

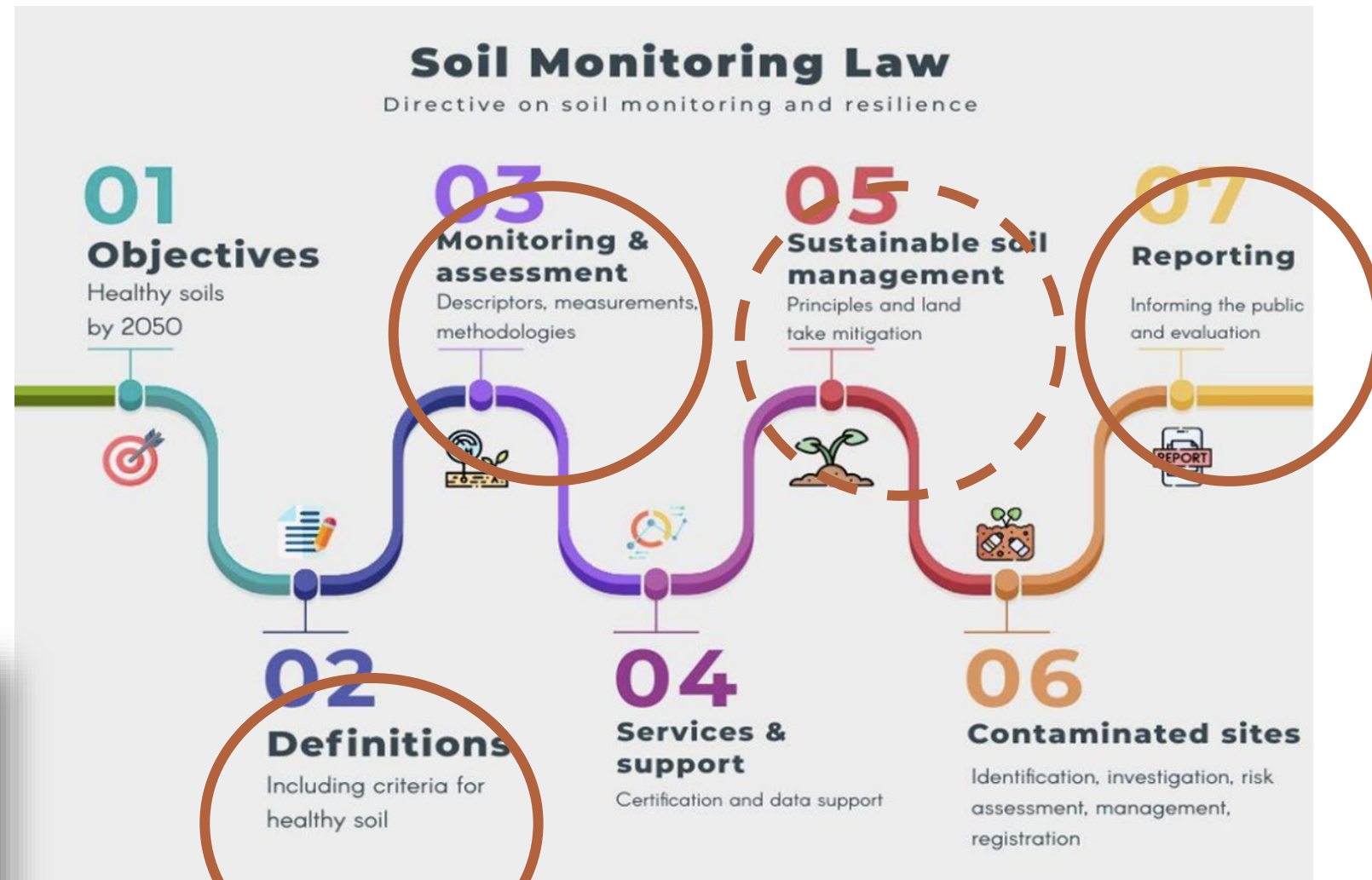


Il monitoraggio del suolo nel contesto europeo e nazionale ed il contributo di EJPSOIL e italiano alla discussione della Soil Monitoring and Resilience Directive

Maria Fantappiè CREA Agricoltura e Ambiente

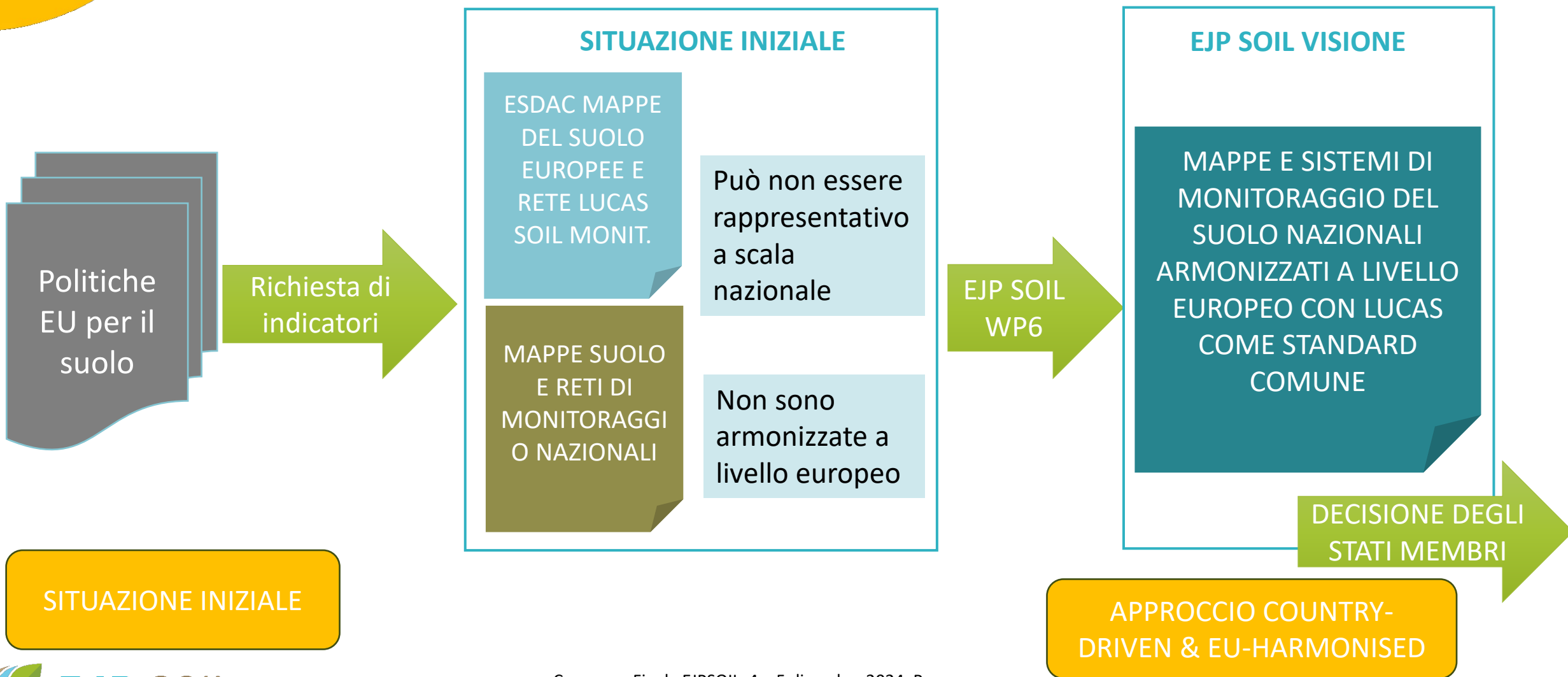
LE NECESSITÀ DI RICERCA A SUPPORTO DELLA SML

