

Monitoraggio e valutazione della qualità dei suoli regionali

Paola Tarocco

Area Geologia, Suoli e Sismica. Settore Difesa del Territorio
Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente

11 Ottobre 2023

Proposta di direttiva sulla protezione del suolo

La proposta di direttiva mira a sostenere azioni volte a migliorare e mantenere i **suoli in condizioni di salute**.

Suoli in salute sono fondamentali per raggiungere gli **obiettivi** proposti nell'ambito del Green Deal (EGD):

1. mitigazione e adattamento ai **cambiamenti climatici**;
2. mitigazione degli impatti di **disastri naturali** e incremento della resilienza alla **siccità**;
3. garantire la **sicurezza alimentare** ossia incremento della capacità di produrre a lungo termine cibo sufficiente, sicuro e nutriente;
4. protezione della **salute dei cittadini** europei mediante la riduzione delle contaminazioni del suolo.

Le misure proposte si articolano in azioni per:

- **monitoraggio e valutazione della salute del suolo** (cap. II, art. 6-9);
- **gestione sostenibile** dei suoli (cap. III, art. 10-11);
- definizione, identificazione e valutazione del rischio dei **siti contaminati** (cap. IV, art. 12-16)

Proposta di direttiva sulla protezione del suolo

Monitoraggio e valutazione della salute dei suoli

Il monitoraggio dovrà misurare, su base almeno quinquennale, un **set di indicatori per descrivere i processi di degrado del suolo**, come salinizzazione, erosione, perdita di carbonio organico e compattazione.

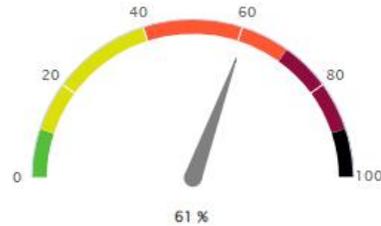
Il valore degli indicatori dovrà essere confrontato con specifici **criteri di valutazione**, alcuni dei quali sono definiti a livello europeo, mentre altri sono demandati, entro certi limiti, alla decisione di ciascuno Stato Membro.

Il monitoraggio e valutazione della salute del suolo sarà oggetto di un **rapporto quinquennale** (art. 18) da parte degli Stati Membri alla Commissione e all'Agencia Europea dell'Ambiente (EEA), i quali si impegnano a rendere tali dati accessibili attraverso un portale europeo (art.19).

Proportion of land affected by soil degradation in the EU

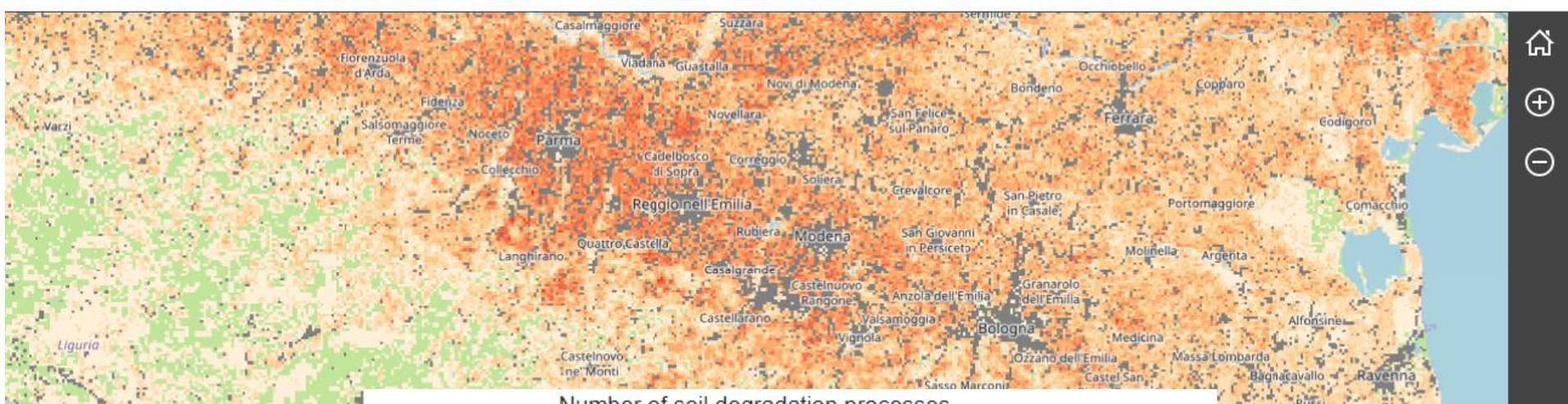


<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/esdacviewer/euso-dashboard/>

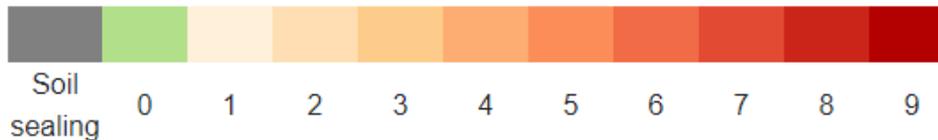


Highcharts.com

The speedometer indicates the proportion of land likely to be affected by one or more soil degradation processes or by soil sealing in the EU. It is based on the convergence of evidence approach described below. This figure is subject to a degree of uncertainty. It is likely an under-estimate as it is based on soil degradation indicators for which data is available; however, scientific evidence is lacking for many other soil degradation processes which are not reflected in the current figure.



Number of soil degradation processes



Proposta direttiva sulla protezione del suolo. Allegato 1

Nell'**allegato 1** alla proposta di Direttiva sono elencati una serie di **indicatori di qualità del suolo**, di cui alcuni con soglie (criteri) definite al livello europeo, altri che verranno definiti per ogni stato membro. Per molti di questi la regione Emilia-Romagna dispone o sta aggiornando le cartografie relative.

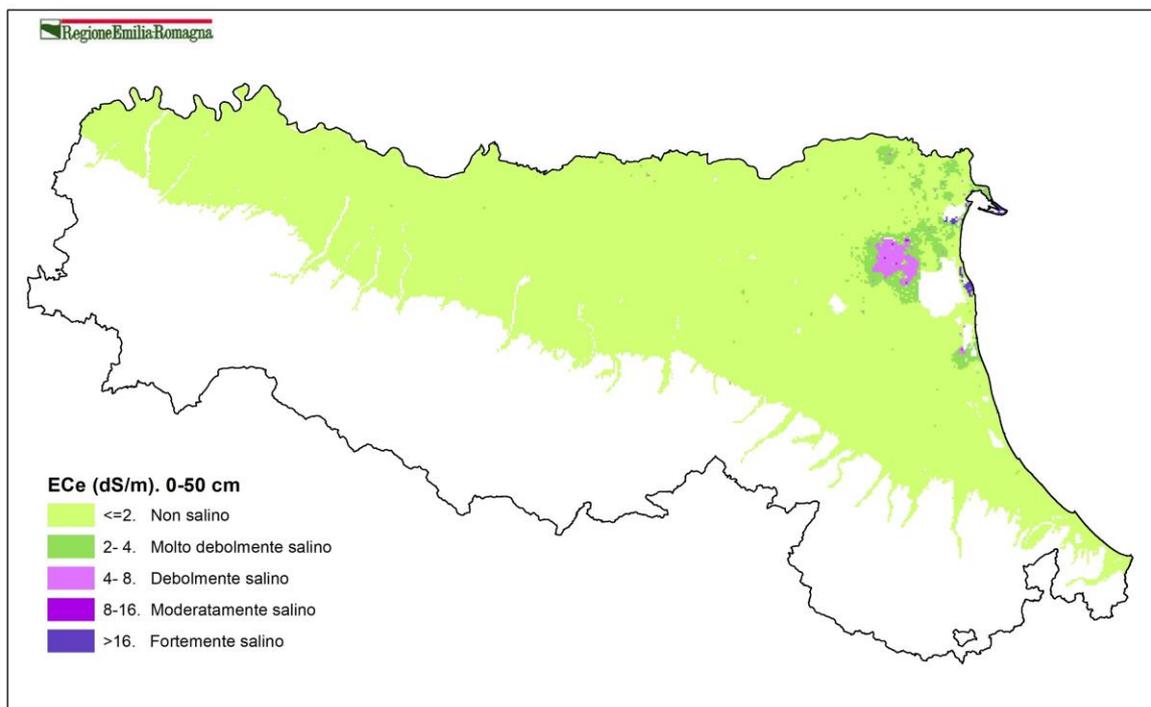
Indicatori con criteri definiti a livello europeo: parte A

- Salinizzazione:** **carte di salinità** per gli strati 0-50 cm (2015) e 50-100 cm (2011) sono disponibili per l'area di pianura;
- Erosione del suolo:** nel 2019 è stata prodotta la seconda edizione della **carta dell'erosione dei suoli** utilizzando la metodologia RUSLE;
- Perdita di carbonio organico:** carte del **contenuto di carbonio organico (SOC)** sono già disponibili per tutta la regione per lo strato 0-30 cm al dettaglio di 1 ha (2023);
- Compattazione del subsoil:** non esiste una cartografia dedicata, ma i dati per produrla si possono ricavare.

Indicatore: **conducibilità elettrica in pasta satura < 4 dS m⁻¹**

Classe	ECe (dSm ⁻¹)	Effetti sulle produzioni agricole
Non salino	<2	Effetti per lo più trascurabili
Molto debolmente salino	2-4	La produttività di colture molto sensibili si può ridurre
Debolmente salino	4-8	La produttività di molte colture è ridotta
Moderatamente salino	8-16	Solo colture tolleranti producono in modo soddisfacente
Fortemente salino	>16	Solo poche colture molto tolleranti producono in modo soddisfacente

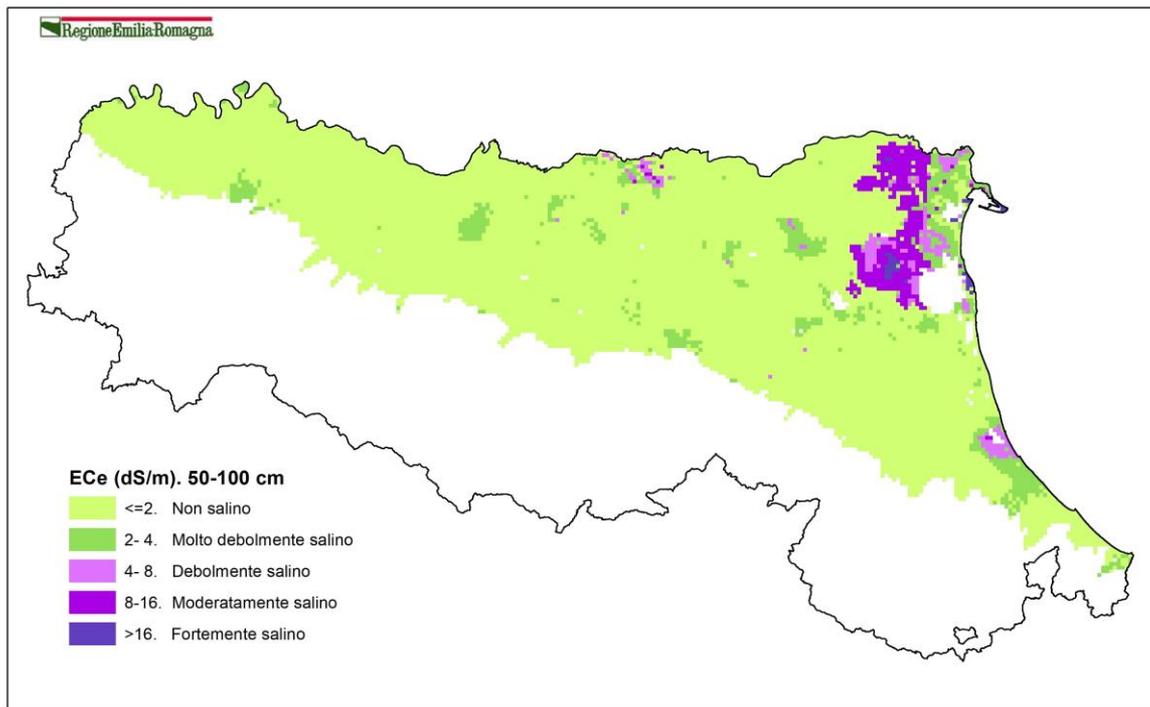
Tabella 1. Classi di salinità secondo Richards (1954) e il Soil Survey Manual dell'USDA



