549)

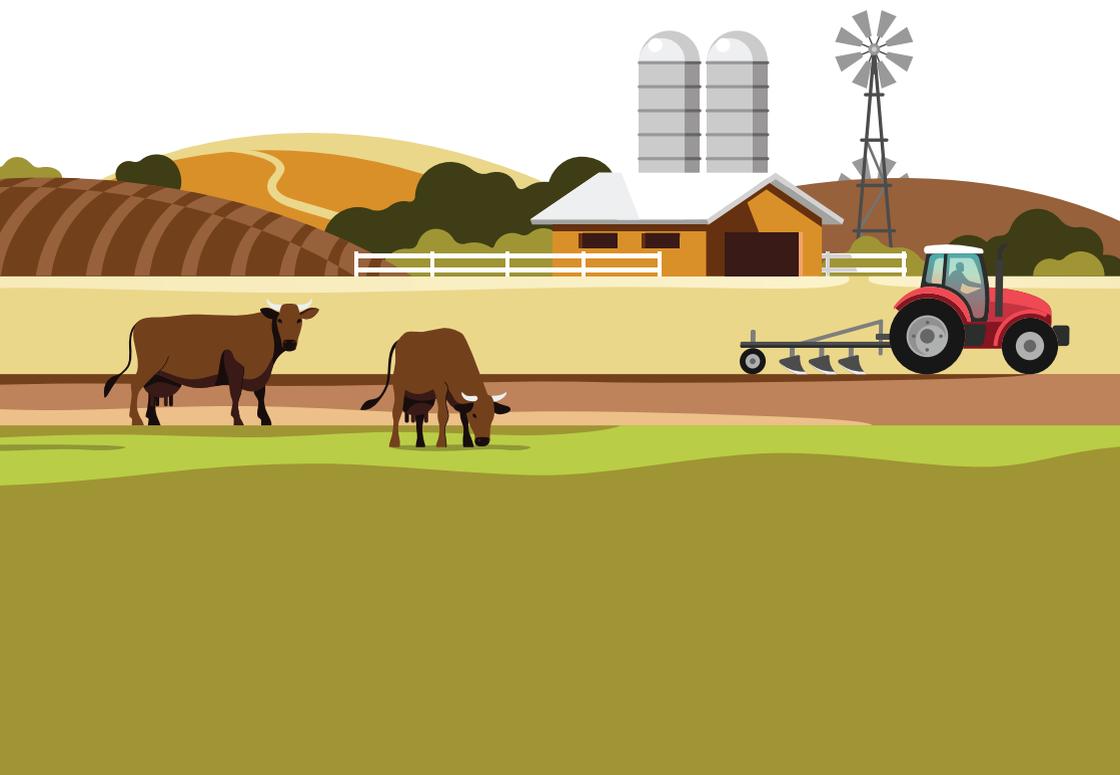
Tobiasová et al. 2023. DOI: [10.3390/su151411047](https://doi.org/10.3390/su151411047)



## Sommario

La struttura del suolo è influenzata dal modo in cui le piccole particelle solide di terreno vengono assemblate in grumi più grandi, chiamati aggregati di suolo. Il contenuto di sostanza organica del suolo e le pratiche di lavorazione del terreno hanno una grande influenza sulla struttura. La struttura del suolo controlla la distribuzione delle dimensioni dei pori del suolo, la permeabilità all'aria e la capacità di ritenzione idrica del suolo. Le dimensioni e la stabilità degli aggregati del suolo determinano la resistenza dei terreni a diverse condizioni di umidità. La conseguenza di una scarsa struttura del suolo è una riduzione della capacità di ritenzione idrica del suolo, il che significa che i terreni sono meno in grado di fornire umidità alle piante.

Le pratiche di ripristino del suolo che prevedono l'aggiunta di sostanza organica al suolo o ne impediscono il degrado (ad esempio l'incorporazione di residui colturali, la pacciamatura, colture di copertura), promuovono la vita del suolo (adottando una rotazione sostenibile delle colture, la fertilizzazione organica) e riducono le sollecitazioni meccaniche (ad esempio lavorazione senza inversione, assenza di lavorazione o la pianificazione della frequenza del traffico di macchinari o il controllo del traffico intenso) contribuiscono a mantenere o migliorare la struttura del suolo. Il miglioramento della struttura del suolo offre condizioni di crescita più favorevoli per le piante, una migliore ritenzione idrica e una riduzione dell'erosione superficiale.



## Tabella riassuntiva

	Valutazione	Commenti
Salute generale del suolo	***	
Bilancio idrico	**	
Struttura del suolo	***	
Erosività	**	
Bilancio dei nutrienti	***	
Vita del suolo	*	
Praticabilità	-	
Economia	-	



# Consortium

Agrisat; Beijing Forestry University; Beijing Normal University; Centre for Agricultural Research; China Agricultural University; Czech Technical University in Prague; Lincoln University; New Bulgarian University; Northwest A&F University; Northwest UNIVERSITY; Pensoft Publishers; Spanish National Research Council; University of Lancaster; BOKU University, Vienna; University of Turin; Federal Agency for Water Management, Austria

# Project coordinator

**José A. Gómez**

Institute of Sustainable Agriculture of the Spanish Council for Scientific Research  
joseagomez@ias.csic.es

# Duration

July 2021 – June 2025

# Follow TUdi

 @Project\_TUdi

 TUdi Project

 TUdi Horizon 2020

 [tudi-project.org](http://tudi-project.org)