- Definizioni
- Indicatori e soglie
- Banche dati del suolo e reti di monitoraggio
- Produzione mappe e report
- Strumenti per la standardizzazione e armonizzazione



Convegno Finale EJPSOIL, 4 e 5 dicembre 2024, Roma

EJP SOIL WP6 a supporto della armonizzazione delle banche dati del suolo e del reporting



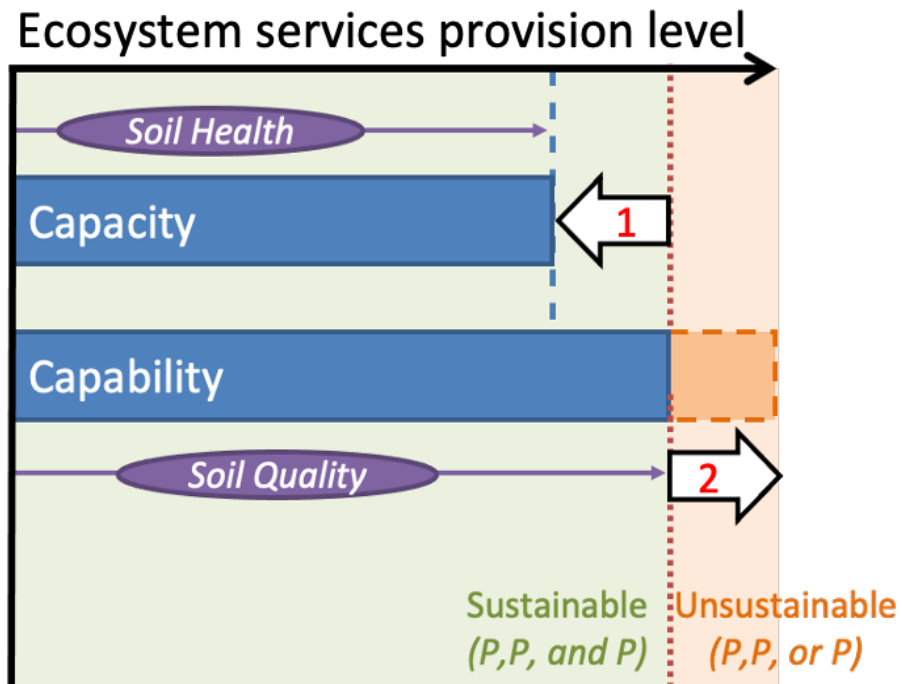


Definizioni



DEFINIZIONI

La proposta di **EJP SOIL** per la definizione della **salute del suolo**: mentre la qualità del suolo è la sua capacità potenziale di fornire **funzioni ecosistemiche**, dato un certo tipo di suolo e uso del suolo, lo stato attuale del suolo in termini di capacità reali di fornire tali servizi, date le reali condizioni generalmente non ottimali. (Faber et al 2022).



<https://ejpsoil.eu/soil-research/siren>



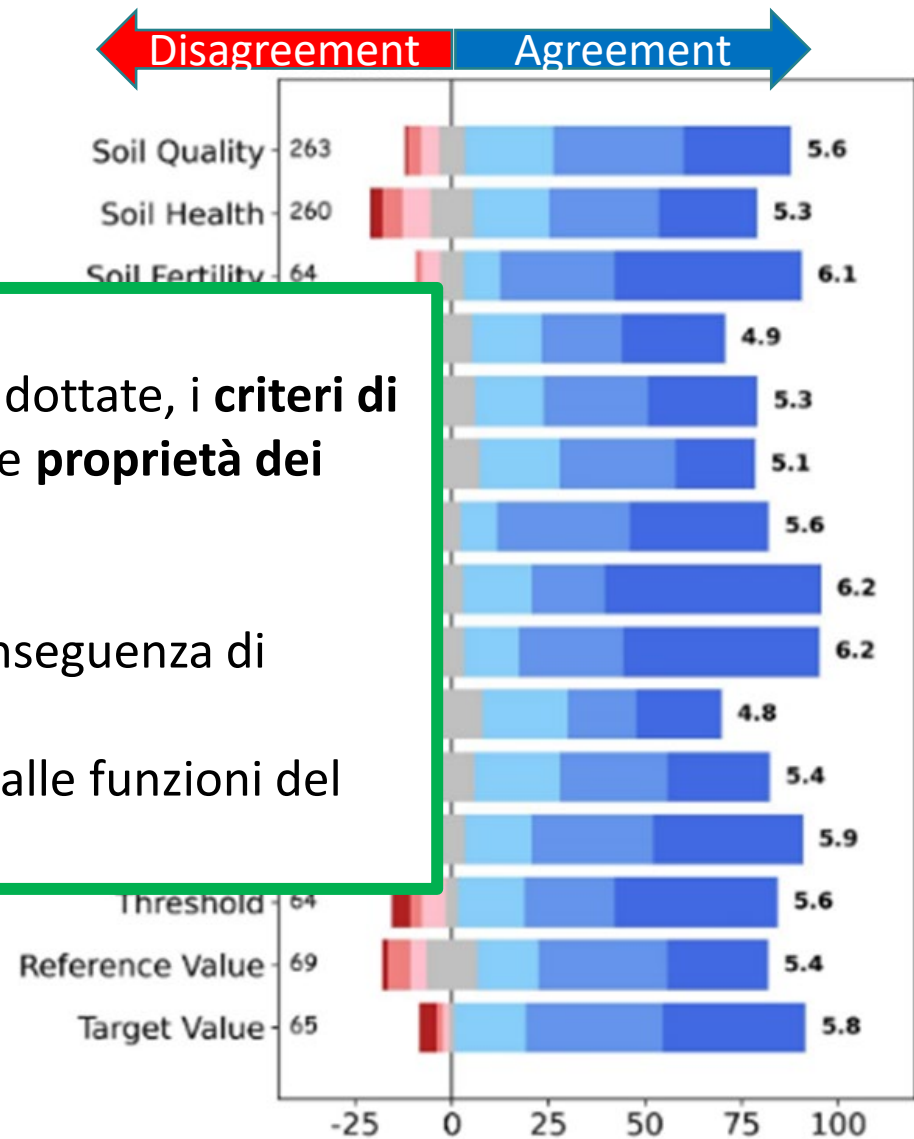
Parliamo la stessa lingua in relazione alla gestione sostenibile del suolo in Europa

Do we speak one language in soil management in Europe? Results from an EU-wide survey

Weninger et al., 2024. <https://doi.org/>

Indipendentemente dalle definizioni adottate, i **criteri di selezione per gli indicatori** e le relative **proprietà dei suoli** devono:

- 1) essere proprietà che variano in conseguenza di diverse gestioni del suolo;
- 2) devono essere proprietà correlate alle funzioni del suolo.





Banche dati del suolo e sistemi di monitoraggio



Inventario: Banche dati del suolo nei paesi Europei: Come siamo messi?