Indicatore: **conducibilità elettrica in pasta satura < 4 dS m⁻¹**

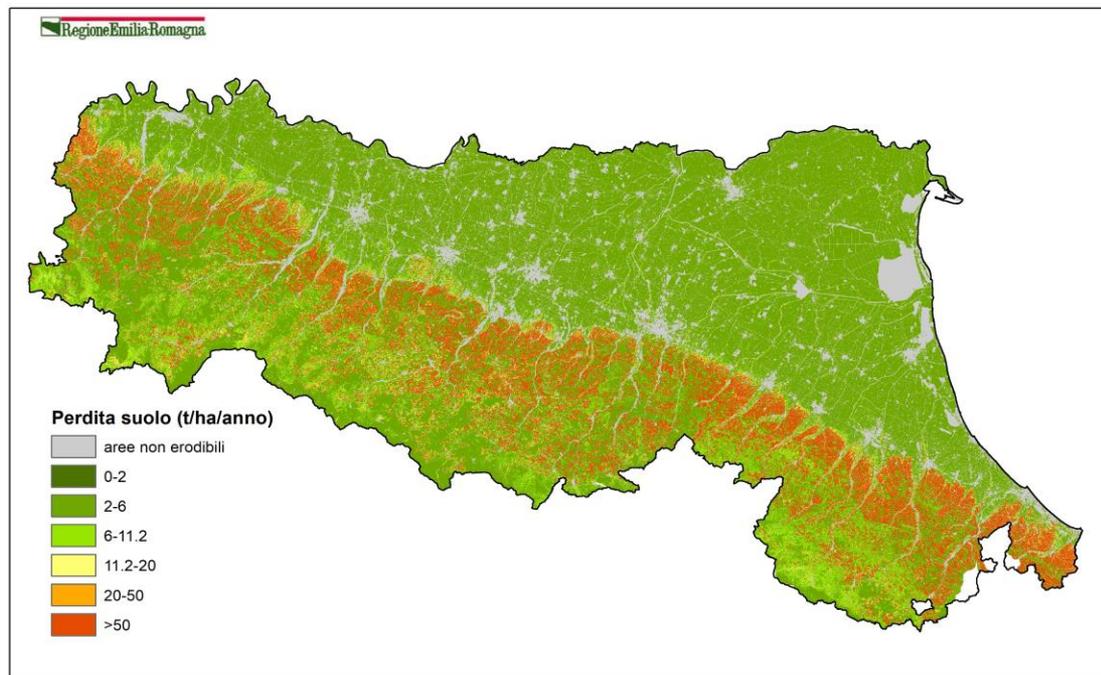
Classe	ECe (dSm ⁻¹)	Effetti sulle produzioni agricole
Non salino	<2	Effetti per lo più trascurabili
Molto debolmente salino	2-4	La produttività di colture molto sensibili si può ridurre
Debolmente salino	4-8	La produttività di molte colture è ridotta
Moderatamente salino	8-16	Solo colture tolleranti producono in modo soddisfacente
Fortemente salino	>16	Solo poche colture molto tolleranti producono in modo soddisfacente

Tabella 1. Classi di salinità secondo Richards (1954) e il Soil Survey Manual dell'USDA



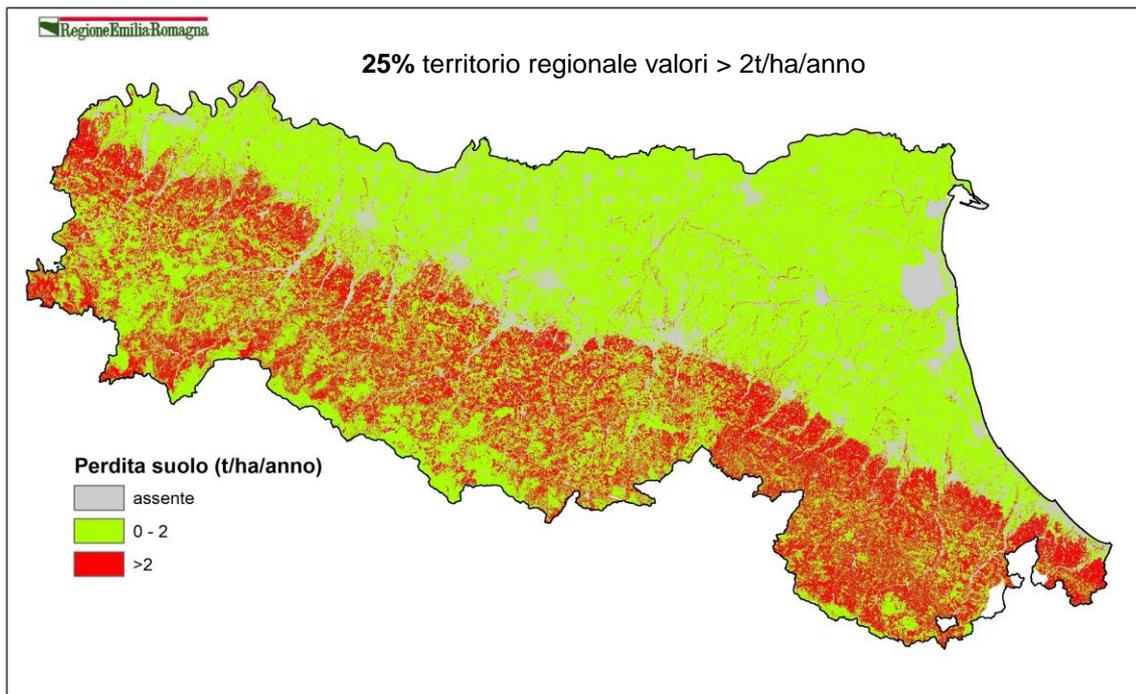
Indicatore: perdita di suolo $\leq 2 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$

Classe	Criterio	Descrizione
Erosione idrica molto bassa o tollerabile	Erosione attuale $\leq 11,2 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{anno})$	La profondità del suolo, il substrato in prevalenza facilmente alterabile e la modesta pendenza ($<10\%$) rendono tollerabile la perdita di suolo.
Erosione idrica bassa	Erosione attuale $11,2 - 20 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{anno})$	La profondità del suolo, il substrato in prevalenza facilmente alterabile e la moderata pendenza ($10-15\%$) comportano una perdita di suolo che richiede attenzione prioritaria
Erosione idrica moderata	Erosione attuale $20-50 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{anno})$	La profondità del suolo, il substrato facilmente alterabile e la pendenza ($>15\%$) comportano una perdita di suolo che richiede attenzione prioritaria
Erosione idrica alta	Erosione attuale $>50 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{anno})$	La profondità del suolo, il substrato facilmente alterabile e la pendenza ($>15\%$) comportano una perdita di suolo che richiede attenzione prioritaria



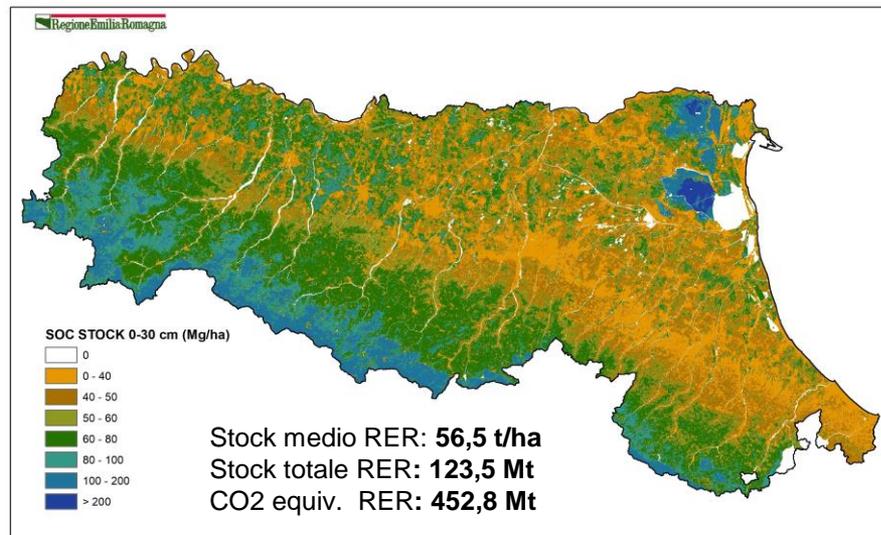
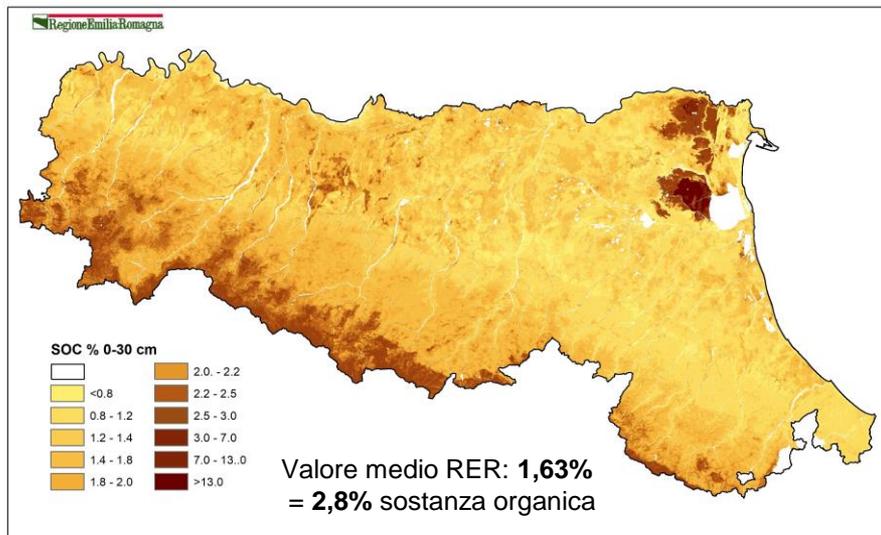
Indicatore: perdita di suolo $\leq 2 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$

Classe	Criterio	Descrizione
Erosione idrica molto bassa o tollerabile	Erosione attuale $\leq 11,2 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{anno})$	La profondità del suolo, il substrato in prevalenza facilmente alterabile e la modesta pendenza ($<10\%$) rendono tollerabile la perdita di suolo.
Erosione idrica bassa	Erosione attuale $11,2 - 20 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{anno})$	La profondità del suolo, il substrato in prevalenza facilmente alterabile e la moderata pendenza ($10-15\%$) comportano una perdita di suolo che richiede attenzione prioritaria
Erosione idrica moderata	Erosione attuale $20-50 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{anno})$	La profondità del suolo, il substrato facilmente alterabile e la pendenza ($>15\%$) comportano una perdita di suolo che richiede attenzione prioritaria
Erosione idrica alta	Erosione attuale $>50 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{anno})$	La profondità del suolo, il substrato facilmente alterabile e la pendenza ($>15\%$) comportano una perdita di suolo che richiede attenzione prioritaria



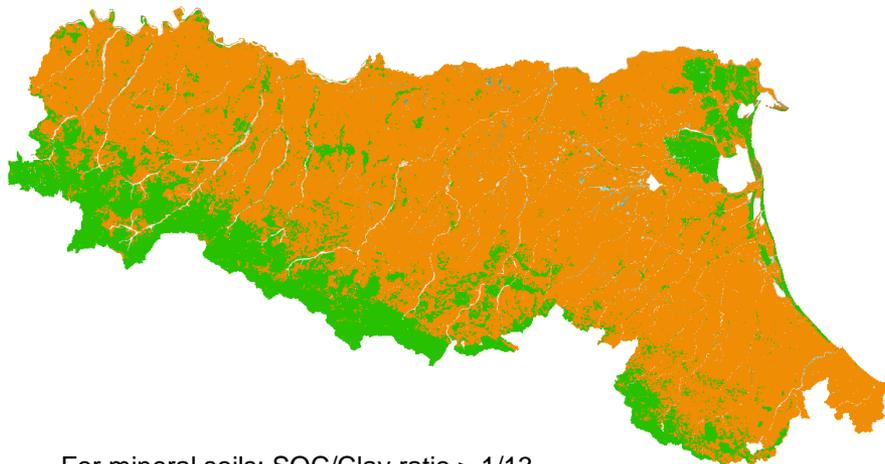
Risultato finale applicando l'indice proposto nella Direttiva.

Indicatore: *per i suoli minerali SOC/ARGILLA > 1/13*



Secondo ISPRA (2020) lo stock RER (2012) sarebbe più elevato: ammonterebbe infatti a **171,77 Mt** (dati dalla carta GSP basata su **514** siti in RER). Tra il 2012 e 2020 stimata una perdita di **34,276 t/anno** (si presume per consumo di suolo).

La cartografia regionale è basata su **27.946** dati puntuali (periodo **1990-2022**): 18.393 in pianura, 9.553 in Appennino



Risultato finale applicando l'indice proposto nella direttiva: la stragrande maggioranza dei suoli regionali risulterebbero «non in salute» (in arancione).

