

SERENA: **S**oil **E**cosystem se**R**vices and soil threats mod**E**lling a**N**d m**A**pping

Definizione di indicatori per le minacce ed i servizi ecosistemici del suolo: l'approccio di SERENA

Romina Lorenzetti¹

¹ *Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Bioeconomia (CNR-IBE), Sesto F.no*



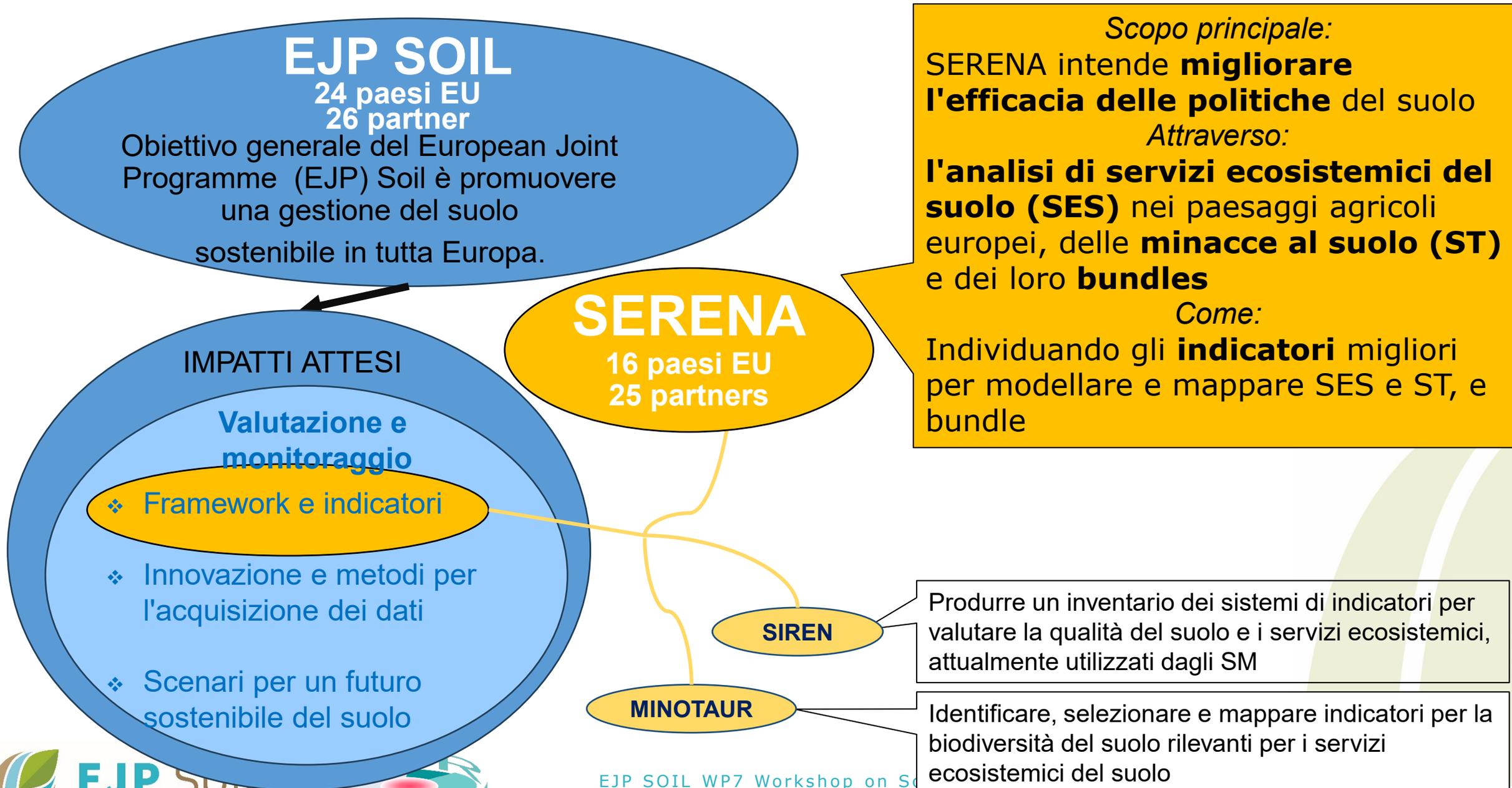
EJP SOIL
European Joint Programme

EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



5th December 2024

LA MISSION DI SERENA ALL INTERNO DI EJPSOIL

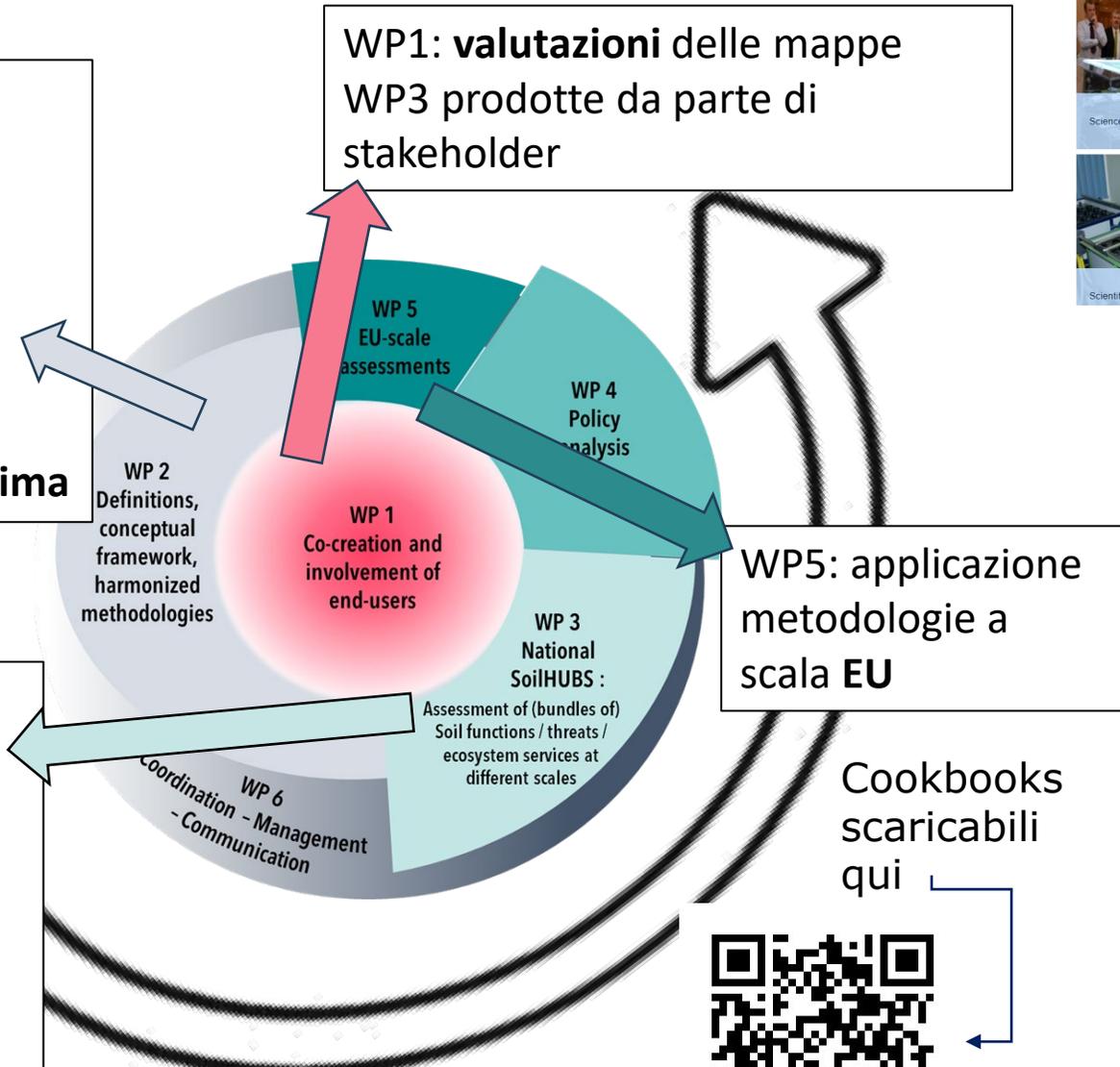


Approccio di SERENA : ARMONIZZAZIONE a vari livelli & metodo partecipativo

WP2:

- armonizzazioni delle **definizioni**
- selezione **indicatori** per valutare SES e ST
- del suolo:
 - **perdita di Carbonio**
 - **regolazione dei GHG e del clima**