Disponibilità di dati per diverse proprietà del suolo in diverse regioni Europee (% di paesi)

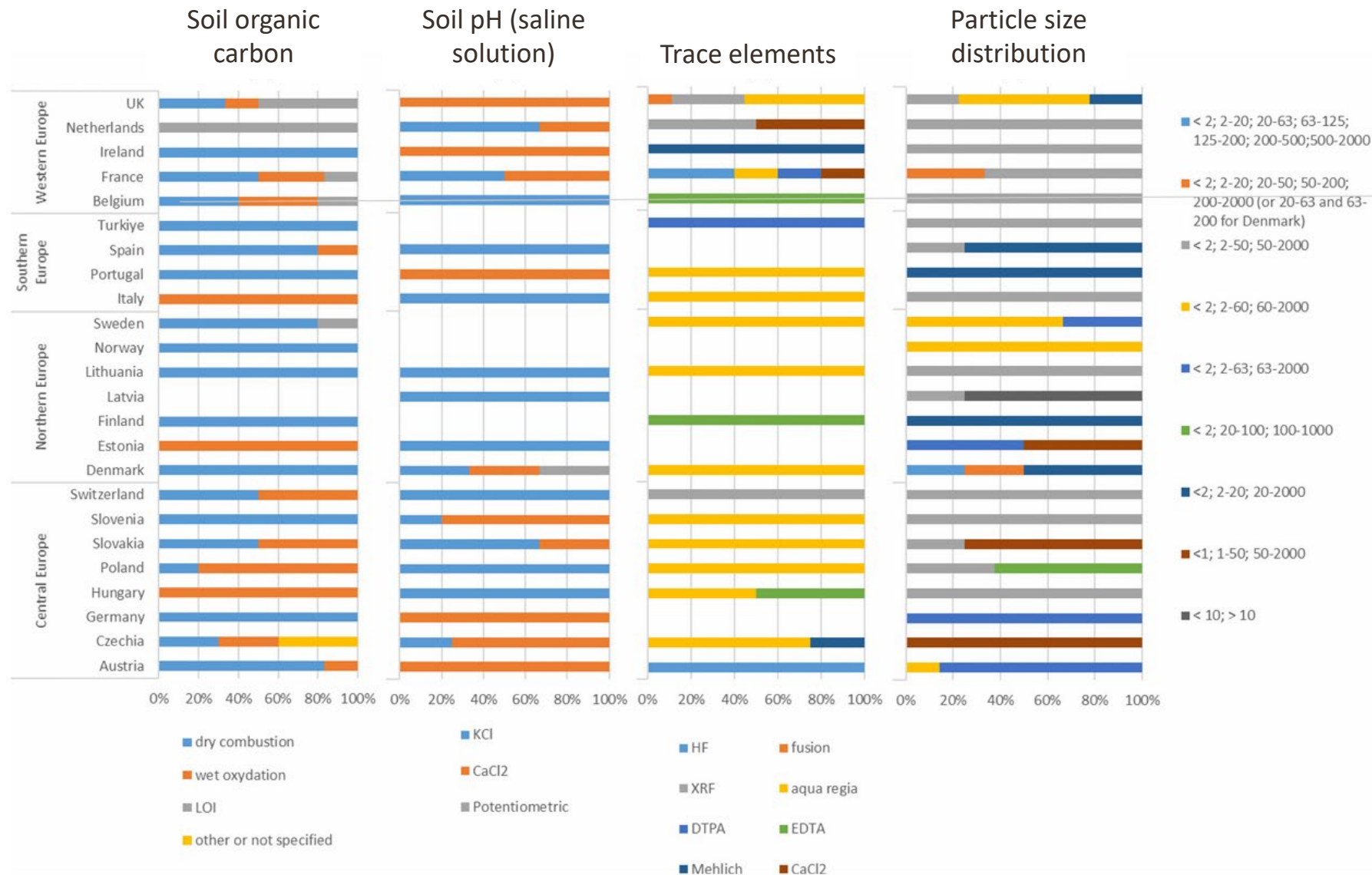


Cornu et al. 2023. EJSS. <https://doi.org/10.1111/ejss.13398>

European Journal of
Soil Science



Variabilità dei metodi di laboratorio adottati nei paesi Europei per alcune rilevanti proprietà dei suoli.



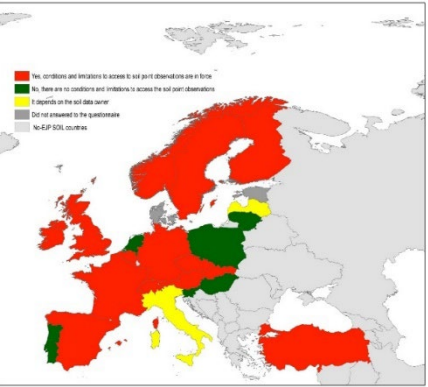
Cornu et al. 2023. EJSS. <https://doi.org/10.1111/ejss.13398>

European Journal of
Soil Science

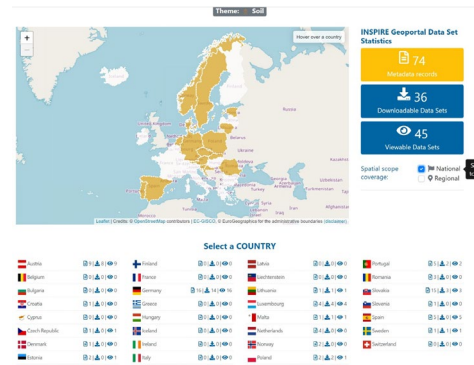
Convegno Finale EJPSOIL, 4 e 5 dicembre 2024, Roma



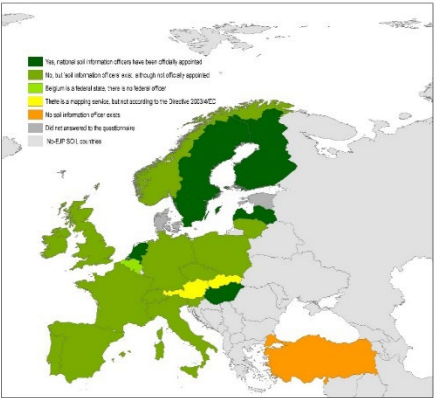
LEGGI EUROPEE E TRASPOSIZIONI NAZIONALI SULLA CONDIVISIONE DEI DAI DI SUOLO



Regole di
condivisione



Pochissimi dati di suolo
disponibili nel portale
INSPIRE!



Istituzioni preposte

Member State	Directive 2003/04/EC	Directive 2007/02/EC
Slovenia	transposed	transposed
State Structure	Unitary State	Soil ownership structure Agricultural Institute of Slovenia, University of Ljubljana, https://arhiv.kis.si/pls/kis/!kis.web?j=EN ; Biotechnical Faculty, https://www.uni-lj.si/academies_and_faculties/faculties/2013052914461802/ .
INSPIRE contact point		Surveying and Mapping Authority https://www.gov.si/en/state-authorities/bodies-within-ministries/surveying-and-mapping-authority/
INSPIRE metadata portals and network services		https://eprstor.gov.si/imps/srv/slv/catalog.search#/home http://www.geoportal.gov.si/
INSPIRE Geoportal Number of published soil datasets		Other: 1
SOIL DATA SHARING POLICIES points		No access constraints
SOIL DATA SHARING POLICIES polygons		The access is given depending on the data collection framework or participation in research activities/projects.
SOIL DATA SHARING POLICIES grids		The access is given depending on the data collection framework.