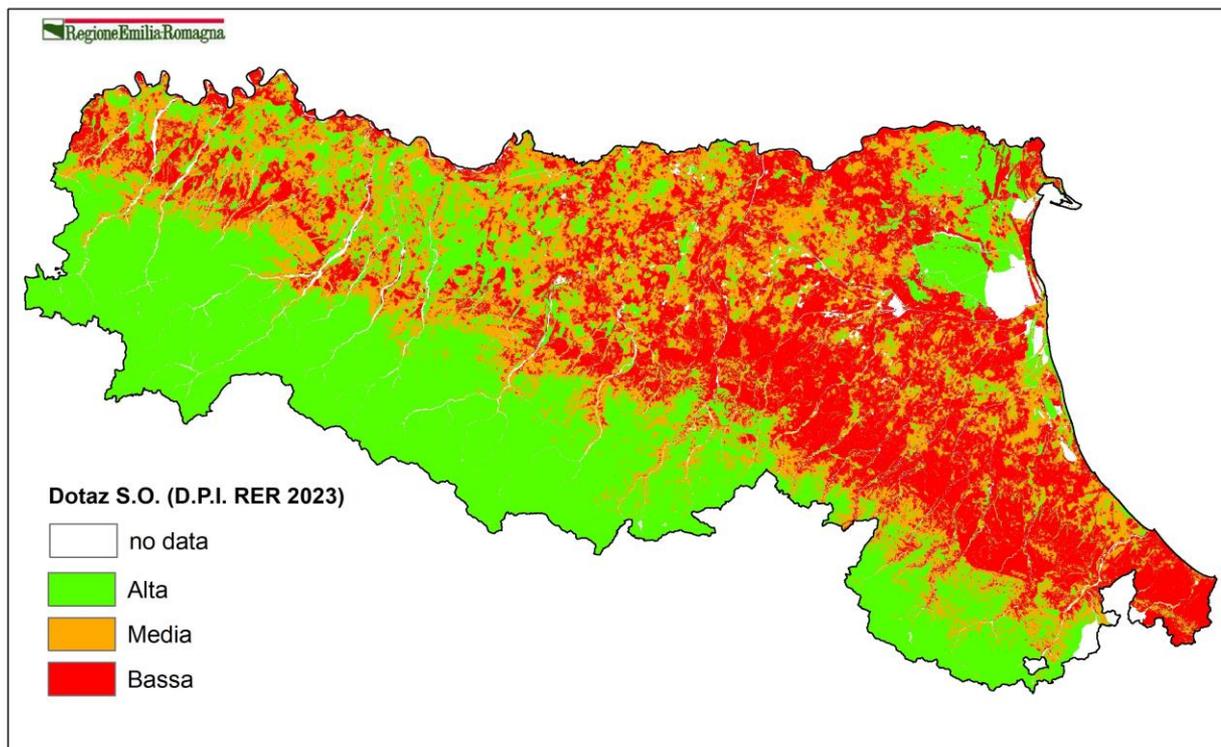
L'indice proposto funziona bene nei paesi del Nord-Europa, meno in quelli mediterranei, fra cui l'Italia, in quanto, per ragioni climatiche, non si riuscirà mai a raggiungere elevate dotazioni di carbonio.

For mineral soils: SOC/Clay ratio > 1/13

Indicatore: *per i suoli minerali SOC/ARGILLA > 1/13*

GIUDIZIO	Dotazione di sostanza organica %			CLASSE DI DOTAZIONE PER SCHEDE STANDARD
	Terreni sabbiosi (S-SF-FS)	Terreni medio impasto (F-FL-FA-FAS)	Terreni argillosi e limosi (A-AL-FLA-AS-L)	
Molto basso	<0,8	<1,0	<1,2	Scarsa
Basso	0,8-1,4	1,0-1,8	1,2-2,2	
Medio	1,5-2,0	1,9-2,5	2,3-3,0	Normale
elevato	>2,0	>2,5	>3,0	Elevata

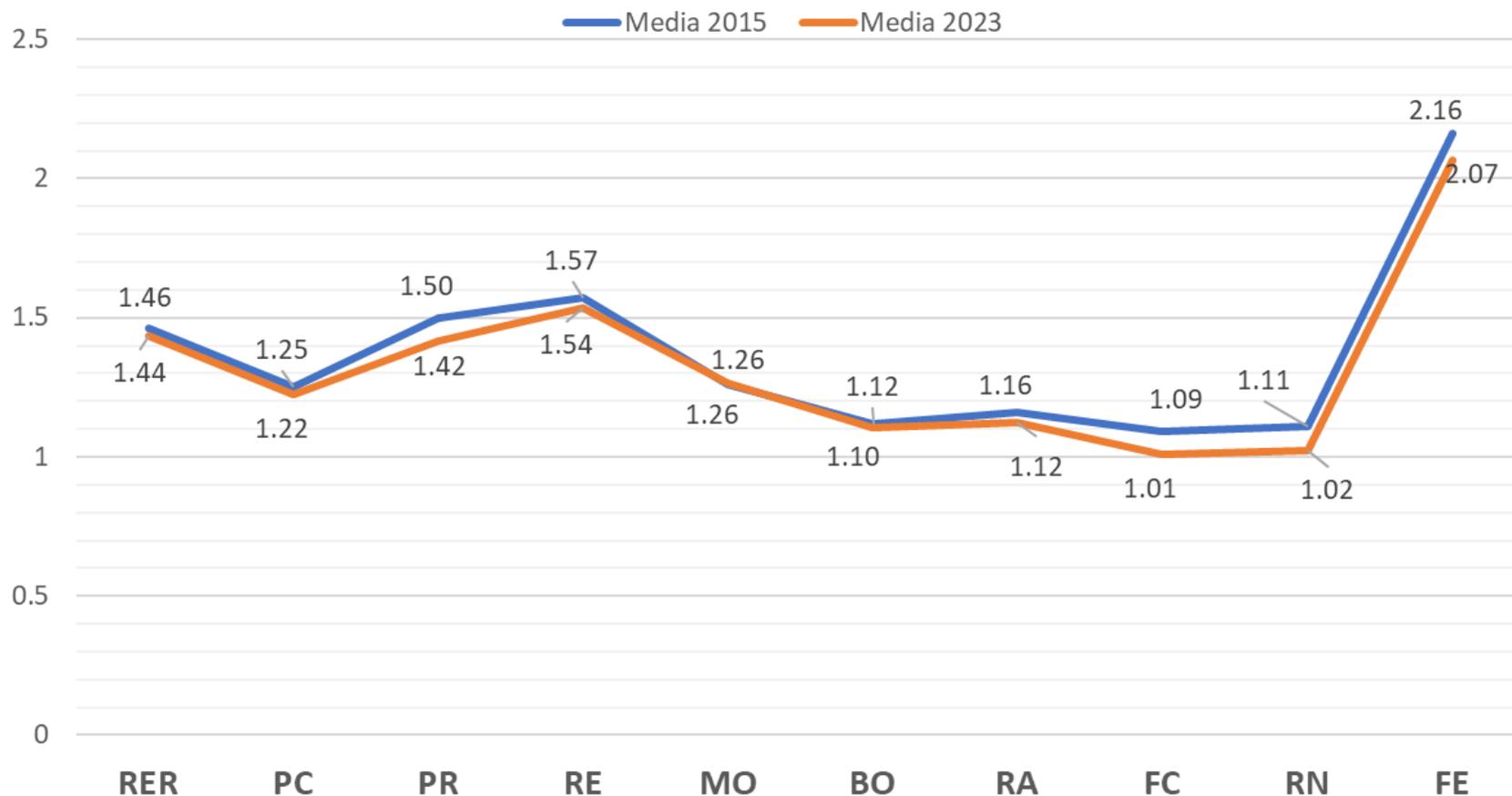
Tabella 1. Schema di valutazione secondo D.P.I. - Norme Generali, 2015



Nei **Disciplinari di Produzione Integrata** è presente una tabella di valutazione della dotazione di sostanza organica (applicata in modo simile anche a livello nazionale) che valuta il contenuto di sostanza organica diversamente in funzione della classe tessiturale. Il risultato finale risulta migliore rispetto all'indice proposto dalla Direttiva, anche se ci sono ampie zone in cui la dotazione è bassa e quindi potenzialmente migliorabile.

Indicatore: *per i suoli minerali SOC/ARGILLA > 1/13*

Confronto C org. % 2015-2023



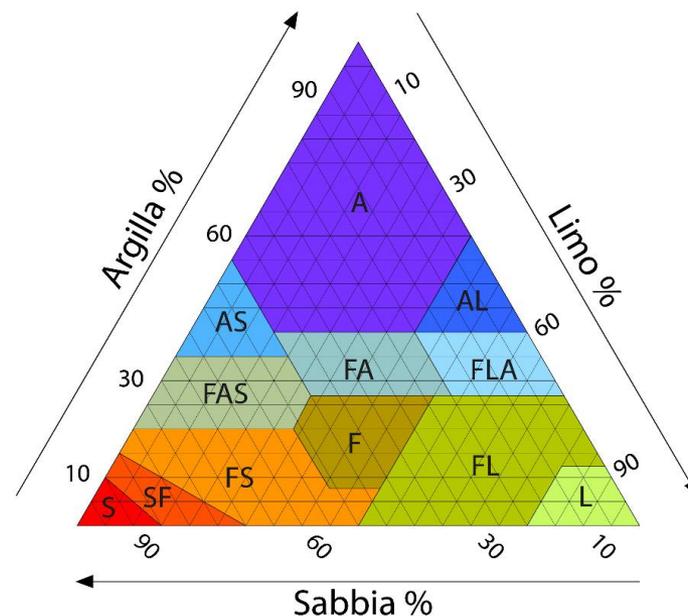
Confronto per l'area di **pianura** dei livelli di carbonio organico (medie provinciali) fra l'edizione 2015 (dati 1990-2013) e l'edizione 2023 (dati 1990-2022). I valori sono rimasti uguali oppure leggermente diminuiti.

Indicatore: **densità apparente nel subsoil (parte superiore dell'orizzonte B o E)**

Tessitura del suolo	Densità apparente (g/cm ³)
Sabbia, sabbia con medio impasto, medio impasto sabbioso, medio impasto	<1,80
Medio impasto sabbioso-argilloso, medio impasto, medio impasto argilloso, limo, medio impasto limoso	<1,75
Medio impasto limoso, medio impasto limoso-argilloso	<1,65
Argilla sabbiosa, argilla limosa, medio impasto argilloso con 35-45 % di argilla	<1,58
Argilla	<1,47

Arshad, M.A., B. Lowery e B. Grossman. 1996. *Physical tests for monitoring soil quality*. pp.123- 142. In: J.W. Doran and A.J. Jones (eds.) *Methods for assessing soil quality*. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. 49. SSSA, Madison, WI.

Gruppo	Soglia	TUSDA	Media	DevSt	Min	Max	N. siti pianura
1	<1,8	S	1.51	0.11	1.43	1.59	2
		SF	1.54	0.02	1.52	1.58	5
		FS	1.45	0.06	1.01	1.57	142
2	<1,75	FL	1.58	0.05	1.18	1.8	645
		L	1.57	0.03	1.51	1.59	5
		F	1.55	0.08	1.06	1.8	555
3	<1,65	FA	1.60	0.09	0.84	1.92	466
		FAS	1.50	0.15	1.04	1.74	52
		FLA	1.55	0.06	1.08	1.84	730
4	<1,58	AL	1.49	0.07	1.1	1.77	536
		AS	1.20		1.2	1.2	1
5	<1,47	A	1.43	0.11	0.97	1.82	475
							3614



Proposta direttiva sulla protezione del suolo. Allegato 1

Indicatori con criteri definiti a livello di stato membro: **parte B**

- **Fosforo estraibile**: carta della distribuzione del **fosforo** (come P₂O₅) nello strato 0-30 cm disponibile per la pianura (2007). Nel 2023 aggiornamento per tutta la regione al dettaglio di 1 ha.

- **Contaminazione del suolo**

Concentrazione metalli pesanti: è disponibile una **carta del fondo naturale antropico e del fondo naturale dei suoli agricoli** per alcuni metalli pesanti per l'area di pianura. Esiste già, come richiesto dalla proposta di Direttiva, un **elenco dei siti contaminati**. E' stato pubblicato nel 2022 un report sulla **biodisponibilità dei metalli pesanti** nei suoli agricoli della pianura sia verso le piante che verso le acque.

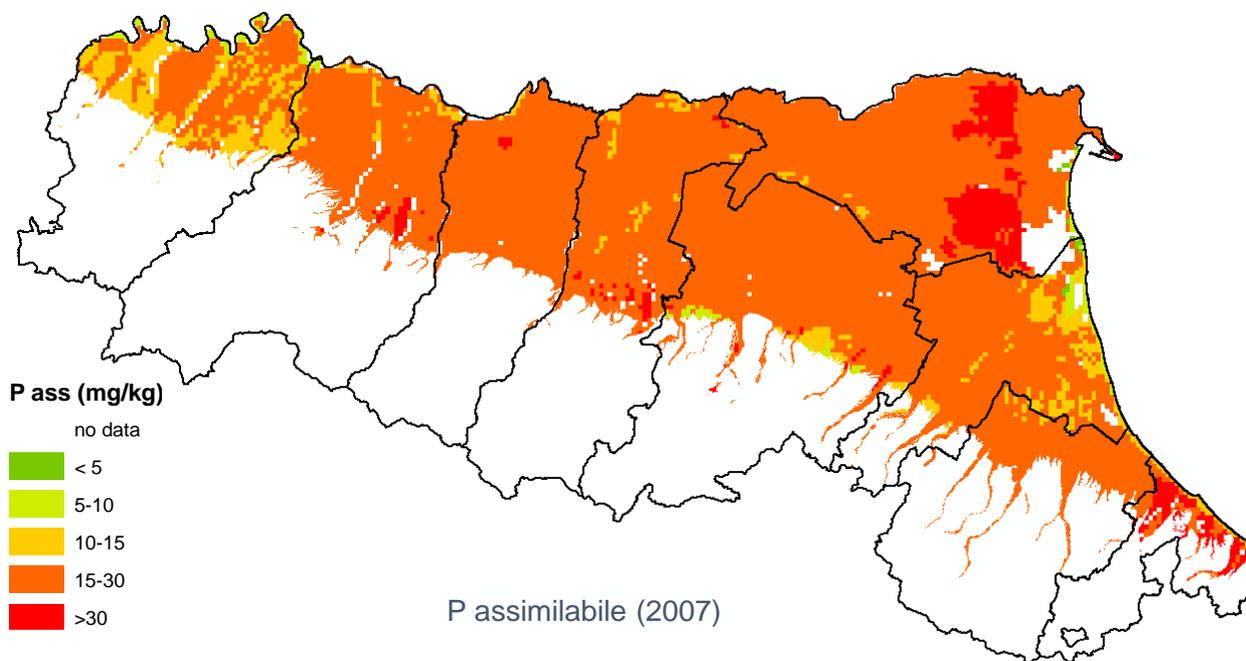
Concentrazione inquinanti organici: è in corso un progetto, in collaborazione con ARPAE, per la definizione del valore di fondo di alcuni analiti, quali diossine e furani (PCDD/PCDF), policlorobifenili (PCB) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Verrà pubblicato un primo rapporto nel 2024.