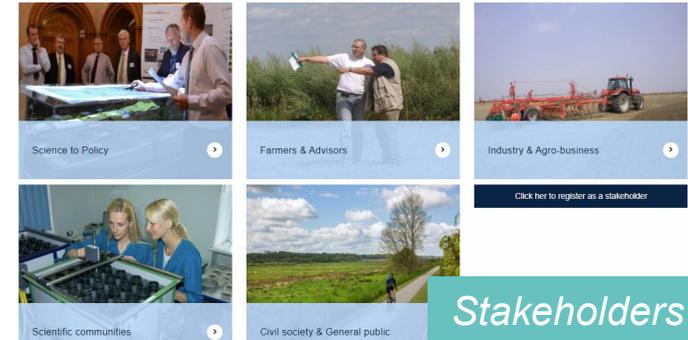
WP1: **valutazioni** delle mappe WP3 prodotte da parte di stakeholder



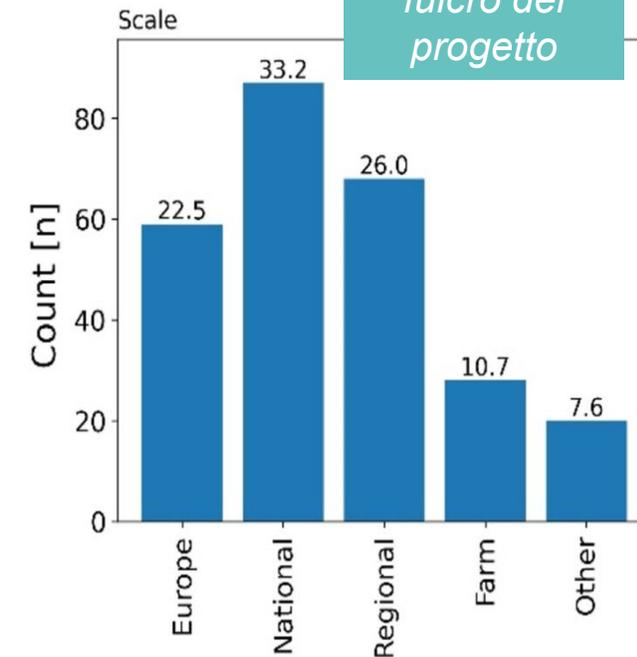
WP3: sviluppo e applicazione di **procedure comuni per stimare gli indicatori (COOKBOOK)** per la valutazione dei SES e ST a scala da **nazionale** a locale e valutazione di scenari

WP5: applicazione metodologie a scala **EU**

Cookbooks scaricabili qui



Stakeholders fulcro del progetto



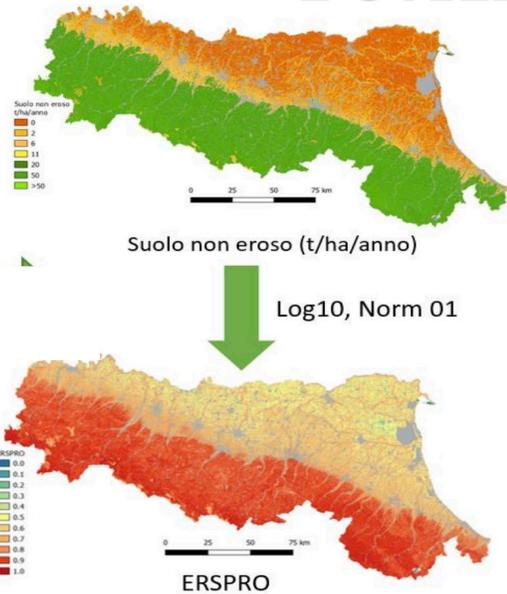
Thomas Weninger et al, 2024
<https://doi.org/10.1111/ejss.13476>

– 24th September 2024

.3



L'UTILITÀ DEGLI INDICATORI PER I SERVIZI ECOSISTEMICI: DALLE POLITICHE ALL'AGRICOLTORE



Sintetizzando e quantificando lo stato del sistema agricolo, gli indicatori permettono di paragonare aree differenti o di monitorare i cambiamenti