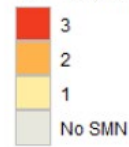
Fantappiè et al., 2021 <https://doi.org/10.5281/zenodo.10014912>



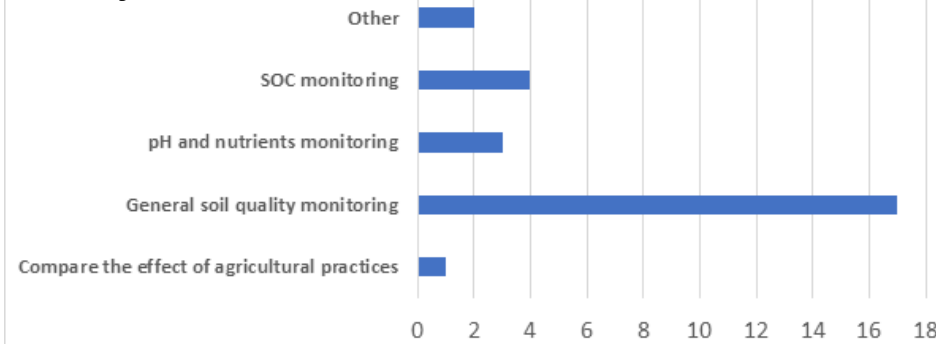
INVENTARIO DEI SISTEMI DI MONITORAGGIO DEL SUOLO NAZIONALI

19 countries

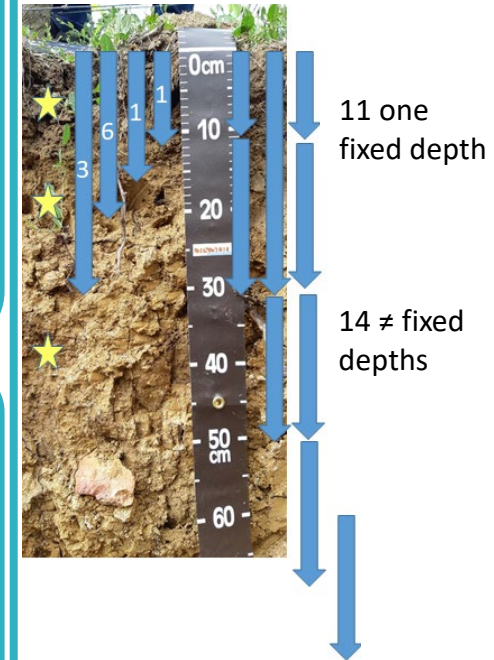
Number of Soil Monitoring Systems



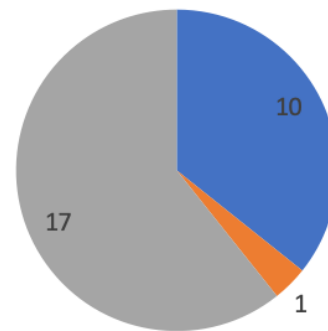
Objectives



Sampling depths



Layout



- Grid
- Mixed (grid + representative sites)
- Stratified representative sites

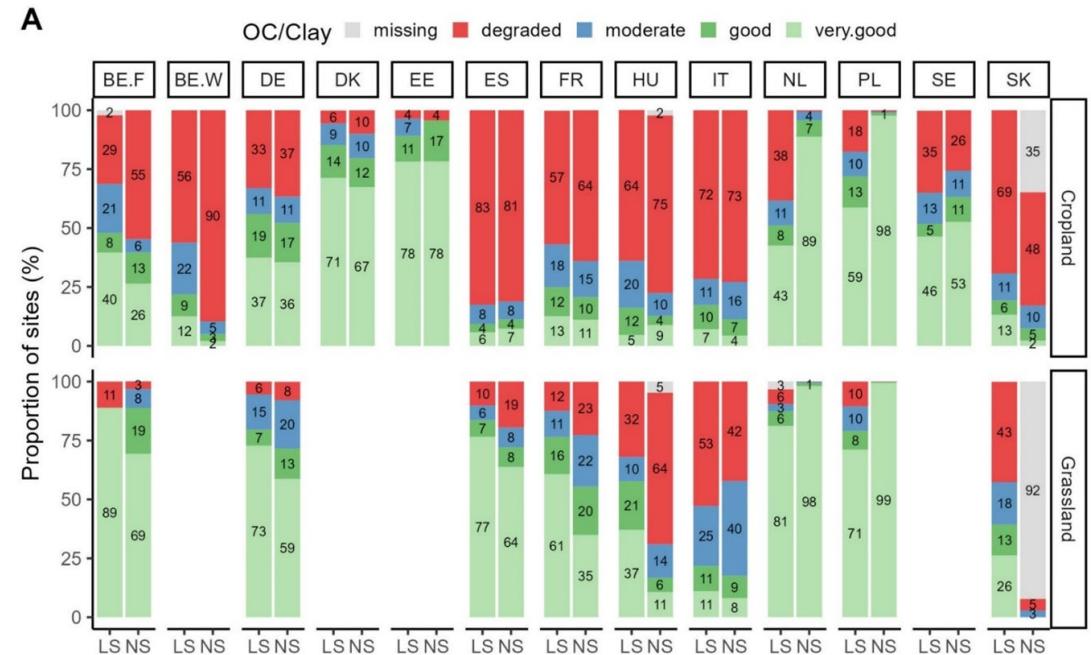
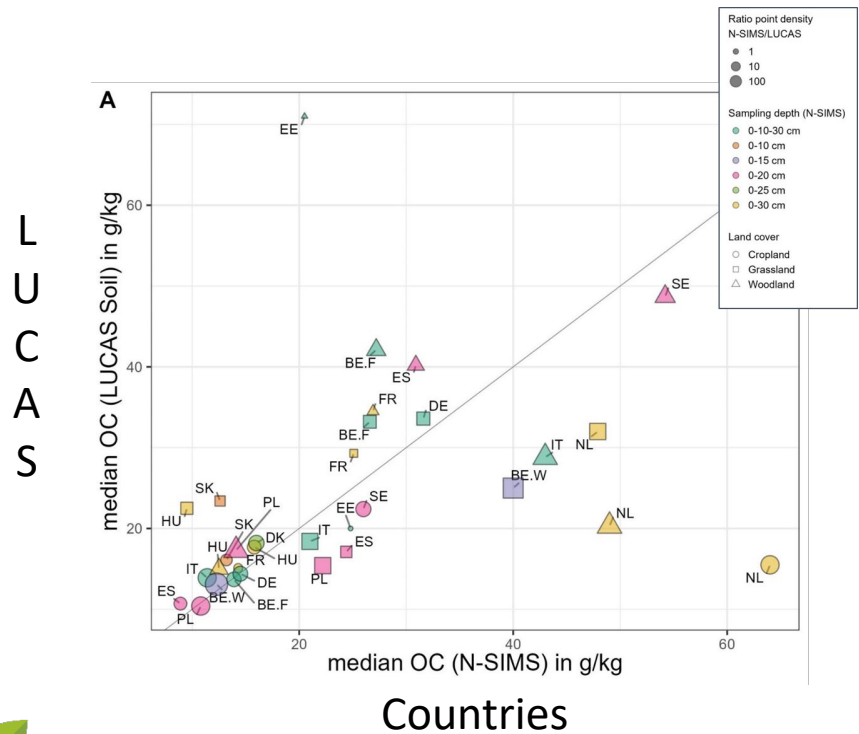
I sistemi di monitoraggio del suolo differiscono per protocolli di campionamenti, definizione della rete di monitoraggio, parametri monitorati e frequenza, scopo del monitoraggio e non c'è la volontà di cambiare
=> **è necessaria l'armonizzazione verso uno standard comune.**

EJP SOIL A. Bispo et al. Deliverable D6.3, 2021

<https://zenodo.org/records/12705644>

CONFRONTO FRA LUCAS E I DATI NAZIONALI IN 12 STATI MEMBRI

- La distribuzione dei siti di campionamento è differente e di conseguenza non rappresenta allo stesso modo usi del suolo e tipi di suolo
- Di conseguenza le popolazioni statistiche delle diverse proprietà del suolo considerate sono molto diverse
 - Non è facile combinare reti di monitoraggio costruite con finalità diverse
 - L'uso di reti di monitoraggio diverse ha impatti sulla determinazione dello stato di salute dei suoli



Froger et al., 2024 <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.117027>

DURANTE EJPSOIL E' STATO SVOLTO UN CAMPIONAMENTO DOPPIO DURANTE LUCAS 2022, FINALIZZATO AD AVERE DATI PER SVILUPPARE O VALIDARE FUNZIONI DI TRASFERIMENTO (= CONVERSIONE)