- **Capacità del suolo di trattenere l'acqua**: non esiste una cartografia dedicata alla **capacità di acqua disponibile (AWC)** dei suoli, ma i dati per produrla ci sono.

Indicatore: **maximum value**” shall be laid down by the Member State within the range **30-50 mg/kg**

Dotazioni di Fosforo assimilabile (ppm)				
GIUDIZIO	Metodo Olsen		Metodo Bray-Kurtz	
	P	P205	P	P205
Molto basso	<=5	<=11,45	<=12,5	<=28,63
Basso	>5-<=10	>11,45-<=22,9	>12,5-<=25	>28,63-<=57,25
Medio	>10-<=15	>22,9-<=34,35	>25-<=37,5	>57,25-<=85,88
Elevato	>15-<=30	>34,35-<=68,7	>37,5-<=75	>85,88-<=171,75
Molto elevato	> 30	> 68,7	> 75	> 171,75

Disciplinare di produzione integrata regione Emilia-Romagna 2023 norme generali



Indicatore: **concentrazione metalli pesanti mediante estrazione acido nitrico diluito (ISO 17586:2016)**

DLGS n. 152/2006

Parte IV - Titolo V ALLEGATO 5

Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti

Tabella 1: Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare

DM n. 46/2019

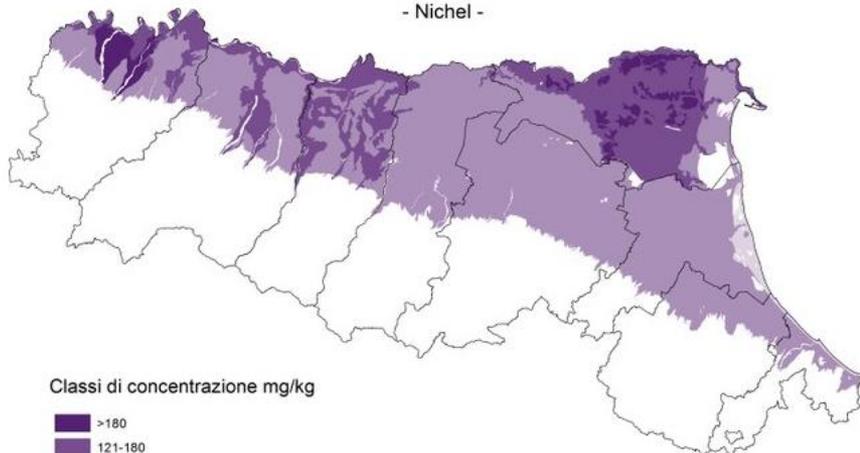
Art. 3. Allegato 2.

Concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) per i suoli delle aree agricole

Composti inorganici	uso verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg ss)	uso commerciale e industriale (mg/kg ss)	uso agricolo (mg/kg ss)
Antimonio	10	30	10
Arsenico	20	50	30
Berillio	2	10	7
Cadmio	2	15	5
Cobalto	20	250	30
Cromo totale	150	800	150
Cromo VI	2	15	2
Mercurio	1	5	1
Nichel	120	500	120
Piombo	100	1000	100
Rame	120	600	200
Selenio	3	15	3
Stagno	1	350	
Tallio	1	10	1
Vanadio	90	250	90
Zinco	150	1500	300

Fondo naturale metalli pesanti

Carta del Fondo Naturale
- Nichel -

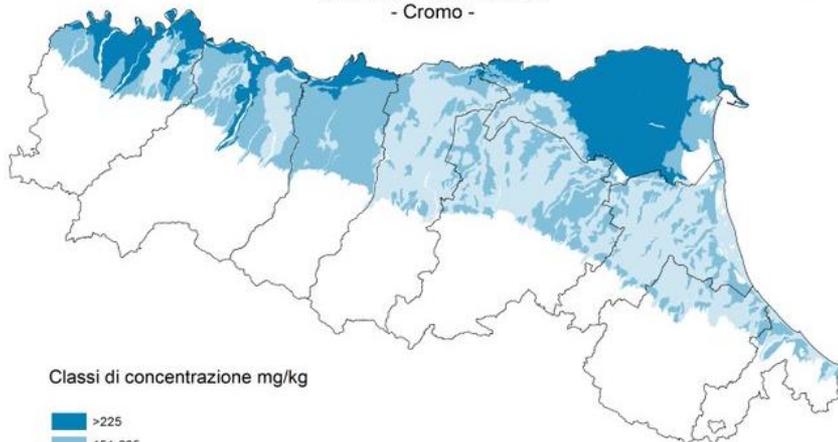


Classi di concentrazione mg/kg



Dato utile: 90°-95° percentile

Carta del Fondo Naturale
- Cromo -



Classi di concentrazione mg/kg



CROMO - carta del fondo naturale

Livello di dettaglio 1:250.000
Seconda edizione

Classe di concentrazione

≤75

Unità

C1

Suoli

Suoli a tessitura grossolana, a debole grado di alterazione

Calcaric Arenosols

Provenienza dei sedimenti

Bacini appenninici con componente ofiolitica da assente e scarsa

Complesso ambientale/Ambiente deposizionale

Piana costiera

Depositi di cordone litorale

50° percentile (mg/kg)

57

90° percentile (mg/kg)

69

95° percentile (mg/kg)

72

Legenda

Classi

cromo	
≤ 75	
76-150	
151-225	
> 225	

La concentrazione è espressa in mg/kg

Note I valori di concentrazione sono ottenuti con il metodo analitico XRF (Spettrometria per Fluorescenza a raggi X, Leoni, L & Saitta, M. 1976) al fine di determinare il contenuto totale, per questo metallo l'attacco con acqua regia e lettura ICP-MS (metodo UNI EN 13346-2002/EPA 6020) determina valori inferiori rispetto a quelli ottenuti con l'XRF, con una percentuale variabile in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche della matrice. Una media sul set di dati utilizzati per la carta segnala uno scarto del 35% circa.

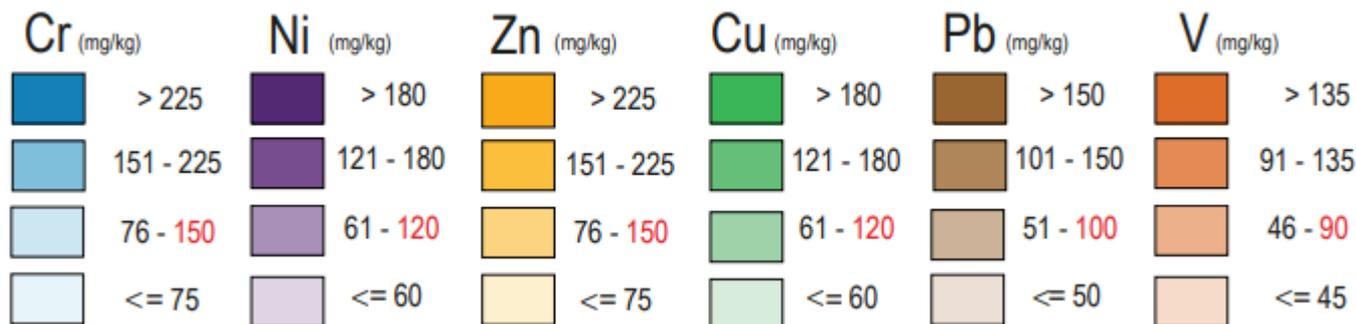
Anno di aggiornamento

2016

[apri i dettagli](#)

Regione Emilia-Romagna

Fondo naturale metalli pesanti



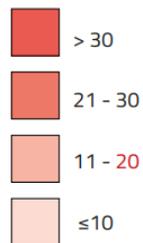
Elemento	Scarto %	Es. valore XRF (mg/kg)	Es. valore ICP-MS (mg/kg)
Cr	~ 35	150	150 - 52.5 = 97.5
Cu	~ 17	120	120 - 20.4 = 99.6
Ni	~ 23	120	120 - 27.6 = 92.4
Pb	~ 7	100	100 - 7.0 = 93.0
V	~ 37	90	90 - 33.3 = 56.7
Zn	~ 14	150	150 - 21.0 = 129

Fondo naturale-antropico metalli pesanti (strato superficiale)

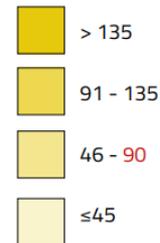
La distribuzione areale è tramite una **griglia vettoriale** su base raster con lato di **1km**.

Ogni elemento è attribuito, sulla base del **95° percentile**, ad una classe di concentrazione incentrata sul valore limite del D.lgs 152/2006 per i suoli dei siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

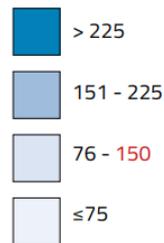
As (mg/kg)



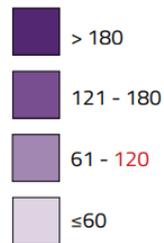
Cd (mg/kg)



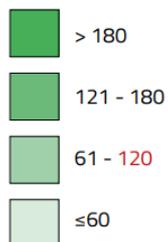
Cr (mg/kg)



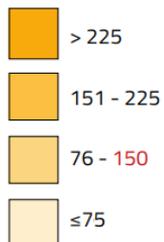
Ni (mg/kg)



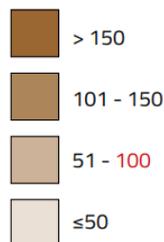
Cu (mg/kg)



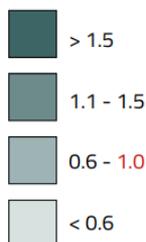
Zn (mg/kg)



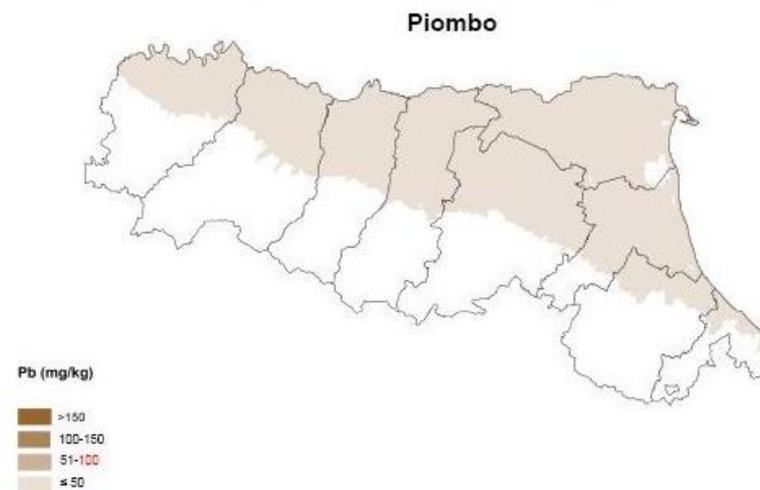
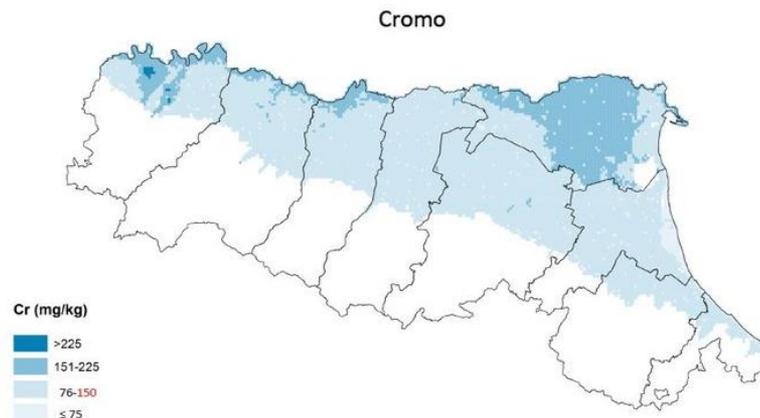
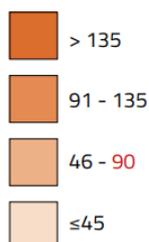
Pb (mg/kg)



Sn (mg/kg)



V (mg/kg)



Metalli pesanti biodisponibili

Indicatore: **concentrazione metalli pesanti mediante estrazione acido nitrico diluito (ISO 17586:2016)**

I metalli contenuti nello strato superficiale possono andare incontro ad **assorbimento da parte delle piante** per azione delle radici e/o a **lisciviazione in profondità per azione dell'acqua piovana**. Questa porzione, detta **biodisponibile**, è quella che maggiormente interagisce con gli organismi della biosfera e influisce sulla salute dell'uomo e dell'ambiente in generale. Si distingue in:

- **Biodisponibilità potenziale**: frazione massima di metallo mobilizzabile
- **Biodisponibilità effettiva**: frazione effettivamente mobile nelle condizioni ambientali alle quali si è campionato.

Biodisponibilità effettiva

- **Frazione scambiabile**: biodisponibilità verso le **piante**. Frazione del contenuto pseudo totale di metallo che può essere scambiata con le superfici del suolo mobilizzandosi al variare della concentrazione di sali nella soluzione circolante. Metodo: NITRATO DI AMMONIO (metodo DIN 19730; 2008)
- **Frazione solubile**: biodisponibilità verso le **acque**. Frazione del contenuto pseudo totale di metallo che può essere solubilizzata in acqua. Metodo: CESSIONE IN ACQUA con rapporto 1/10 (metodo UNI-EN 12457-2; 2004).