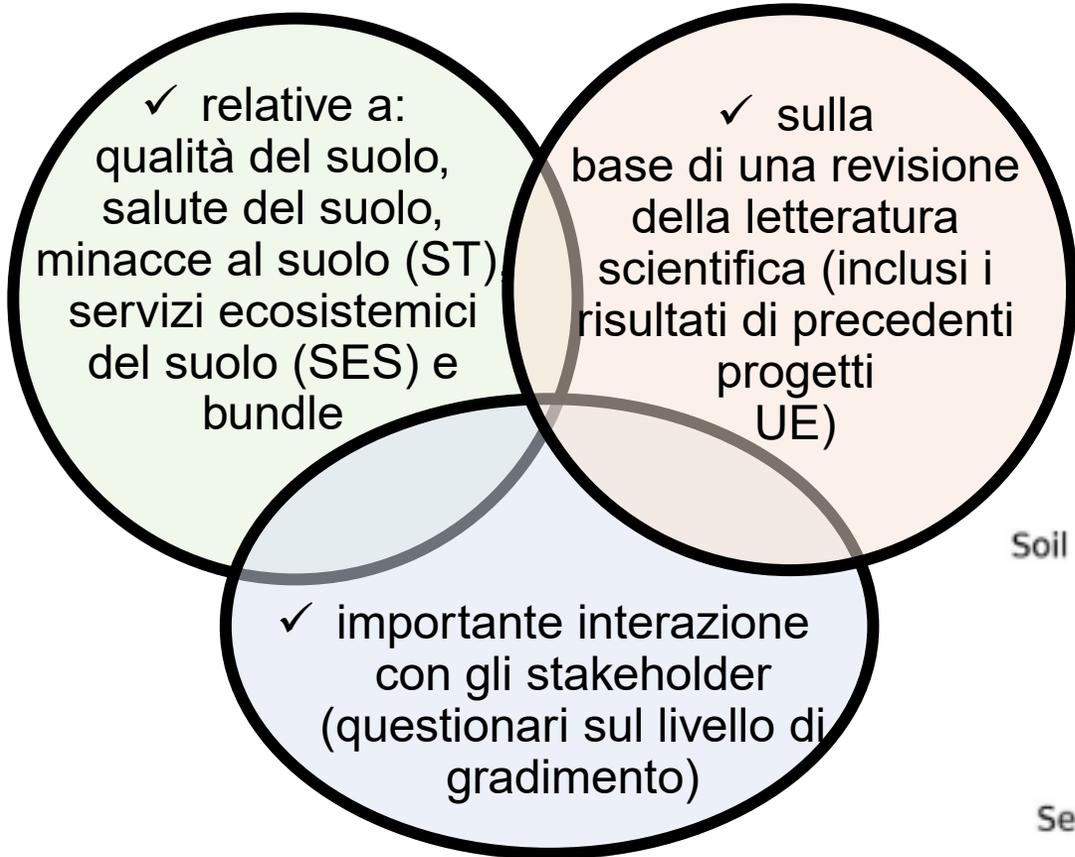


Gli indicatori supportano una corretta politica e gestione del territorio con vantaggi a cascata fino alla scala aziendale:

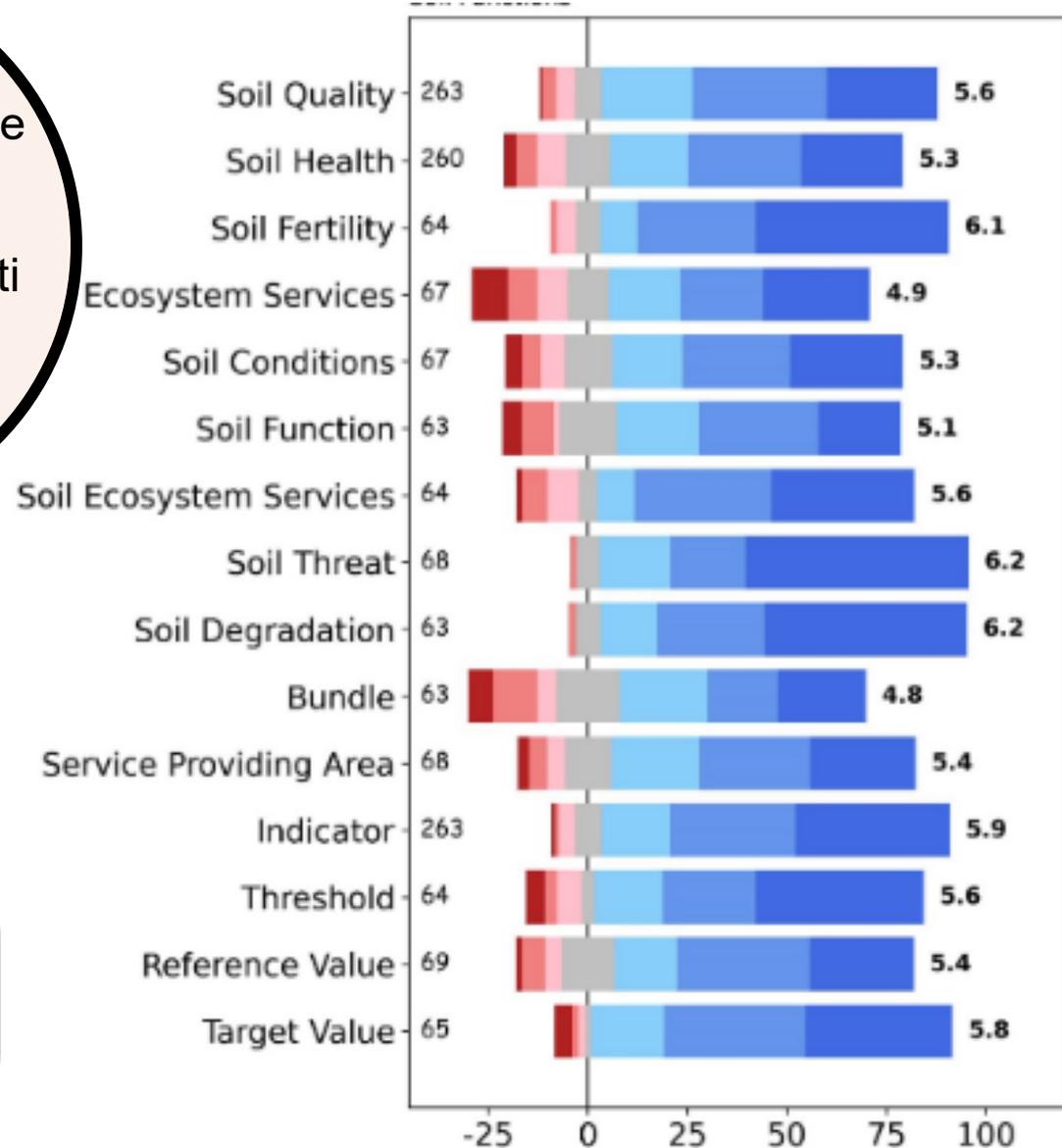
- Permettono l'individuazione e quindi la gestione delle aree più problematiche o la salvaguardia delle aree a maggiore valore ecosistemico
- permettono di evidenziare i risultati di adozioni di pratiche conservative e migliorative sulla base degli effetti ottenuti nel tempo sulla capacità del suolo di fornire servizi ecosistemici: dalla mitigazione del cambiamento climatico, al controllo dell'erosione o alla riduzione di perdita di carbonio del suolo



PRIMO LIVELLO DI ARMONIZZAZIONE: LE DEFINIZIONI



Bundle - un insieme di SES, ST o una combinazione dei due, che si presenta ripetutamente e congiuntamente nel tempo e nello spazio, in relazione a un contesto specifico



Livello di accordo espresso dagli stakeholder:

rosso, fortemente in disaccordo;
 grigio, neutro;
 blu, fortemente d'accordo; n. a sinistra: dimensione del campione; n. a destra: punteggio medio



ARMONIZZAZIONE DEI CRITERI PER LA SELEZIONE DI INDICATORI

1. Ricerca degli indicatori già esistenti;
analisi critica delle mappe già esistenti

2. Valutazione degli indicatori :

- ✓ 7 CRITERI di valutazione
- ✓ classificati su 3, 4, 5 o 6 livelli
- ✓ Valutati con punteggio da 0 e 12

Solidità scientifica

Adeguatezza in base a:

- idoneità allo scopo (**fitness**)
- possibilità e la facilità del confronto spaziale e temporale (**interpretabilità**)
- sensibilità ai cambiamenti delle condizioni esterne (**sensibilità**)

Disponibilità dei dati

Fattibilità dell'utilizzo in base a:

- disponibilità e misurabilità dell'indicatore (**misurabilità**)
- esistenza di applicazioni pregresse dell'indicatore, soprattutto a livello UE (**scalabilità**)