Analytical procedures

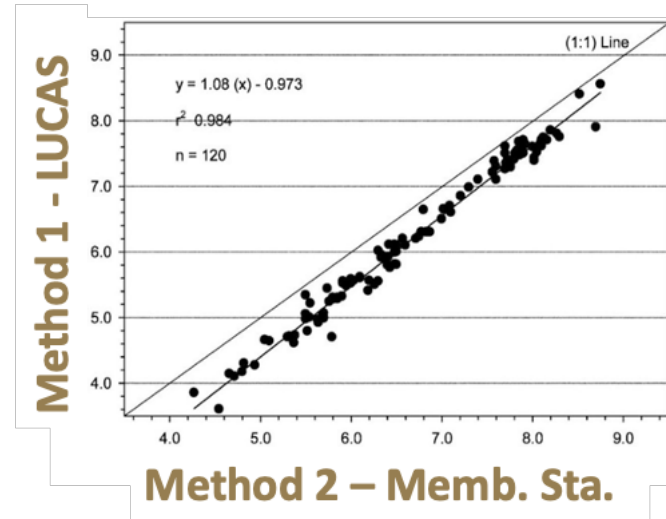
- Double samples obtained from LUCAS 2022 samplers
- Between 100 and 200 sites will be analyzed depending on the countries
- 17 countries involved
- Comparison of EU and national results



Sampling and analytical procedures

- Sampling (on national SMS and/or on LUCAS 2022 points) according to national and LUCAS sampling protocols
- 6 countries involved
- Compare the overall process

Transfer functions



Non abbiamo ancora i risultati analitici del laboratorio europeo.

... Ialina Vinci vi parlerà di risultati preliminari ...

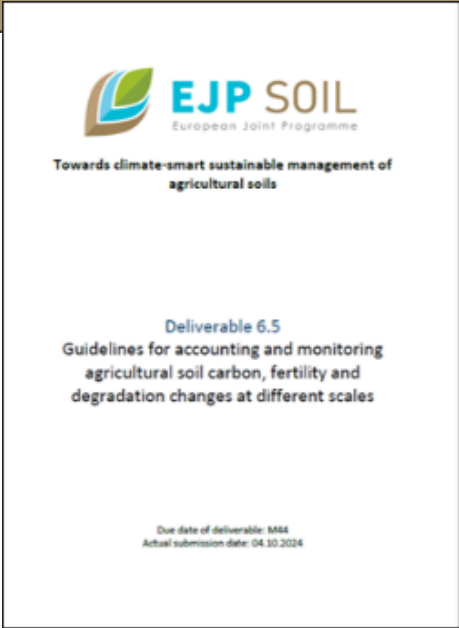


Indicatori e soglie



SUGGERIMENTI DI EJPSOIL RELATIVI AGLI INDICATORI PROPOSTI DALLA SML

	IN ACCORDO	PROOPOSTE DI MODIFICA
SOC	•SOC Content •SOC Stock	•Delete: SOC/clay •Add: SOC/SOCexp and SOC/SOCmax
Soil nutrients	Total N, Extractable P	Add : P stocks (not only available P) and C/N ratio (N potential delivery)
CEC		CEC and ESP to be added
pH	pH in Water	
Electrical conductivity	Electr. Conductivity	
Available water capacity		Infiltration rate, permeability along the soil profile and/or the soil porosity and structure stability
Soil biodiversity	Biodiversity (since last version of SML)	Biodiversity (functional and structural indicators)
Soil structure	Bulk density	
Soil contamination	Trace elements and selected organics	
Soil sealing	Soil sealing	
Soil erosion	Soil loss rate	



- Per ogni indicatore:
1. Frequenza e profondità campionamento
 2. Ci sono soglie?
 3. Raccomandazioni
- Stato dell’arte della conoscenza.

*EJP SOIL A. Bispo et al. Deliverable D6.5, 2024
... under approval by REA*



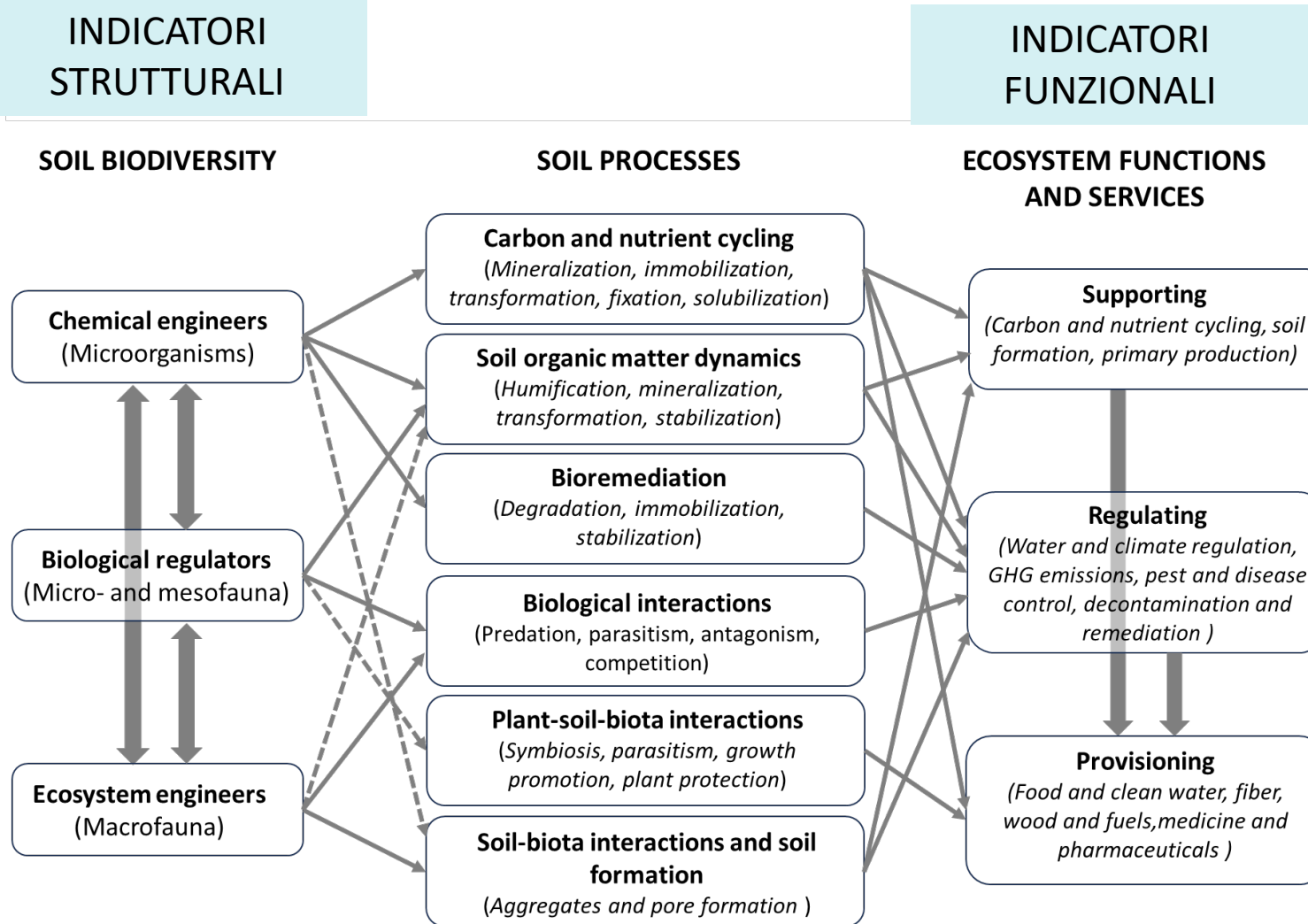
RIASSUNTO DEI SUGGERIMENTI DI MODIFICA

- **La frequenza di campionamento suggerita media (5-6 anni)**
 - Alcuni parametri del suolo variano molto lentamente (ad es. SOC, pH, trace elements), e variazioni significative si possono rilevare solo dopo 10 anni (a meno che non ci siano variazioni drastiche: cambi d'uso o eventi estremi o contaminazione)
 - Altri parametri potrebbero variare molto rapidamente (ad es. La biodiversità, ma c'è scarsità di dati per verificarlo)
 - 5-6 anni ≈ un buon compromesso
- **Si suggerisce di campionare sia topsoil che subsoil**
- **Per le proprietà idrologiche si suggerisce di campionare anche a scala di bacino**
- **Definizione dei periodi ottimali di campionamento**
 - Non campionare subito dopo un intervento agricolo (ad es. lavorazioni, concimazioni, ecc)
 - Biodiversità del suolo, a primavera e in autunno
- **Costo stimato per ogni sito: 1,000 to 2,500 €**