Non esiste in Italia una legge che indichi i valori soglia per la biodisponibilità dei metalli pesanti, mentre questa è presente in alcuni paesi europei (Germania, Austria, Slovacchia). L'approvazione della direttiva permetterebbe di colmare questo buco.

Metalli pesanti biodisponibili

Biodisponibilità effettiva verso le piante

I sette metalli analizzati sono suddivisibili in due gruppi ben distinti tra loro:

- **Cu, Ni e Zn** presentano i valori più alti (fino a 3 mg/kg per il Rame); vi è una correlazione più frequente tra il contenuto totale e quello biodisponibile in alcuni tipi di suolo per Rame e Nichel.
- **Cr, Sn, As e Pb** presentano valori sistematicamente più bassi di almeno un ordine di grandezza. Non esiste una correlazione tra il contenuto totale e quello biodisponibile.

I **fattori principali** che influenzano la biodisponibilità sono legati a:

- **caratteristiche intrinseche dei suoli:** vi sono moderate evidenze che As, V, Cr, Ni, Pb e Zn biodisponibili aumentano al diminuire del pH, mentre Cu e Sn no;
- **origine del metallo:** antropica o naturale;
- **capacità di legarsi a legarsi a frazioni più o meno stabili** del suolo.

Per quanto riguarda l'**uso del suolo** le colture interessate da valori più elevati di biodisponibilità sono:

vite, i frutteti e il riso, a seguire pioppeti ed infine alcune specie forestali.

Biodisponibilità effettiva per le acque

I valori estraibili rispetto al contenuto pseudo totale sono molto bassi (<0,5%), ad eccezione del Rame, Arsenico e Zinco; in termini di contenuti biodisponibili **Rame e Nichel** si sono rivelati i metalli a maggiore biodisponibilità effettiva verso le acque.

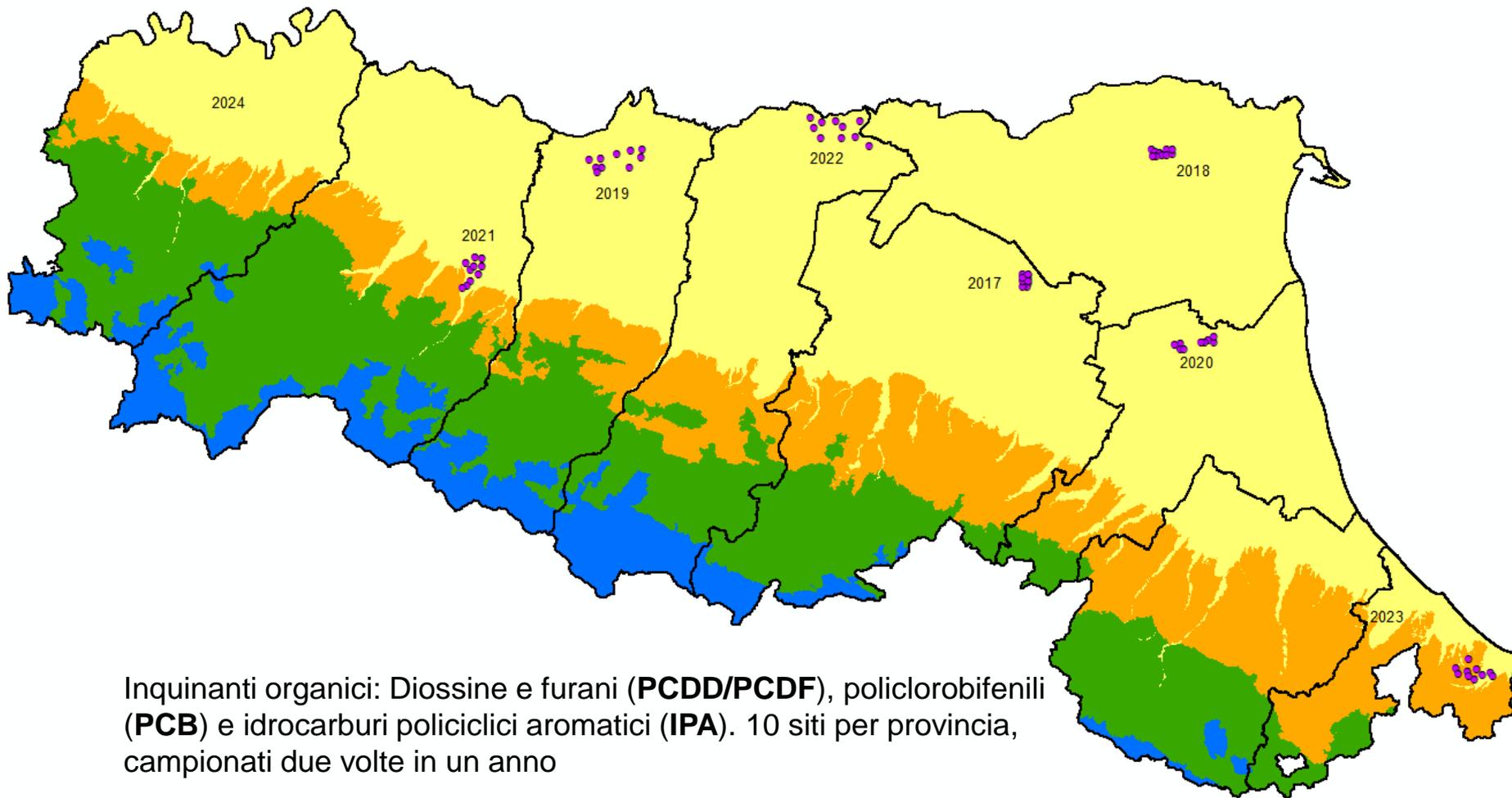
Correlazione fra contenuto biodisponibile della frazione solubile e quello pseudo totale: solo il Rame presenta una buona correlazione in alcuni tipi di suoli, moderata in altri, mentre per tutti gli altri metalli non c'è correlazione: unica eccezione l'Arsenico nei suoli torbosi del Ferrarese.

I fattori principali che influenzano la biodisponibilità sono legati alle caratteristiche intrinseche dei suoli quali:

- **tessitura:** in suoli moderatamente grossolani e grossolani tutti i metalli tendono ad essere più solubili, in particolare il Rame; i suoli a tessitura più fine sono quelli con minore tendenza alla biodisponibilità della frazione solubile.
- **pH:** sembrano esserci rapporti di dipendenza tra il pH e il contenuto solubile in particolare per Cromo, Nichel, Zinco e Piombo, che appaiono inversamente correlati a questo parametro in alcuni suoli, mentre il Rame non sembra dipendere da questo parametro.

Per quanto riguarda l'**uso del suolo** spicca la coltura del **riso**, che vede i valori maggiori per Arsenico, Cromo, Nichel, Zinco e Piombo anche perché è localizzata quasi esclusivamente sui suoli torbosi a pH acido dell'antico delta; tra i metalli più biodisponibili il Rame ha i valori più elevati nella vite, nei frutteti e nelle specie forestali.

Valore di fondo degli inquinanti organici

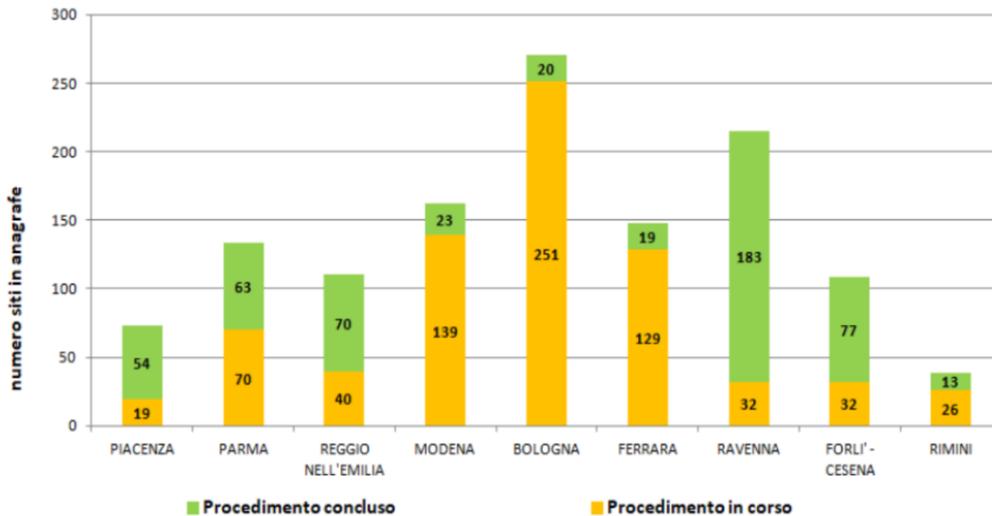


Uscirà un rapporto alla fine del 2023

Siti contaminati

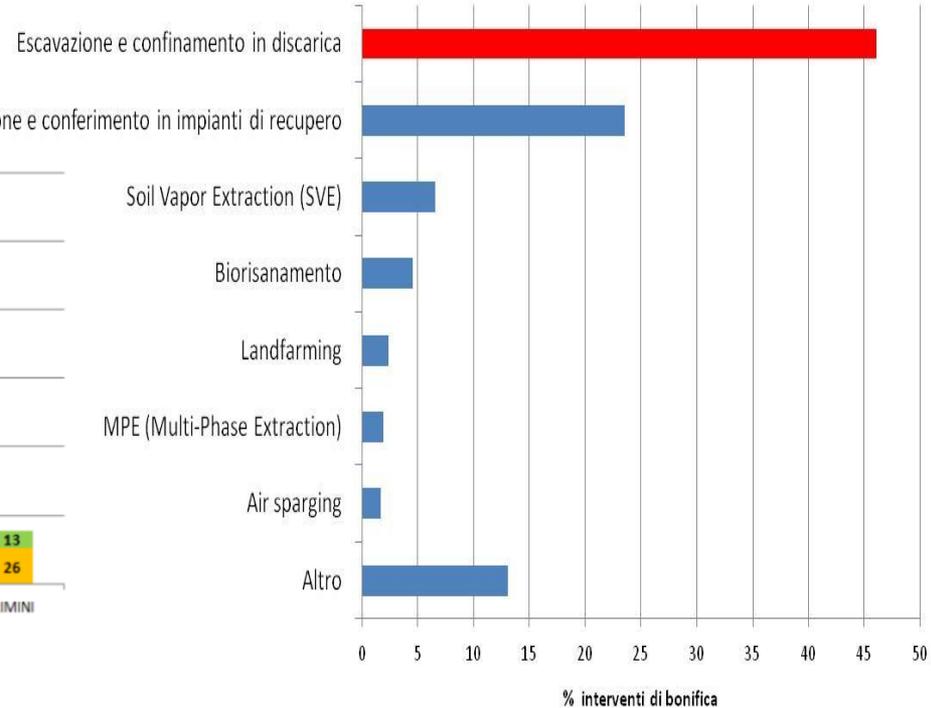
Siti in Anagrafe regionale:

I siti contaminati attualmente presenti in Emilia-Romagna sono **1.260** (dati dell'Anagrafe Regionale al 31/12/2022); di questi, 480 (38%) sono procedimenti aperti (il 16% sono siti potenzialmente contaminati e il 22% sono siti contaminati o siti in corso di bonifica).