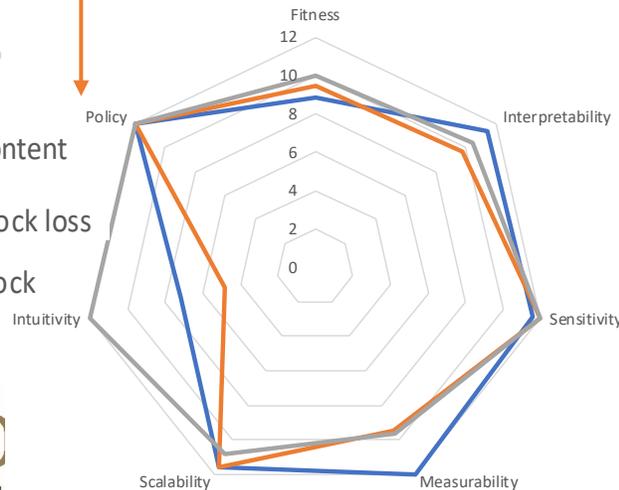
Capacità di trasmettere informazioni

Idoneità dell'indicatore agli obiettivi degli stakeholder tramite:

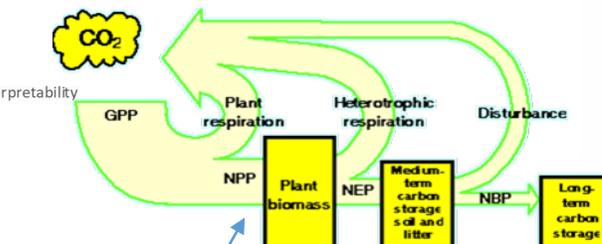
- comprensibilità dell'indicatore (**intuitività**)
- loro implementazione nelle attuali politiche ambientali (**rilevanza politica**)

Perdita di C.O.

- Soil organic carbon content
- Soil organic carbon stock loss
- Soil organic carbon stock



Regolazione GHG/clima, incluso sequestro del C



- Net ecosystem productivity
 - Carbon offset
 - Carbon stocks (in vegetation)
- Quota annua di CO₂ emessa del Paese catturate dall'ecosistema tramite suolo e vegetazione (%).

ARMONIZZAZIONE DEI CRITERI PER LA SELEZIONE DI INDICATORI

3. Individuazione di un "indicatore pragmatico", il migliore per l'armonizzazione a scala UE; e di un "indicatore ideale", il migliore per valutare un ST o SES.

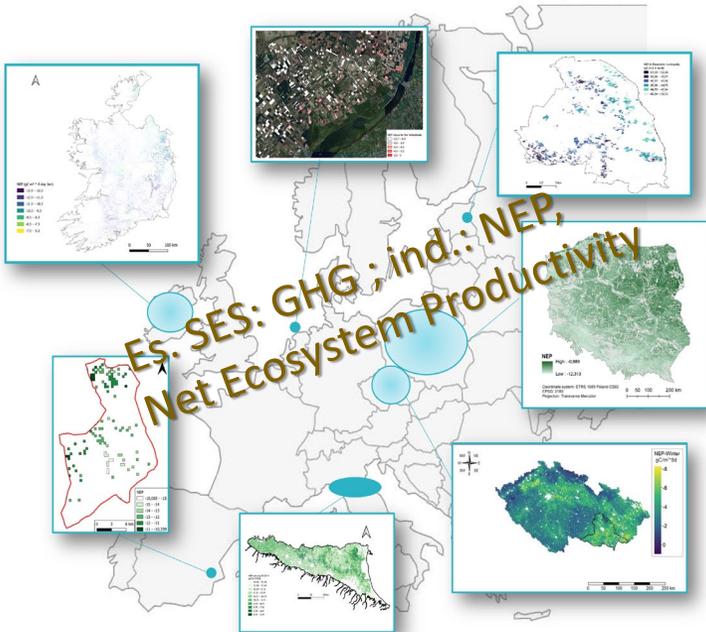
	ST	Indicator	Short definition
IDEAL	SOC loss	Change in SOC stocks (kg C ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Change over time in soil organic carbon stocks over the whole soil depth
	Soil erosion	Total soil loss (kg ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Total amount of yearly soil losses by water, wind and tillage erosion
	Soil compaction	Change in topsoil bulk density (kg m ⁻³ yr ⁻¹)	Change over time in topsoil bulk density
	Soil sealing	Change in the degree of soil sealing (ha ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Change over time in the area covered by artificial, (semi)impermeable materials
REALISTIC	SOC loss	Topsoil OC content (kg C kg ⁻¹)	Soil organic carbon content on topsoil horizons (0 - 30 cm)
	Soil erosion	Soil loss by water erosion (kg ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Yearly soil losses by water erosion
	Soil compaction	Topsoil bulk density (kg m ⁻³)	
	Soil sealing	Degree of soil sealing (ha yr ⁻¹)	Proportion of an area that is covered by artificial, (semi)impermeable materials

- ✓ L'**indicatore ideale** in genere non è stato mai utilizzato a causa della mancanza di dati o della difficoltà di valutarlo
- ✓ Gli **indicatori pragmatici** sono stati usati per la stesura dei cookbook

	SES	Indicator	Short definition
IDEAL	Biomass production	Net Energy Balance (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Difference between energy used and contained in cultivated plants and energy consumed during cultivation (until harvesting)
	Erosion control	Total amount of soil not eroded (kg ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Total amount of soil that has not been eroded by water, wind and tillage erosion due to the protective effect of vegetation
	GHG Regulation	Net soil GHG Fluxes (kgCO ₂ e ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Balance between cumulative CO ₂ sequestration in soils and N ₂ O direct and indirect emissions (NH ₃ volatilization, NO ₃ leaching)
REALISTIC	Biomass production	Potential net primary production (kg _{dm} ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Net primary Productivity that would prevail in ecosystems without human land use
	Erosion Control	Amount of soil not eroded by water (kg ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Total amount of soil that has not been eroded by water erosion due to the protective effect of vegetation
	GHG Regulation	Net ecosystem productivity (kgC ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Net primary productivity minus soil carbon respiration

ARMONIZZAZIONE DEI METODI: PRODUZIONE DI COOKBOOKS

per una VALUTAZIONE ARMONIZZATA in EU, di ST/SES selezionati e di alcuni BUNDLES a scala nazionale/regionale/locale; valutazioni in SCENARI climatici e di uso suolo futuri