*EJP SOIL A. Bispo et al. Deliverable D6.5, 2024
... under review by REA*



APPROFONDIMENTO SUGLI INDICATORI BIOLOGICI



La biodiversità del suolo contribuisce ai processi che avvengono nel suolo e dunque allo stato di salute del suolo.

Figure 1 - Relationships between soil biodiversity, soil processes and ecosystem functioning and services. Arrows and dashed arrows indicate, respectively, major and minor roles of functional groups on soil processes (modified from El Mujtar et al., 2019).



QUALI INDICATORI BIOLOGICI SONO PIÙ SENSIBILI ALLE VARIAZIONI DI GESTIONE?

RISULTATI DA ANALISI EFFETTUATE IN ESPERIMENTI DI LUNGO PERIODO

	Biological indicators (tier 1)	Metrics	TILLAGE		Fertilization	
			Effect size*	Rank#	Effect size*	Rank#
Functional indicators	Soil microbial respiration	Basal respiration	0.624	2	0.179	3
	Microbial biomass	Bacteria	0.568	3	0.112	8
	Microbial biomass	Fungi	0.189	11	0.040	14
	Enzyme activity	Beta-glucosidase	0.664	1	0.089	12
	Enzyme activity	Dehydrogenase	0.431	4	0.114	7
	Enzyme activity	Urease	0.404	5	0.146	6
	Enzyme activity	Arylsulphatase	0.198	10	0.206	2
	Enzyme activity	Alk-Phosphomonoesterase	0.267	7	0.091	11
Structural indicators	Ecosystem engineers (earthworms)	Species richness	0.112	15	0.067	13
	Ecosystem engineers (earthworms)	Tot biomass	0.174	12	0.032	15
	Biological regulators (mesofauna)	QBS-ar	0.380	6	0.176	4
	Biological regulators (mesofauna)	n. emiedaphic	0.015	17	0.221	1
	Biological regulators (mesofauna)	n. eudaphic	0.226	9	0.013	16
	Biological regulators (mesofauna)	n. epigeic	0.161	13	0.171	5
	Biological regulators (nematodes)	Tot abundance	0.159	14	0.008	17
	Biological regulators (nematodes)	Fungivores	0.065	16	0.103	9
	Chemical engineers (microorganisms)	16SrRNA metabarcoding	0.238	8	0.098	10

Misurano l'attività biologica e l'efficienza nel riciclo dei nutrienti:

MA NON MISURANO LA BIODIVERSITÀ

Misurano la diversità in diverse catene trofiche:

MA NON MISURANO LO STATO VITALE.

Sia funzionali che strutturali sono necessary, ma quali?

*Eta-squared (η^2) : the proportion of the total variance in a dependent variable that can be attributed to a particular independent variable

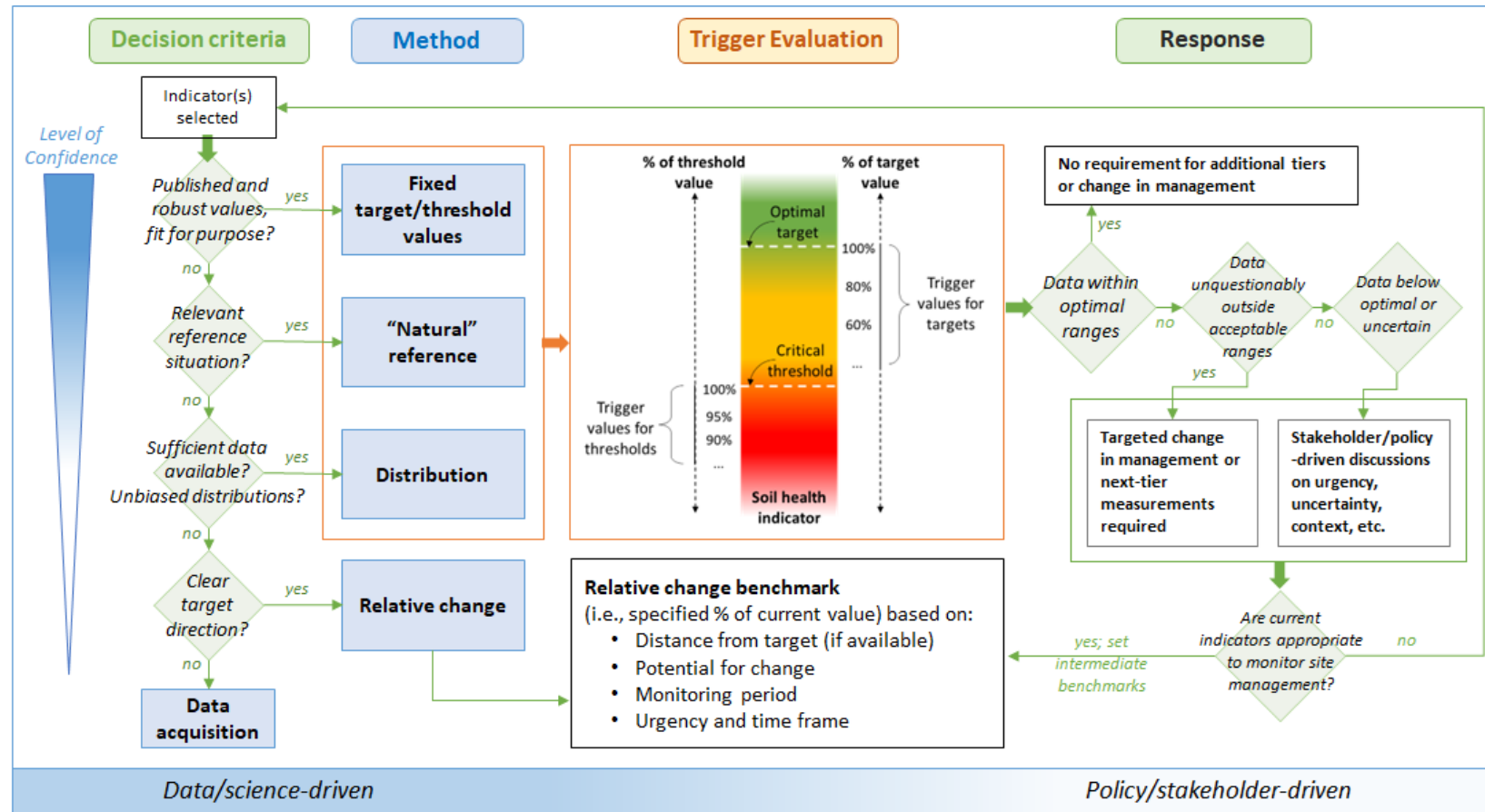
INDICATORI BIOLOGICI SUGGERITI

Set minimo di indicatori suggerito (< 1,000 euros/campione)