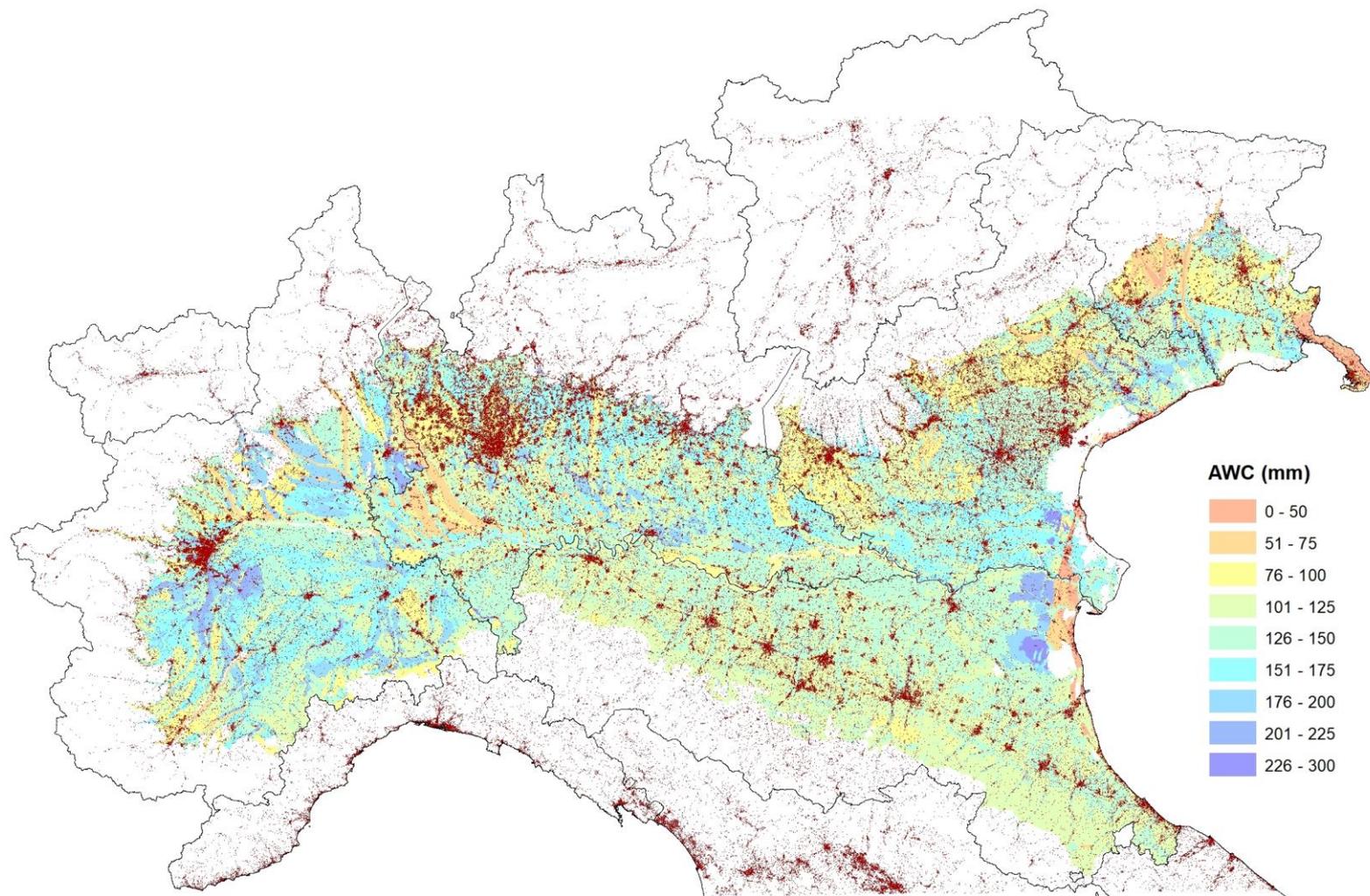


Contaminazioni prevalenti: idrocarburi pesanti (C>12), idrocarburi aromatici leggeri della famiglia dei BTEX (principalmente benzene) e metalli (in particolare piombo).

Tecniche di bonifica matrice suolo:



Indicatore: AWC



Capacità di acqua disponibile (AWC) nei suoli della pianura padano-veneta, calcolata su una sezione di 100 cm (2021)

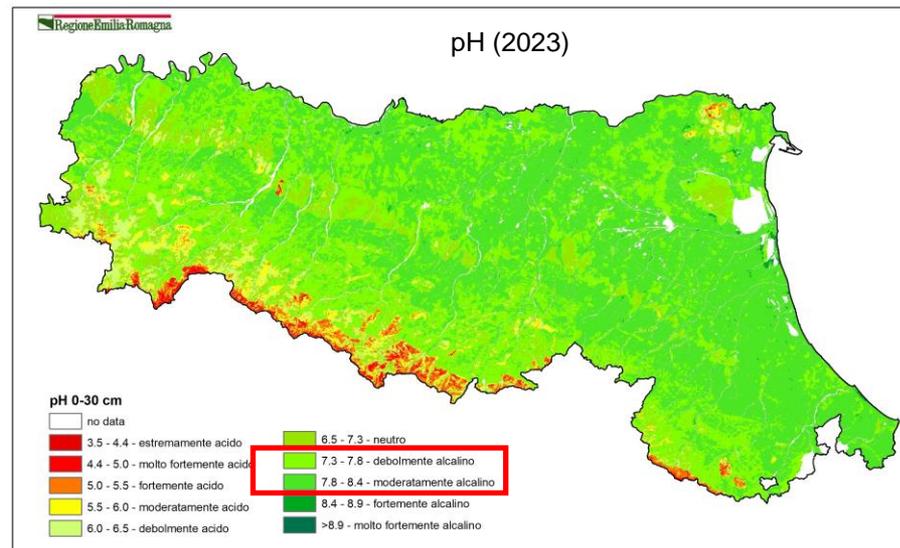
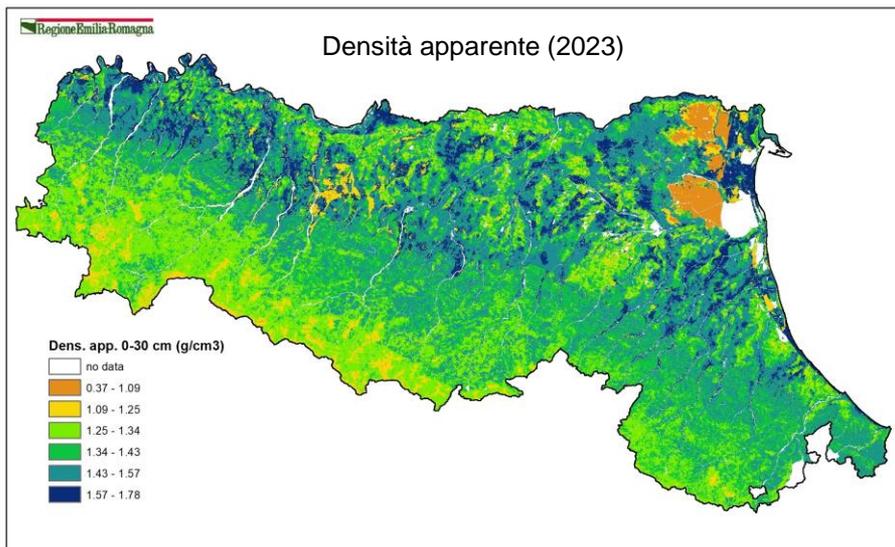
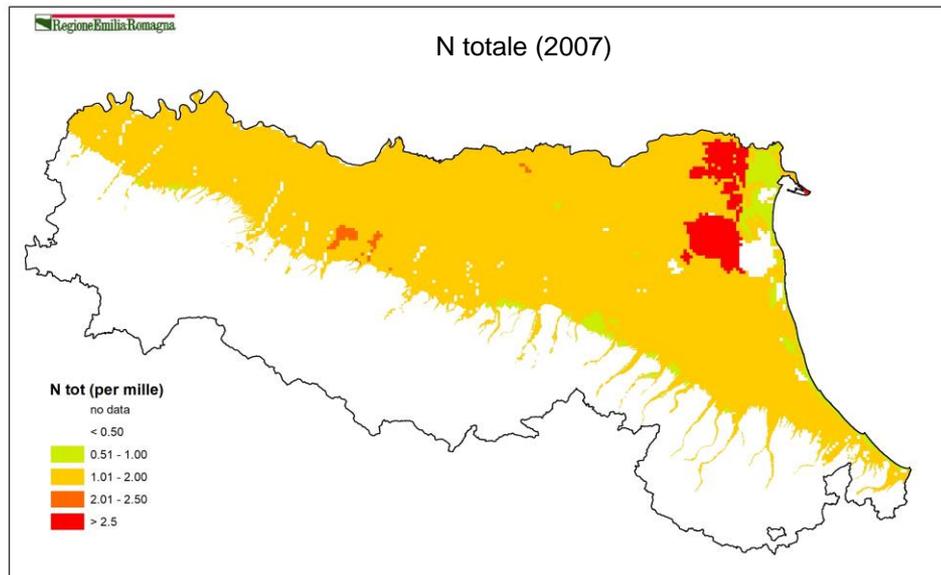
Proposta direttiva sulla protezione del suolo. Allegato 1

Indicatori senza criteri: parte C

- **Contenuto di Azoto:** cartografia della distribuzione dell'**azoto** nello strato 0-30 cm disponibile per la pianura (2007). Nel 2023 sarà prodotto un aggiornamento per tutta la regione al dettaglio di 1 ha.
- **Reazione:** carta del **pH** disponibile per lo strato 0-30 cm per tutta la regione al dettaglio di 1 ha (2023).
- **Compattazione del topsoil:** carta della **densità apparente** dei suoli per lo strato 0-30 cm disponibile per tutta la regione al dettaglio di 1 ha (2023).
- **Biodiversità:** non ci sono dati con la metodologia proposta (respirazione basale), ma sono stati fatti diversi monitoraggi utilizzando l'**indice QBS-ar**.

Azoto totale (g/Kg)	
<0,5	Molto bassa
0,5-1,0	Bassa
1,1-2,0	Media
2,0-2,5	Elevata
>2,5	Molto elevata

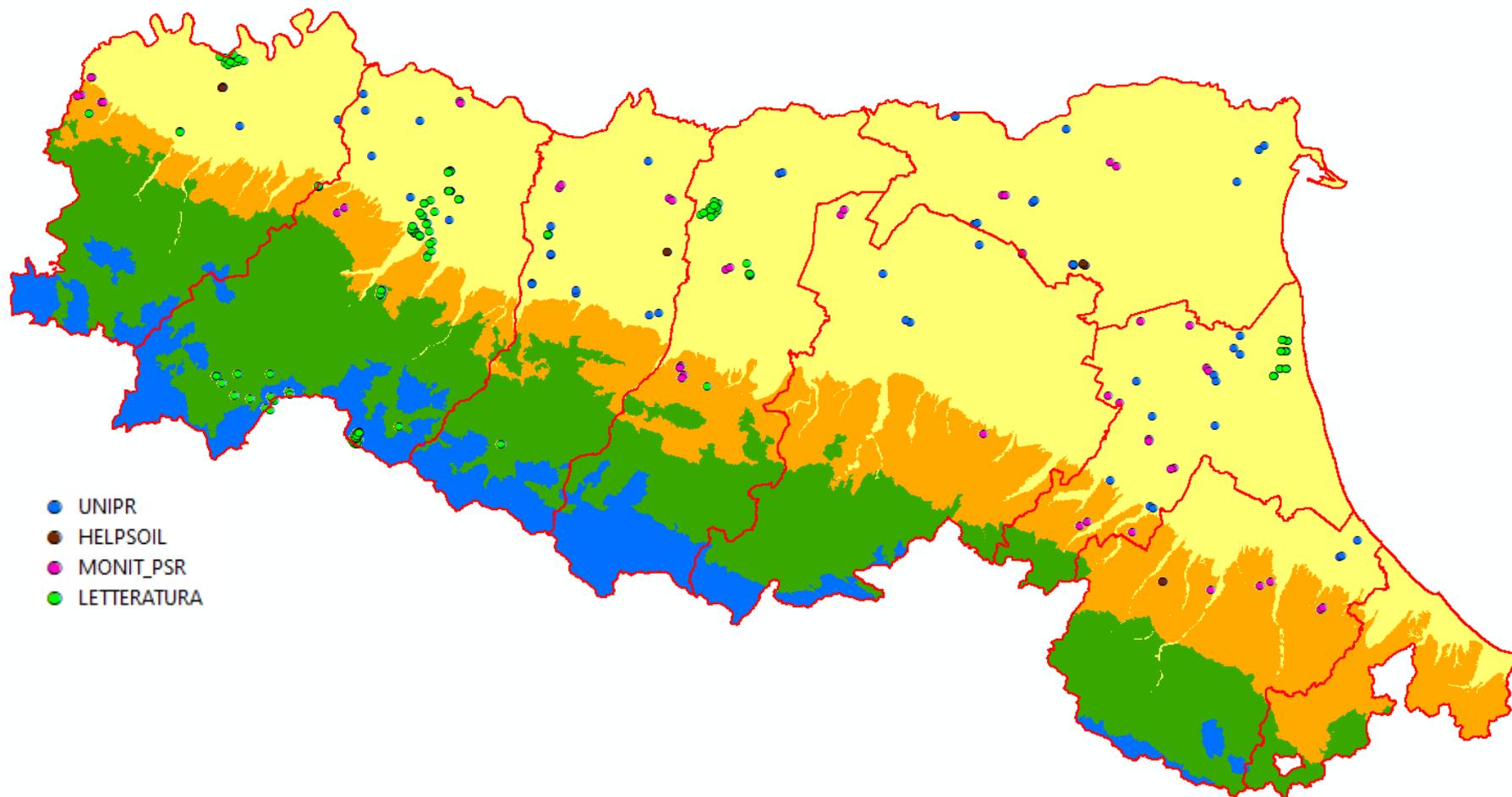
Disciplinare di produzione integrata regione Emilia-Romagna 2023. Norme generali



Indicatore : **Respirazione basale del suolo** ($\text{mm}^3 \text{O}_2 \text{g}^{-1} \text{hr}^{-1}$) in suolo asciutto

Non ci sono dati in Regione con questo indice. Si rimarca che è difficile trovare sul mercato laboratori in grado di svolgere questo tipo di analisi.

Monitoraggio qualità biologica: 115 siti RER (convenzione UNIPR, LIFE HELP-SOIL, monitoraggio PSR) + 216 siti da letteratura, usando come indicatore **QBS-ar** , basato sulla presenza dei microartropodi (Paris, 2002)



Indicatore : **microartropodi** (QBS-ar)

Si basa sul concetto che la presenza/assenza dei gruppi euedafici, più adattati alla vita nel suolo, può essere utilizzata per valutare la stabilità e la qualità biologica del suolo.

I valori dell'indice hanno dimostrato di essere direttamente correlabili **all'uso e allo stato dei suoli** al momento del campionamento permettendo di formulare differenti conclusioni utili alla gestione dei suoli.