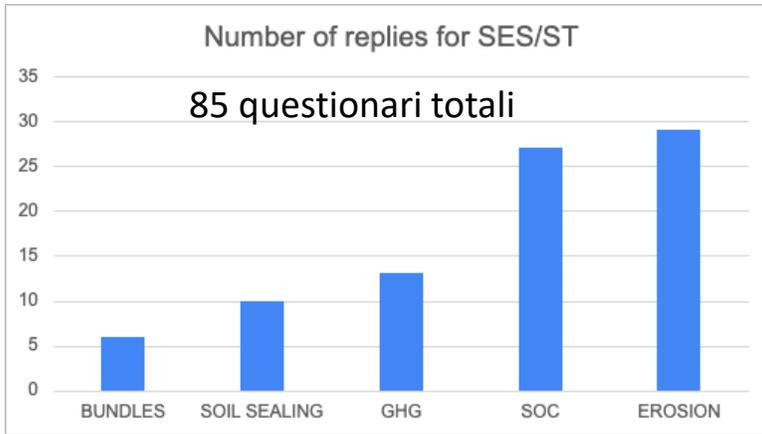


- ✓ procedure comuni ma permangono variabilità (disponibilità di dati, scala di riferimento, competenze tecniche) che ostacola la compatibilità
- ✓ La procedura armonizzata limita l'uso di indicatori o soglie SM-specifiche.
- ✓ La definizione dei bundle (k-means) individua cluster di aree simili per ST e SES, ma l'interpretazione richiede un'analisi delle singoli strati e la competenza di specialisti

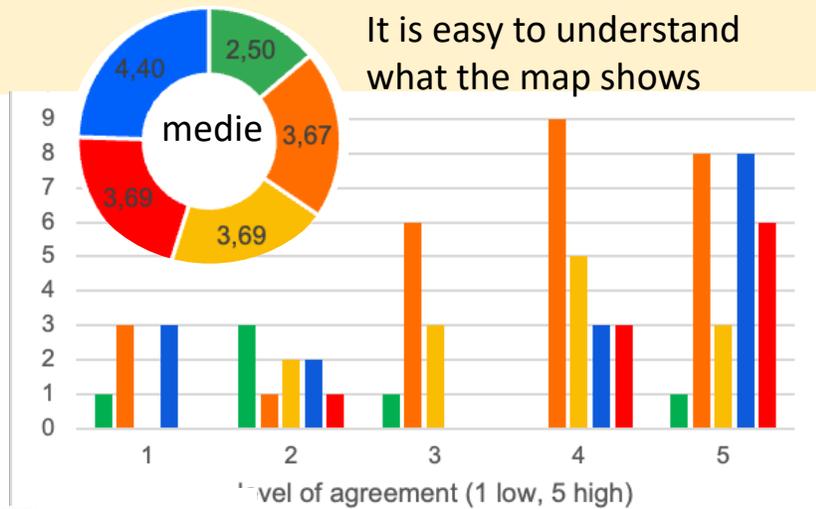
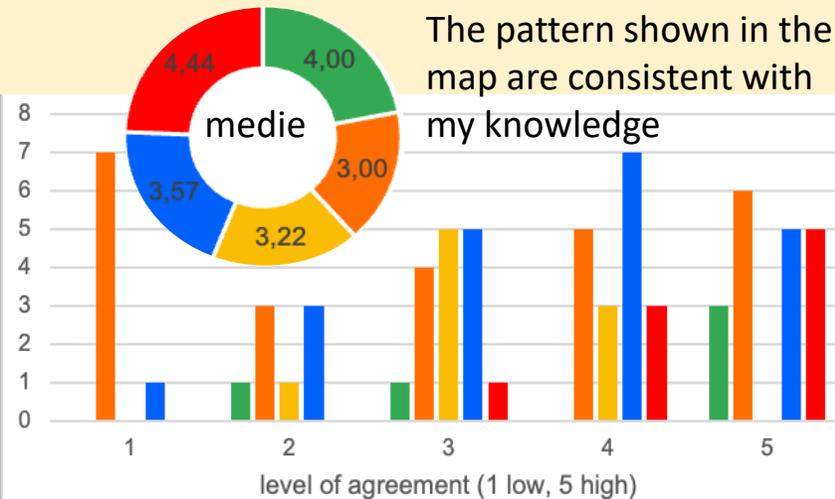
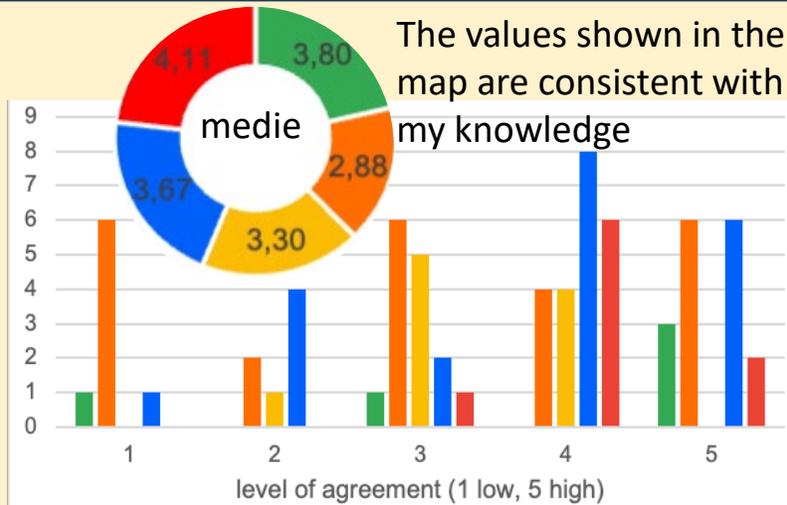
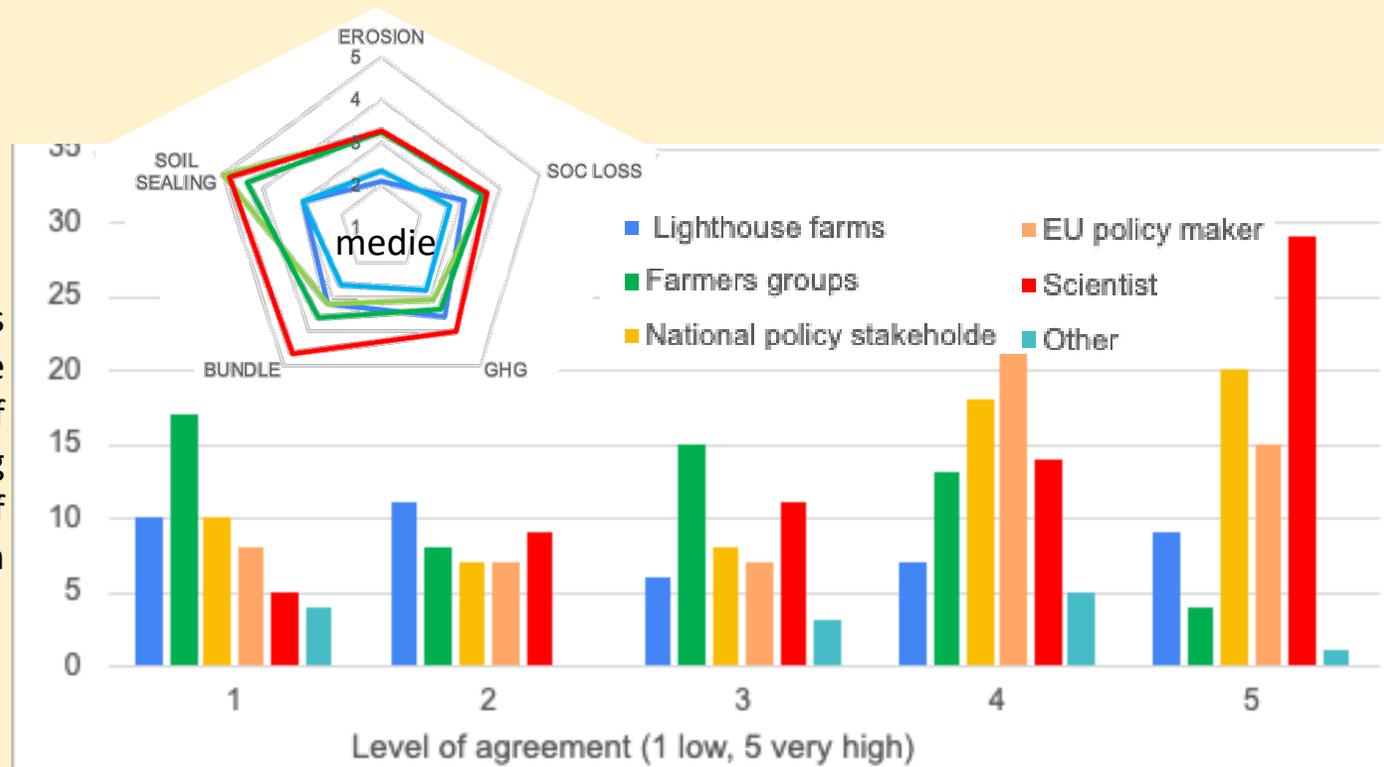
Cookbook	Country																
	Austria	Belgium	Czech republic	Denmark	Estonia	France	Hungary	Ireland	Italy	Latvia	Lithuania	Netherlands	Poland	Portugal	Slovakia	Spain	Total
applicazioni disponibili (a diffenti scale)																	
Soil erosion	V	V				V	V	V	V		V	V	V		V	V	11
Soil erosion control							V		V			V		V			4
SOC loss		V			V	V	V	V	V		V	V	V				9
GHG/climate regulation			V		V			V	V			V	V			V	7
Soil sealing	V	V						V	V			V				V	6
Bundles			V		V				V				V				4
Total	2	3	2	0	3	2	3	4	6	0	2	3	5	1	2	3	41