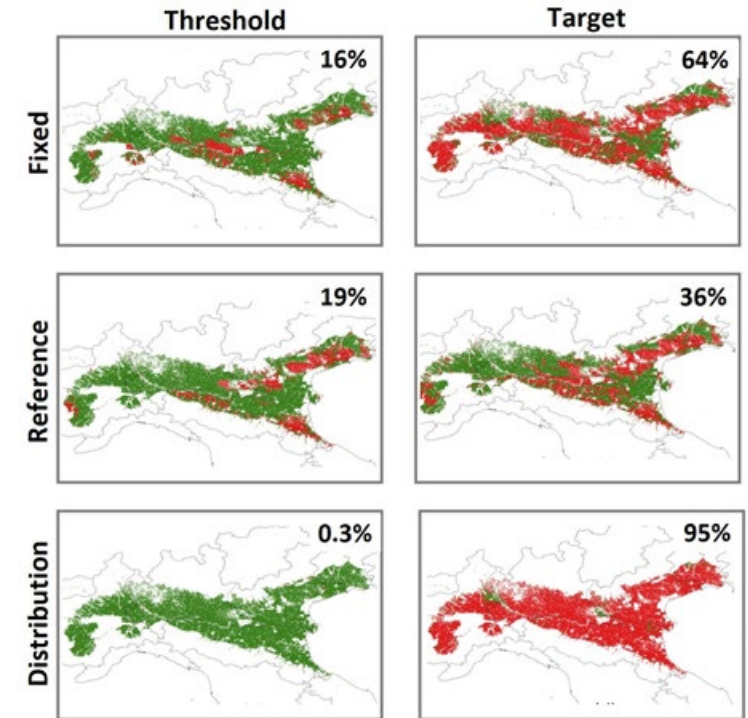
Priority level	Recommended indicators		Brief description	Methodology	Cost
Tier I	Functional Indicators	Microbial biomass C	Amount of microbial biomass per gram soil	ISO 14 240-1 / -2 EN ISO 11 063	20-30€/sample
		Microbial respiration	Production of CO2 per amount of soil	ISO 16072:2002	20-30€/sample
		Enzyme activity	Measurement of several hydrolase activities in soil	ISO 14 238 ISO/TS 22 939 ISO 23 753-1 ISO 23 753-2	20-80€ for each enzyme
	Structural indicators	Ecosystem engineers (Macrofauna)	Structural and functional diversity (earthworms)	ISO 23611-1:2018	30-140€
		Biological regulators (Mesofauna)	Structural and functional diversity	ISO 23611-2:2006 QBS-ar (Parisi et al., 2005)	75-140€
		Biological regulators (Microfauna)	Structural and functional diversity (nematodes)	ISO 23611-4:2006	30-140€
		Chemical engineers (Microorganisms)	Structural diversity of soil microbiota (bacteria, archaea, fungi)	DNA metabarcoding (ISO 11063:2020) and Plassart et al., 2012	75-100€ for each target group



PROPOSTA DI APPROCCI PER DEFINIRE LE SOGLIE



Proiezione aree degradate per SOC



Fixed : soglie EEA

Reference : Target : 80% of SOC permanent grassland; Threshold: 60% of SOC permanent grassland

Distribution : Threshold = 12.5% and Target = 87.5%

Matson et al. 2024, Four approaches to setting soil health targets and thresholds in agricultural soils, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123141>

Convegno Finale EJPSOIL, 4 e 5 dicembre 2024, Roma



Mapping and Reporting



SUPPORTO DI EJPSOIL NEL TEST DI IMPLEMENTAZIONE DELLO SCHEMA DI CAMPIONAMENTO

ANNEX II

METHODOLOGIES

Part A: Methodology for determining sampling points

Activity	Minimum criteria for methodology
Determination of soil sampling points (sample survey)	The sample survey shall be designed from a complete sample frame containing the best available information on the soil properties distribution, including but not limited to information resulting from previous national measurements and measurements under the LUCAS programme. The sampling scheme shall be a stratified random sampling optimized on the soil health descriptors. The size of the national sample shall meet the requirement of a maximum percent error (or Coefficient of Variation) of 5% for the estimation of the area having healthy soils. The Commission sample for the survey set under Art 6(4) may contribute to a maximum of 20 % of the size of national samples. The allocation and size of the sample shall be determined by applying the Bethel algorithm (Bethel, 1989)⁵ accounting for the required maximum estimation error.



Informal videoconference of the Working Party on the Environment (WPE) – 20 February 2024

Soil Monitoring Law

Presidency Steering Note

On the 29th of January, the Presidency discussed in the afternoon the sampling methodology proposed in Part A of Annex II of the Soil Monitoring Law proposal. With the support of the Commission, the Presidency tested the method on its territory, as a case study. The documents presented by the Presidency and the Joint Research Centre were shared through the Delegates portal (doc. 1346/2024 dd. 29 January 2024).

The presidency kindly invited Delegations to inform the Presidency if they wished to run a similar simulation of the Soil Monitoring methodology proposed in this Directive to determine the number and location of the sampling points (Annex 2 part A) and if they would need help from EJP Soils experts to run the simulation. **Most of the Delegations showed interest and asked support from EJP Soil experts.**

24 Stati Membri han ricevuto il support di EJPSOIL (di cui 4 esterni al programma)



SUPPORTO DI EJPSOIL NEL TEST DI IMPLEMENTAZIONE DELLO SCHEMA DI CAMPIONAMENTO

Tests to run

- JRC default scenario:
 - Grid resolution: 100m x 100m
 - Starting sample and CLHS sample: to be estimated by MS (e.g. for BE, starting sample = 80.000 points, CLHS sample = 5000 points)
 - Input spatial layers (EU data):
organic carbon, nitrogen, pH H₂O, phosphorus, texture, bulk density (0-10cm)
 - Domain:
NUTS2 x Corine Land Cover (with given aggregation to use)