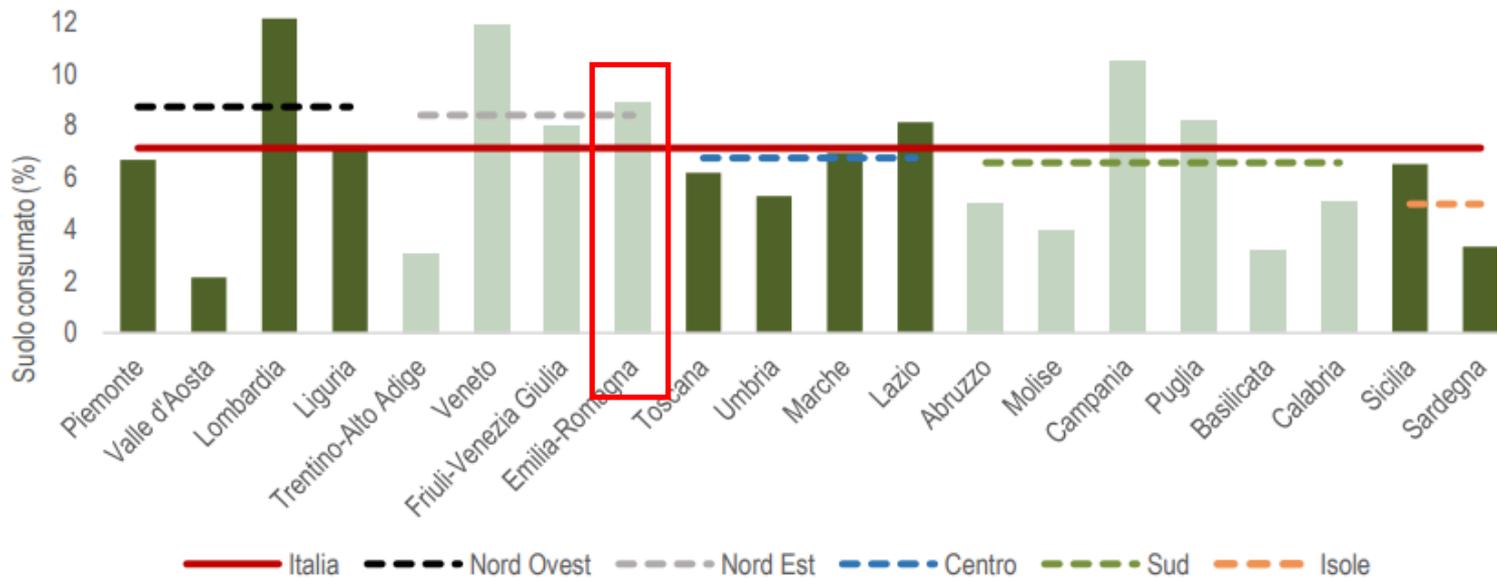
Proposta di due schemi che possono rappresentare dei primi riferimenti per la definizione di classi qualitative sulla base del valore di QBS-ar massimale.

SEMINATIVI E COLTURE ERBACEE		COLTURE ARBOREE E VIGNETI		AMBIENTI NATURALI, BOSCHI E PRATI PASCOLI	
Valore QBS-ar	Qualità	Valore QBS-ar	Qualità	Valore QBS-ar	Qualità
>120	Ottimo	>160	Ottimo	>200	Ottimo
120-101	Buono	160-141	Buono	200-171	Buono
100-81	Discreto	140-121	Discreto	170-151	Discreto
80-61	Sufficiente	120-101	Sufficiente	150-131	Sufficiente
60-41	Modesto	100-81	Modesto	130-111	Modesto
40-31	Scadente	80-61	Scadente	110-91	Scadente
<30	Nulla	<60	Nulla	<90	Nulla

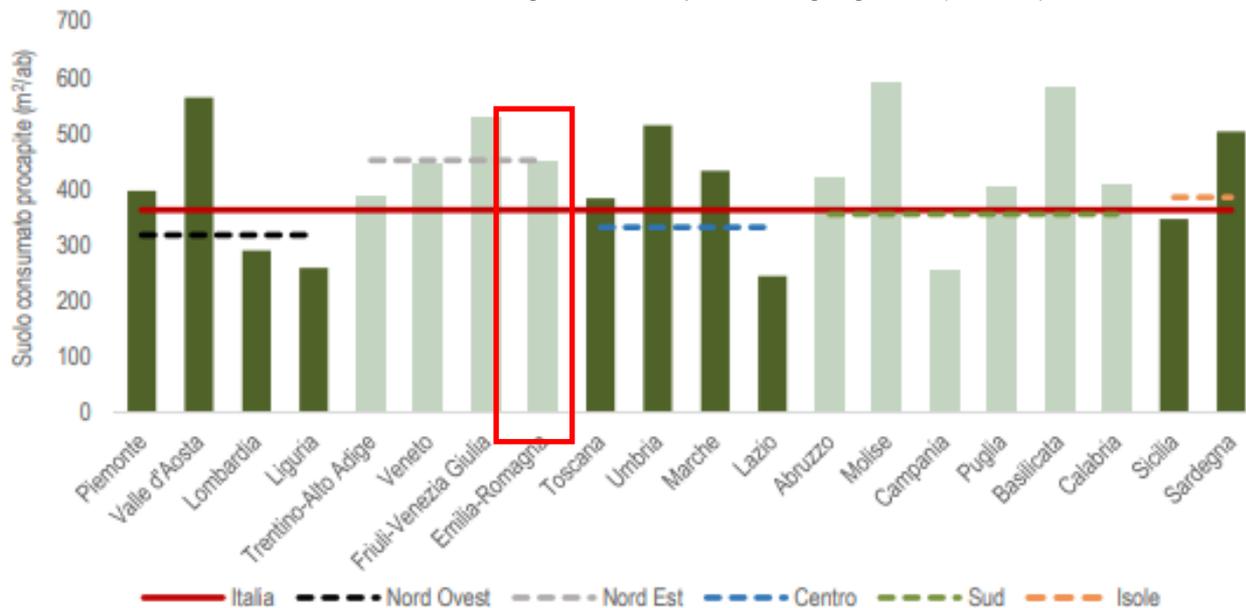
Schema 1. Da progetto LIFE HelpSoil

Classe QBS-ar		limiti	Frutteto/vigneto	Prato avvicendato	Prato permanente	Seminativo
Alta	A	>Q3	187	165	177	124
Moderatamente alta	MA	Q3-Q2	152-187	146-165	154-177	107-124
Moderatamente bassa	MB	Q2-Q1	123-152	125-146	129-154	82-107
Bassa	B	<Q1	123	125	129	82

Schema 2. Classi definite sulla base dei valori statistici calcolati sul set di dati di riferimento da monitoraggio RER



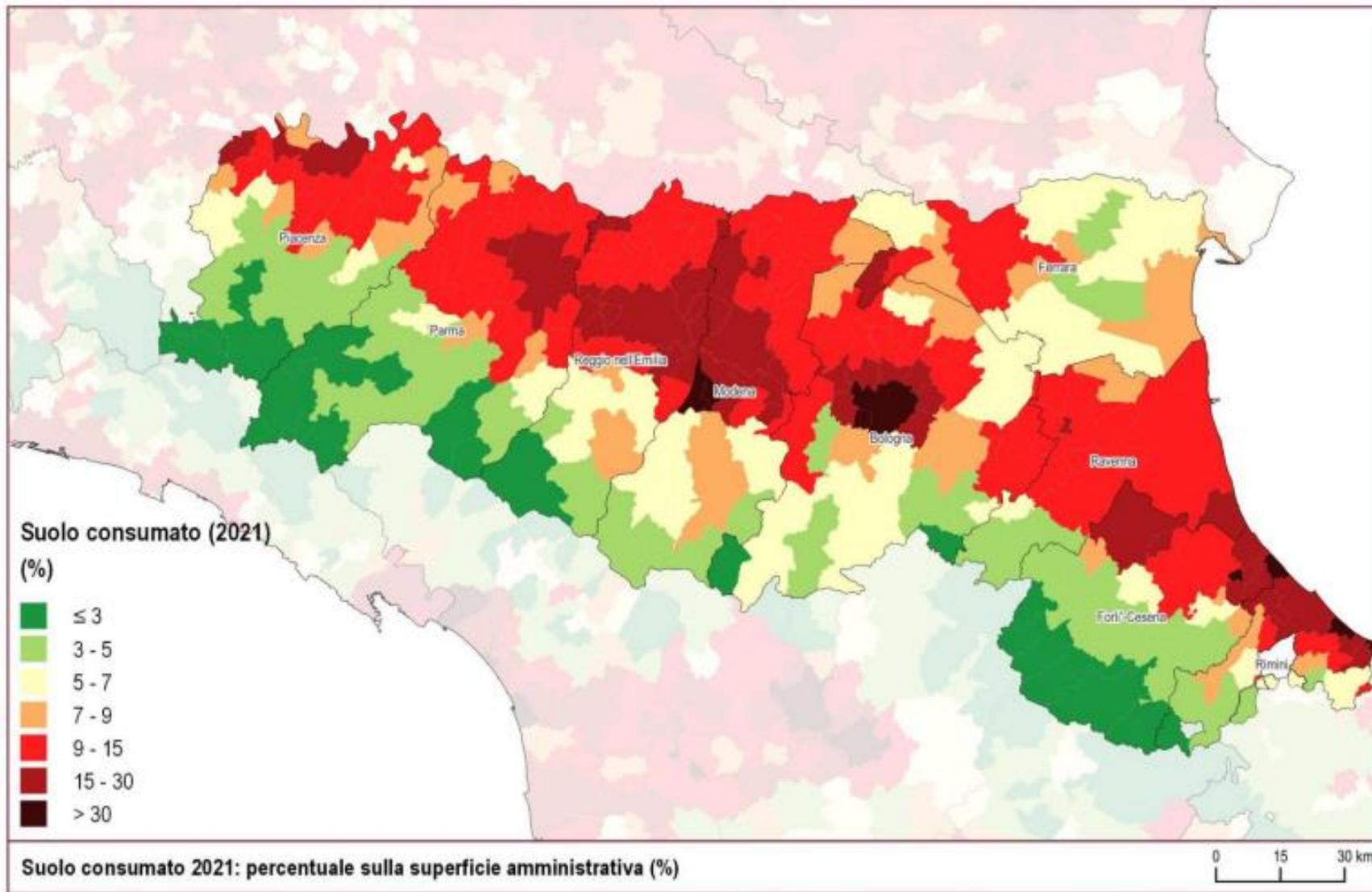
Suolo consumato a livello regionale e di ripartizione geografica (% 2021)