VALUTAZIONE mappe

Questionario agli stakeholder su:
consistenza, leggibilità, utilità delle mappe,
cfr mappe esistenti

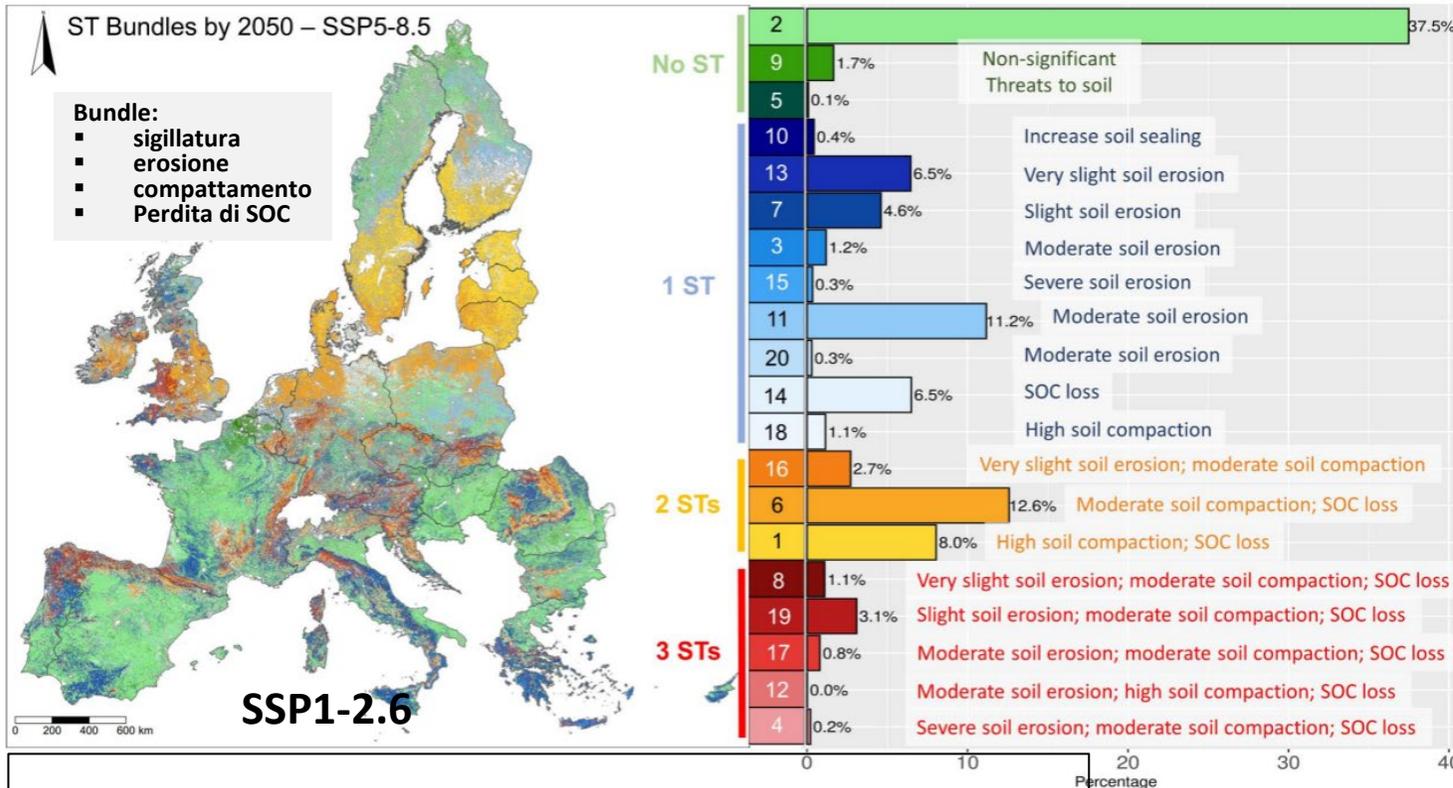


The map is useful in one or more of the following areas of application



■ BUNDLE ■ SOC LOSS ■ EROSION ■ SOIL SEALING ■ GHG

PROIEZIONI IN SCENARI FUTURI (2050) di bundles a scala EUROPEA.