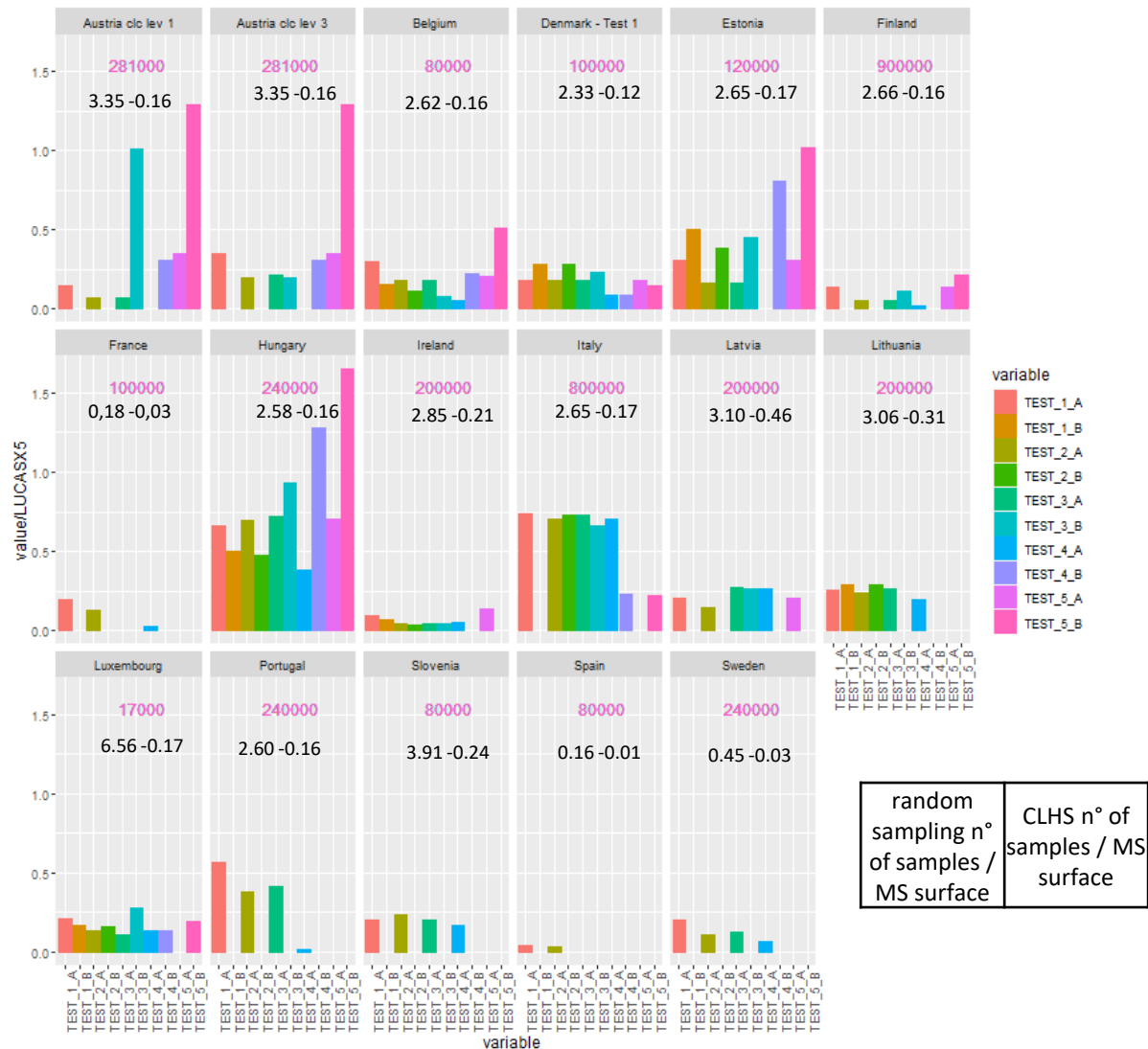
For points in urban areas: either replace CLC with local data, or give specific weight for sampling points
 - Coefficient of Variation (CV): 5%

NUMEROSI ULTERIORI TESTS EFFETTUATI:

- 1) Cambiando la risoluzione delle mappe di input di suolo (100 m o 500 m)
- 2) Usando mappe di input di suolo europee di default o mappe nazionali
- 3) Usando il domain proposto, oppure sostituendo con mappa delle Soil Regions d'Italia (soil units = aree omogenee per tipologie di suolo)
- 4) Usando anche punti di monitoraggio nazionali come input



RISULTATI DEL TEST



IL NUMERO FINALE DI PUNTI DI MONITORAGGIO È INFLUENZATO DA MOLTI FATTORI:

- 1) Numero iniziale di random samples e parametro CLHS sono i fattori che impattano di più (andrà definito un criterio uniforme fra MS)
- 2) La risoluzione delle mappe di input non ha impatto rilevante, il numero di mappe usate invece ha un impatto rilevante
- 3) Dimensione e numero dei DOMAINS (distretti e/o unità di suolo) ha un impatto rilevante => usare le Soil Regions invece che NUTS 2 x Corine riduce i punti necessari per l'Italia
- 4) I numero di punti di monitoraggio nazionali che vengono mantenuti dalla selezione varia a seconda delle mappe iniziali usate => la proporzione fra punti LUCAS e nazionali non può essere definita a priori

C'è bisogno di linee guida e supporto anche durante l'implementazione.

MAPPATURA DEL SUOLO COUNTRY-DRIVEN E EU-HARMONISED

Comparare accurattee e patterns, ed effetto bordo.

EXPERIMENTAL DESIGN

Top down approach
(EU-wide random forest model)

Country driven approach
(Separate national random forest models)

Activity still ongoing

Agreements of sharing
regression matrices

No point data sharing

EUROPEAN WIDE
COVIARIATES

LUCAS Soil
2009

LUCAS 2009 +
NATIONAL DATA

NATIONAL
DATA

EUROPEAN WIDE
COVIARIATES

LUCAS Soil
2009

LUCAS 2009 +
NATIONAL DATA

NATIONAL DATA

EUROPEAN WIDE
COVIARIATES+
NATIONAL COVIARIATES

LUCAS Soil
2009

LUCAS 2009 +
NATIONAL DATA

NATIONAL DATA

I risultati preliminari indicano che

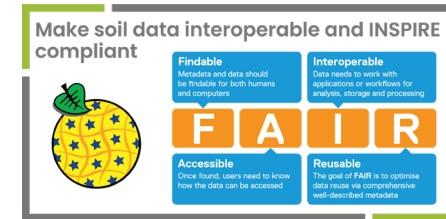
1. La rappresentatività dei dati campionamento usati è il fattore determinante nel determinare l'accuratezza dei risultati
2. L'uso di covariate nazionali migliora l'accuratezza
3. Usare insieme i dati nazionali incrementa l'accuratezza.
3. A parità di indici di accuratezza i patterns sono molto diversi



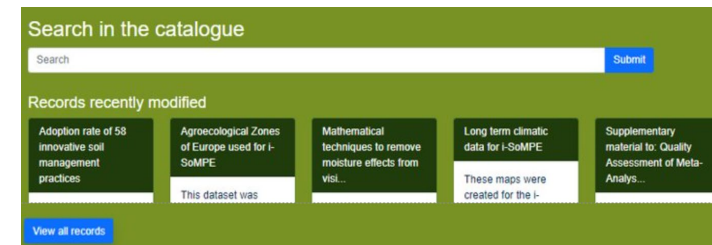
GLOBAL SYMPOSIUM ON SOIL INFORMATION AND DATA | MEASURE MONITOR MANAGE | September 25-28, 2024 Nanjing, China



STRUMENTI A SUPPORTO DELLA CONDIVISIONE DATI DI SUOLO



- [Wiki](#) guida opzioni di fornitura dei dati di suolo
- [EJP SOIL catalogo di metadati](#) una finestra sui dati di disponibili in EU
- [OWL SOIL template](#) per banche dati del suolo basato su ISO 28258
- [Codelists](#) : definizioni e vocabolari standard per il suolo
- [Geopackage SOIL template](#) conforme INSPIRE ISO 28258, ISO 19123, ISO 19156:2011



Il formato Geopackage è supportato dalla EEA per il monitoraggio ambientale



CONCLUSIONI

- Lezioni apprese

La costruzione di una rete di collaborazione sul tema dei dati e del monitoraggio del suolo ha permesso di condividere efficacemente i dati e la conoscenza del suolo, producendo consigli politici basati sulla scienza e strumenti utili.

- Prospettive future

Mantenere la rete di collaborazione per dare seguito alle attività in corso: sviluppo e validazione di funzioni di trasferimento, sperimentazione sulla definizione degli schemi di campionamento, ulteriori ricerche sui (bio)indicatori e le funzioni del suolo, mappatura del suolo collaborativa fra Stati Membri e EU => verso una integrazione di dati nazionali ed europei.

maria.fantappie@crea.gov.it

infosuoli.crea.gov.it

Grazie per l'attenzione!

CONVEGNO FINALE EJP SOIL

**Coltivare il Futuro:
Scienza, Politica e Innovazione per la Salute
e la Fertilità dei Suoli Italiani**

Un incontro tra ricercatori, politici e professionisti per condividere risultati e prospettive



4 e 5 dicembre 2024

Centro Congressi Forma Spazi | via Cavour 181, Roma