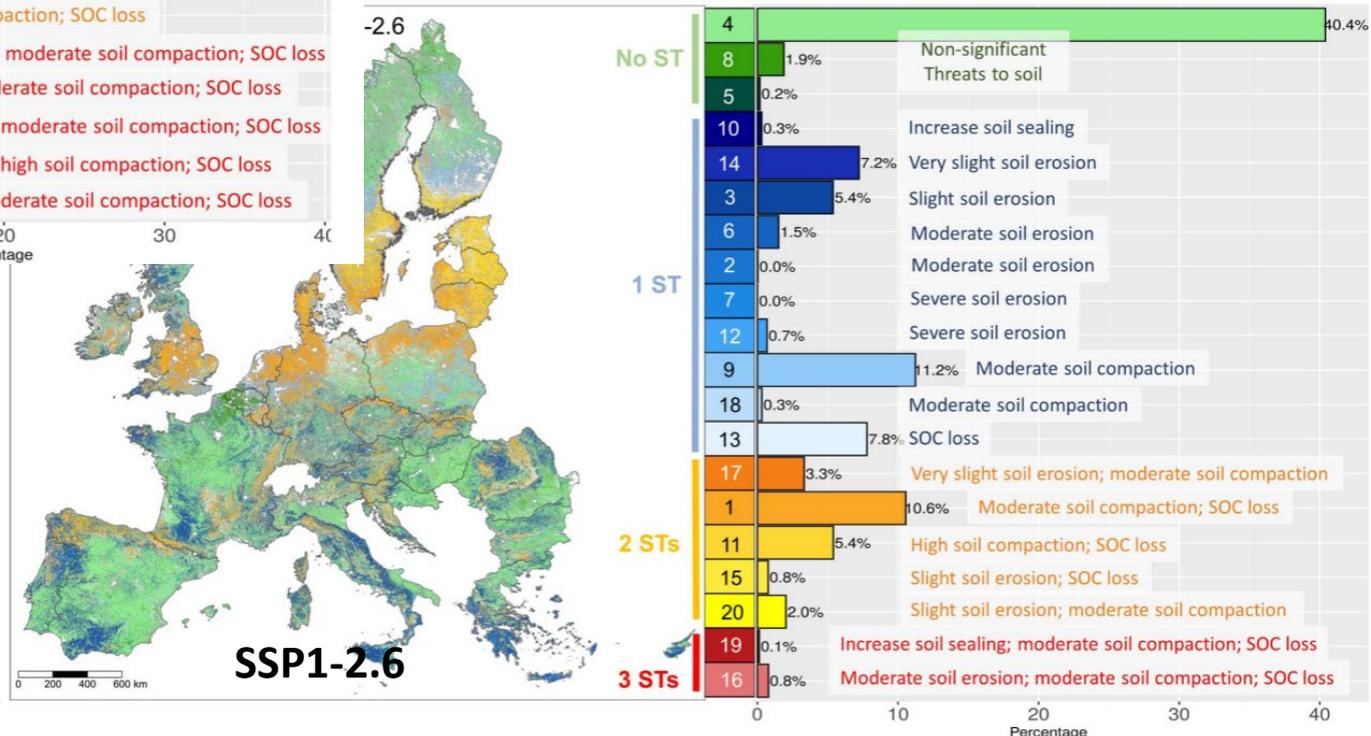
Un esempio: bundle di 4 minacce al suolo

Soil database: **SoilGRID (ISRIC)**

Scenario di cambiamento di uso del suolo: **LUISA**

Scenari di cambiamento climatico: **SSP1-2.6 / SSP1-2.6**

- ✓ metodologia innovativa replicabile e robusta
- ✓ la rappresentativita' delle carte prodotte dipende significativamente dalla qualita' del dato di ingresso
- ✓ interpretazione complessa e richiede innanzitutto una valutazione alla scala di SM del cambiamento di ogni singolo ST/SES

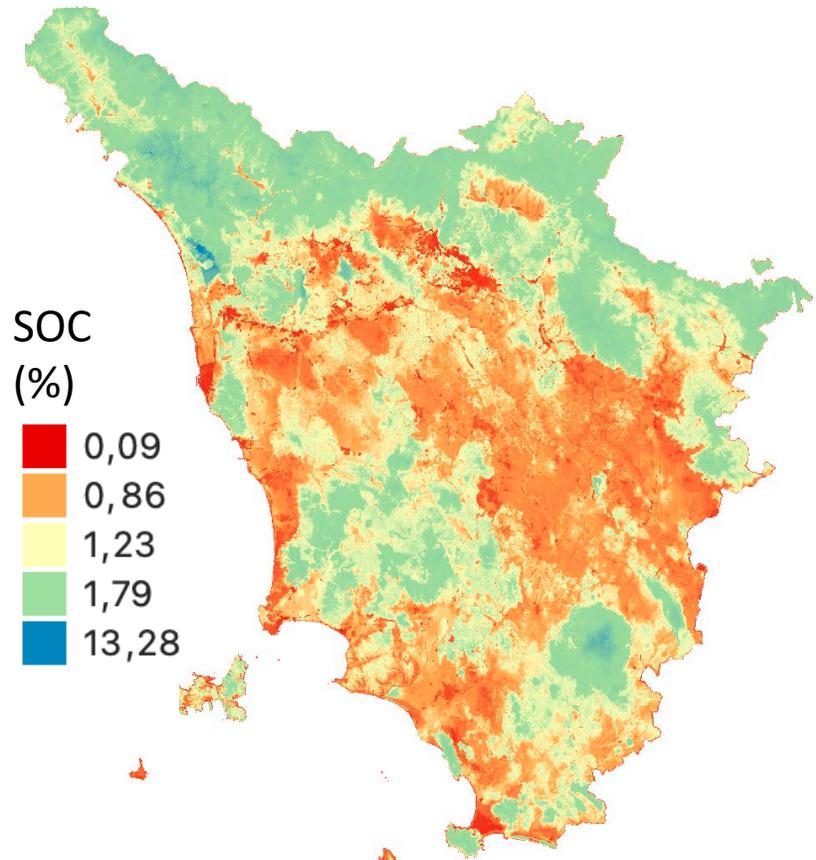


APPLICAZIONI COOKBOOKS IN ITALIA: SOC LOSS

COOKBOOK

N.A. Ind. ideale: perdita di stock di C.O. (Mg C ha⁻¹) , richiederebbe dati SOC per almeno 2 momenti.
 Ind. Pragmatico: SOC (g C/kg suolo o dag C/kg suolo)
 Metodo: spazializzazione SOC col metodo migliore per i dati disponibili. Geostatistici o di DSM, utili riferimenti :
 - "Procedure armonizzate per la creazione di mappe del suolo". WP6 EJP Soil Deliverable 6.1
 - SOC mapping Cookbook (<https://www.fao.org/documents/card/en/c/I8895EN/>)

MAPPA	METODO	DATI SUOLO	DATI AUSILIARI	PX
SOC (%) nello strato superficiale del suolo (0-30 cm) Scala regionale - Toscana	DSM (random forest; applicando gli script del Cookbook FAO)	• dati della BD regionale, (piu di 4000 punti)	<ul style="list-style-type: none"> • indici meteorologici (dataset regionali Consorzio Lamma) • litologia (BD geologica regionale) • carta del suolo (BD pedologica regionale) • uso del suolo (BD uso suolo regionale) • indici di vegetazione (NDVI, SWIR) da elaborazioni Sentinel 2 	100 m



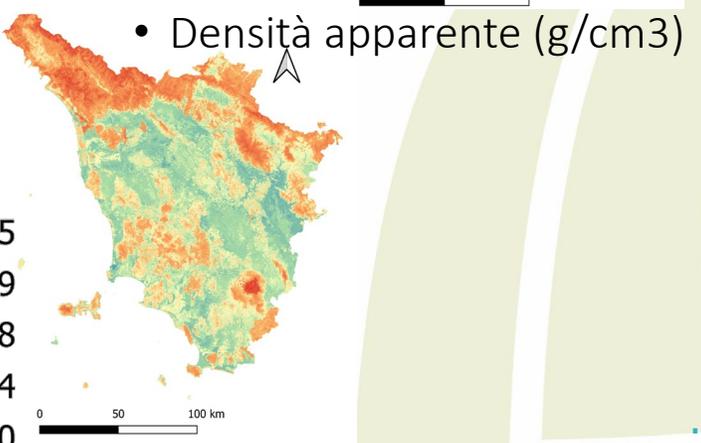
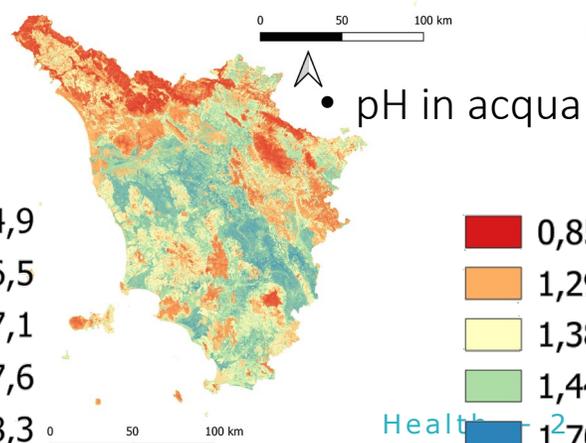
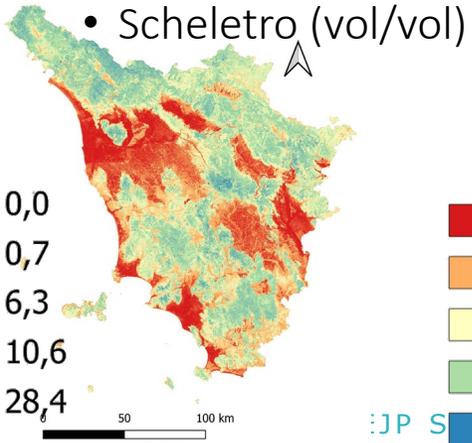
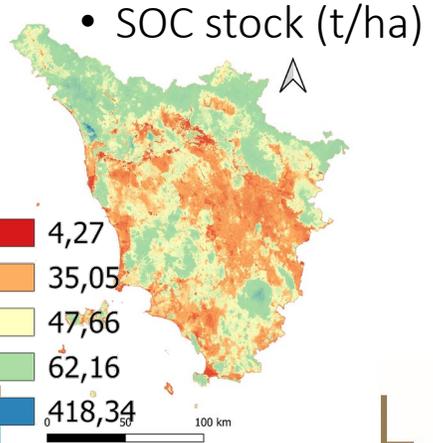
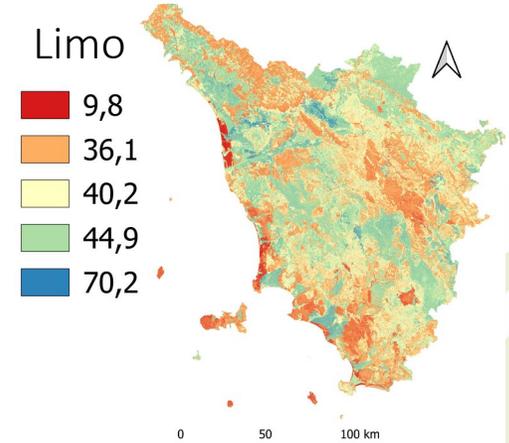
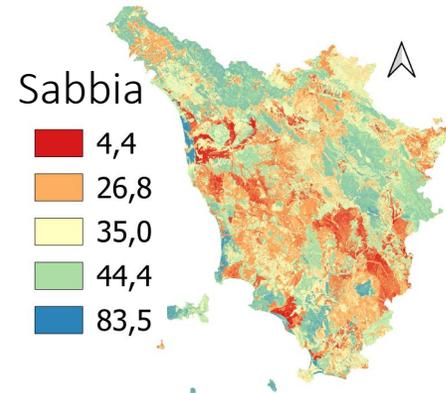
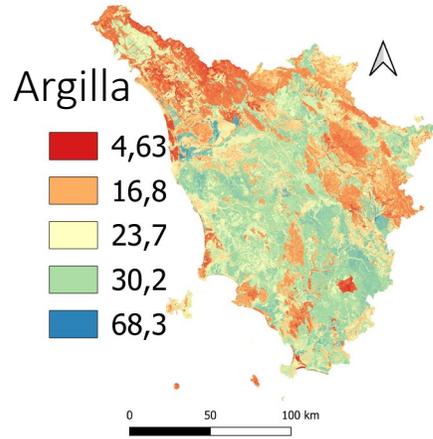
<https://zenodo.org/records/14012785>

Condivisione delle spazializzazioni dei parametri per l'applicazione dei COOKBOOK

MAPPE	METODO	DATI SUOLO	DATI AUSILIARI	PX
<p>Mappe delle proprietà dello strato superficiale del suolo (0-30 cm) della Toscana (8 layers)</p> <p>https://zenodo.org/records/14230855</p>	<p>DSM (random forest); applicazione script del Cookbook FAO)</p>	<ul style="list-style-type: none"> dati della BD regionale, (piu di 4000 punti) 	<ul style="list-style-type: none"> indici meteorologici (dataset regionali Consorzio Lamma) litologia (BD geologica regionale) carta del suolo (BD pedologica regionale) uso del suolo (BD uso suolo regionale) indici di vegetazione (NDVI, SWIR) da elaborazioni Sentinel 2 	<p>100 m</p>

SES: SOC LOSS; ind: SOC
 SES : SOIL EROSION; ind: suolo perso per erosione idrica
 SES: SOIL EROSION CONTROL; ind: massa di suolo non erosa

• Classi tessiturali (USDA limits, dag/kg)



MESSAGGI CHIAVE DA PORTARE A CASA!

- ▶ SERENA ha individuato **indicatori pragmatici ed ideali** per la **valutazione dei servizi ecosistemici del suolo e delle minacce** e descritte procedure armonizzate per l'applicazione degli stessi (**cookbook**).
- ▶ La **valutazione di BUNDLE** di minacce del suolo e servizi ecosistemici del suolo (ad es.: perdita di SOC/erosione/sigillatura/compattazione; controllo dell'erosione/produzione di biomassa primaria/stoccaggio di acqua/regolazione dei gas serra e del clima) è **fattibile** e può essere effettuata sia a livello regionale che nazionale che UE per individuare sinergie, tradeoff ed **esprimere la qualità del suolo in termini di valori omogenei per più SES e ST**
- ▶ La **procedura di armonizzazione deve essere considerata un processo virtuoso, ma che deve rimanere flessibile. Infatti:**
 - una parte di variabilità è rimasta nel modo in cui i diversi SM hanno applicato i cookbook, a causa delle differenze nei dati disponibili, nella scala dei dati o nelle competenze tecniche
 - l'armonizzazione della procedura ha limitato anche la possibilità di utilizzare alcuni indicatori specifici o indicatori di soglia che potrebbero essere più pertinenti per alcuni SM.
- ▶ Devono essere incrementati e armonizzati gli sforzi per **effettuare misurazioni per il monitoraggio del suolo** e raccoglierle in **database condivisi** (per migliorare la valutazione di SES e ST)