Suolo consumato pro capite nel 2021 in mq/abitante

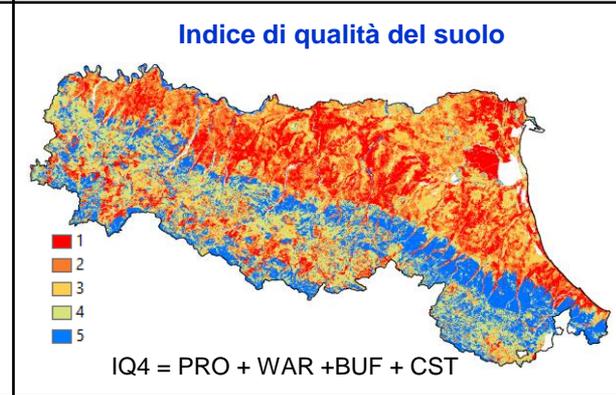
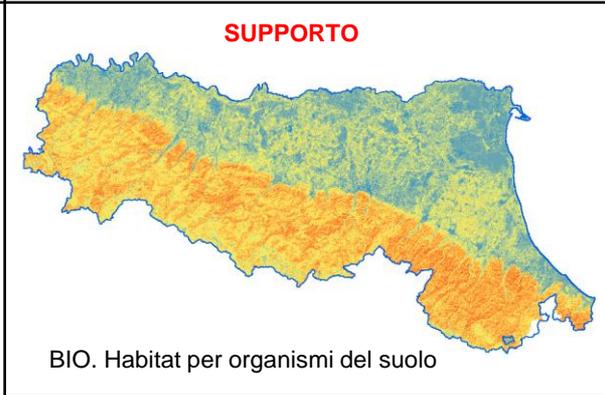
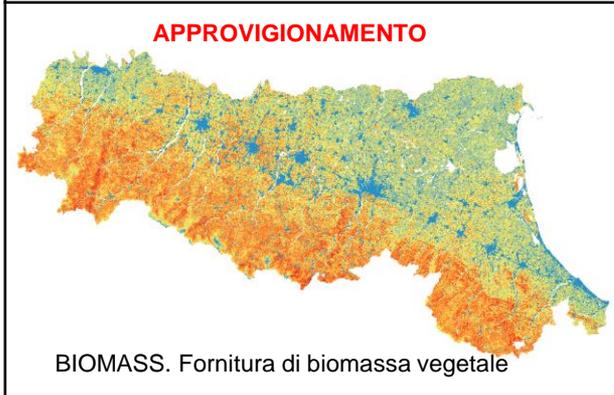
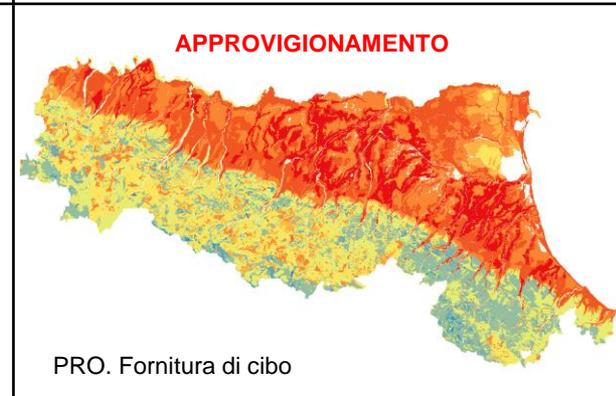
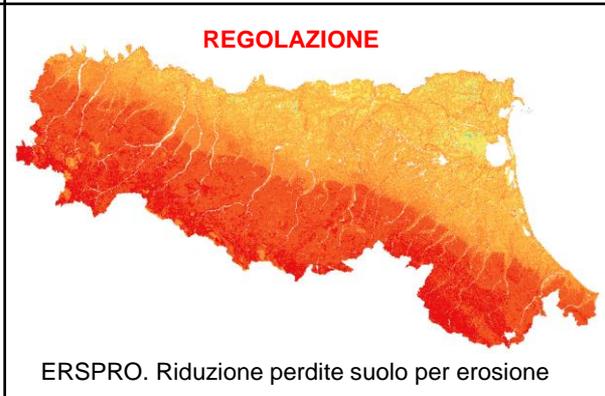
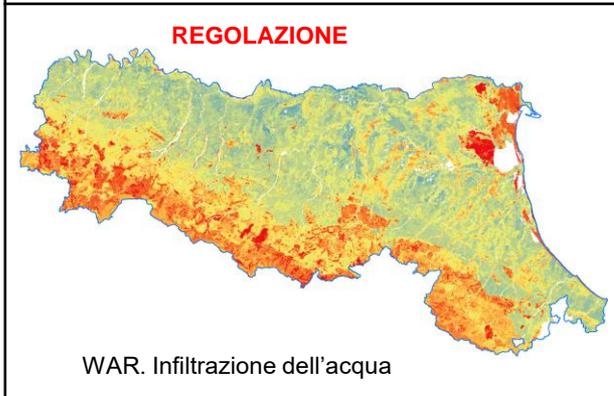
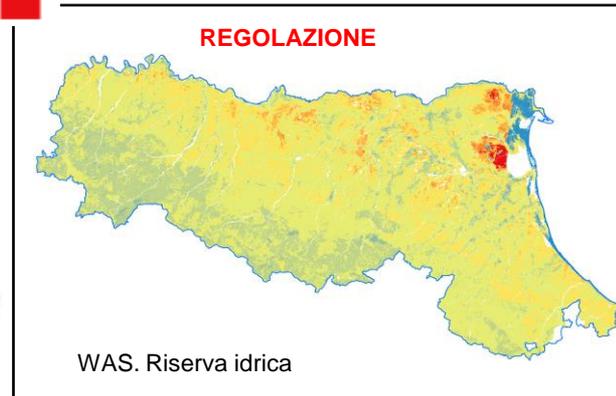
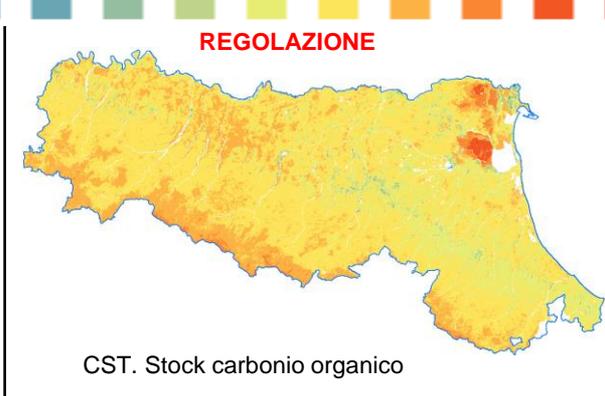
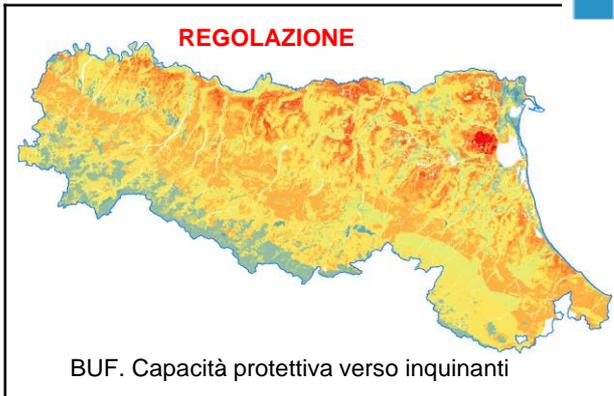
08

Emilia-Romagna

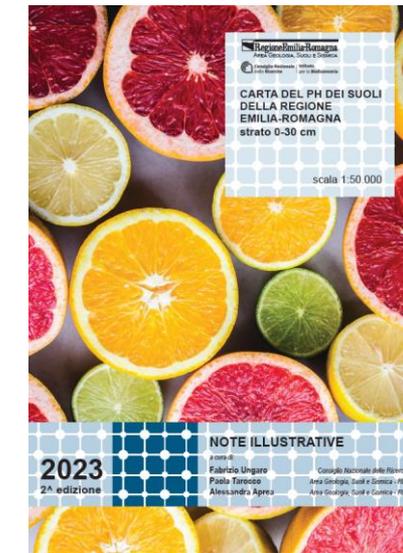
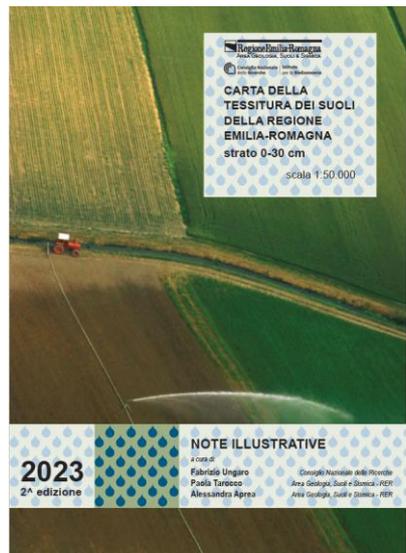
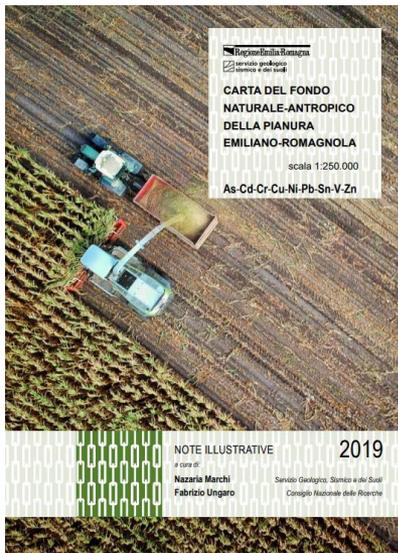
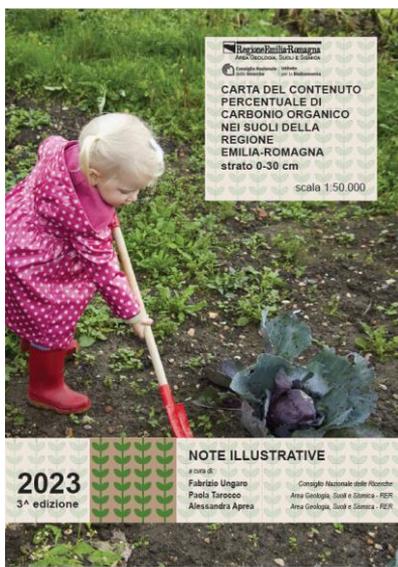


Province	Suolo consumato 2021 [ha]	Suolo consumato 2021 [%]	Suolo consumato pro capite 2021 [m ² /ab]	Consumo di suolo 2020-2021 [ha]	Consumo di suolo pro capite 2020-2021 [m ² /ab/anno]	Densità di consumo di suolo 2020-2021 [m ² /ha]
Bologna	32.984	8,91	324,77	63	0,62	1,71
Ferrara	18.720	7,13	547,28	56	1,64	2,14
Forlì-Cesena	17.274	7,27	439,94	51	1,29	2,13
Modena	29.587	11,00	420,45	135	1,92	5,02
Parma	26.320	7,63	585,36	41	0,91	1,19
Piacenza	19.719	7,62	694,96	103	3,63	3,98
Ravenna	18.890	10,17	488,56	114	2,95	6,13
Reggio nell'Emilia	25.413	11,09	482,09	96	1,81	4,17
Rimini	11.417	12,40	335,60	3	0,08	0,31
Regione	200.320	8,90	451,03	658	1,48	2,92
Italia	2.148.512	7,13	362,70	6331	1,07	2,10

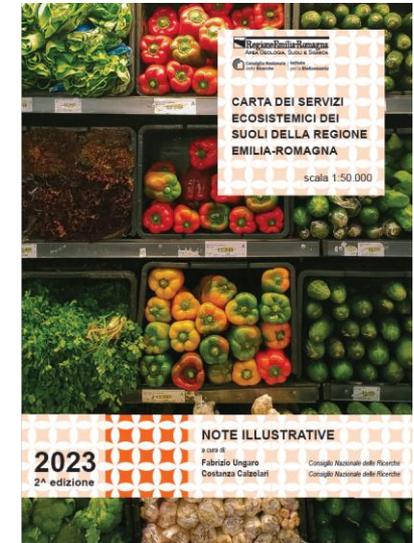
Capoluoghi di Provincia	Suolo consumato 2021 [ha]	Suolo consumato 2021 [%]	Suolo consumato pro capite 2021 [m ² /ab]	Consumo di suolo 2020-2021 [ha]	Consumo di suolo pro capite 2020-2021 [m ² /ab/anno]	Densità di consumo di suolo 2020-2021 [m ² /ha]
Bologna	4.758	33,78	121,48	3	0,08	2,13
Ferrara	5.081	12,54	385,86	7	0,50	1,61
Forlì-Cesena	3.770	16,53	321,11	27	2,33	11,99
Modena	4.620	25,22	247,85	28	1,50	15,30
Parma	5.620	21,56	286,75	11	0,57	4,30
Piacenza	2.923	24,70	284,48	15	1,48	12,88
Ravenna	7.113	10,89	454,58	69	4,39	10,51
Reggio nell'Emilia	4.886	21,17	286,39	35	2,08	15,36
Rimini	3.673	27,08	244,45	0	0,02	0,25



<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/pubblicazioni-on-line-sul-suolo>



<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/pubblicazioni-on-line-sul-suolo>



Rete di monitoraggio dei suoli

CARATTERISTICHE

- Distribuzione territoriale: a griglia fissa o per suoli rappresentativi
- Modalità e profondità di campionamento definita: standard 0-30 cm
- Parametri analitici: minimo definito per legge, massimo da decidere
- *Conoscenze sulla gestione*: solo in caso di aziende collaboranti
- Campionamento ripetuto nel tempo: 3/5/10 anni
- Certezza dei finanziamenti (rete ufficiale istituita e definita da legge / delibera / determina).

La regione Emilia-Romagna non ha una rete di monitoraggio dei suoli istituzionale.

EMILIA-ROMAGNA

Cosa si è fatto fino ad adesso. **Progetti ed esperienze**

1. **2005-2015.** Campionamento e analisi metalli pesanti in pianura. Contenuto di fondo (XRF); *contenuto naturale-antropico* (aqua regia e ICP massa). No campionamento ripetuto
2. **2019 – in corso.** Campionamento e analisi metalli pesanti in Appennino. Contenuto di fondo (XRF). No campionamento ripetuto
3. **2014-2020.** *Biodisponibilità metalli pesanti* in pianura (su campioni del gruppo 1). No campionamento ripetuto
4. **2015-2018.** *Monitoraggio protocollo fanghi alimentari.* Campionamento ripetuto
5. **2017 – in corso.** *Campionamento inquinanti organici* in aree campione in pianura/collina. Doppia ripetizione nel corso dell'anno ma non previsto campionamento ripetuto
6. **2015-2017.** Campionamento per qualità biologica suoli (convenzione UNIPR). Due campagne ma poi non ripetuto il campionamento.
7. **2018-2023.** *Monitoraggio qualità suoli agricoli* finanziato dal PSR 2014-2020. Doppio campionamento 2019 e 2022. Parametri di fertilità, qualità biologica e metalli pesanti.

MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DEI SUOLI AGRICOLI (caratteristiche chimico-fisiche e biologiche)

1. Durata: settembre **2018** - settembre **2023**
2. Costo: finanziato dal Piano di Sviluppo Rurale 2014-2020 per un totale di **517.523 euro** IVA compresa.
3. Coordinamento e direzione lavori
 - Settore Difesa del Territorio. Area Geologia, Suoli e Sismica;
 - Settore programmazione, sviluppo del territorio e sostenibilità delle produzioni. Area Agricoltura Sostenibile.
4. Esecutori: coop. I.ter. di Bologna rilievi di campagna;
laboratorio C.S.A. di Rimini analisi chimico-fisiche.

Finalità

1. Caratterizzazione della qualità generale dei suoli regionali
2. Valutazione dell'efficacia di alcune misure del PSR
3. Miglioramento della valutazione dell'incremento della SO nel PSR.
Creazione di un nuovo indice? *[Criterio 10.2](#): Il PSR ha favorito l'incremento di sostanza organica nel suolo?*

Si è articolato in due **macroattività**:

1. Caratterizzazione e campionamento pedologico di una rete di monitoraggio della qualità del suolo costituita da **123 siti**. Prima fase di campionamento **2019**; seconda fase **2022**. Il costo del solo **monitoraggio** è circa il 50% del totale: circa **133.000** euro per ogni campagna di campionamento e analisi.

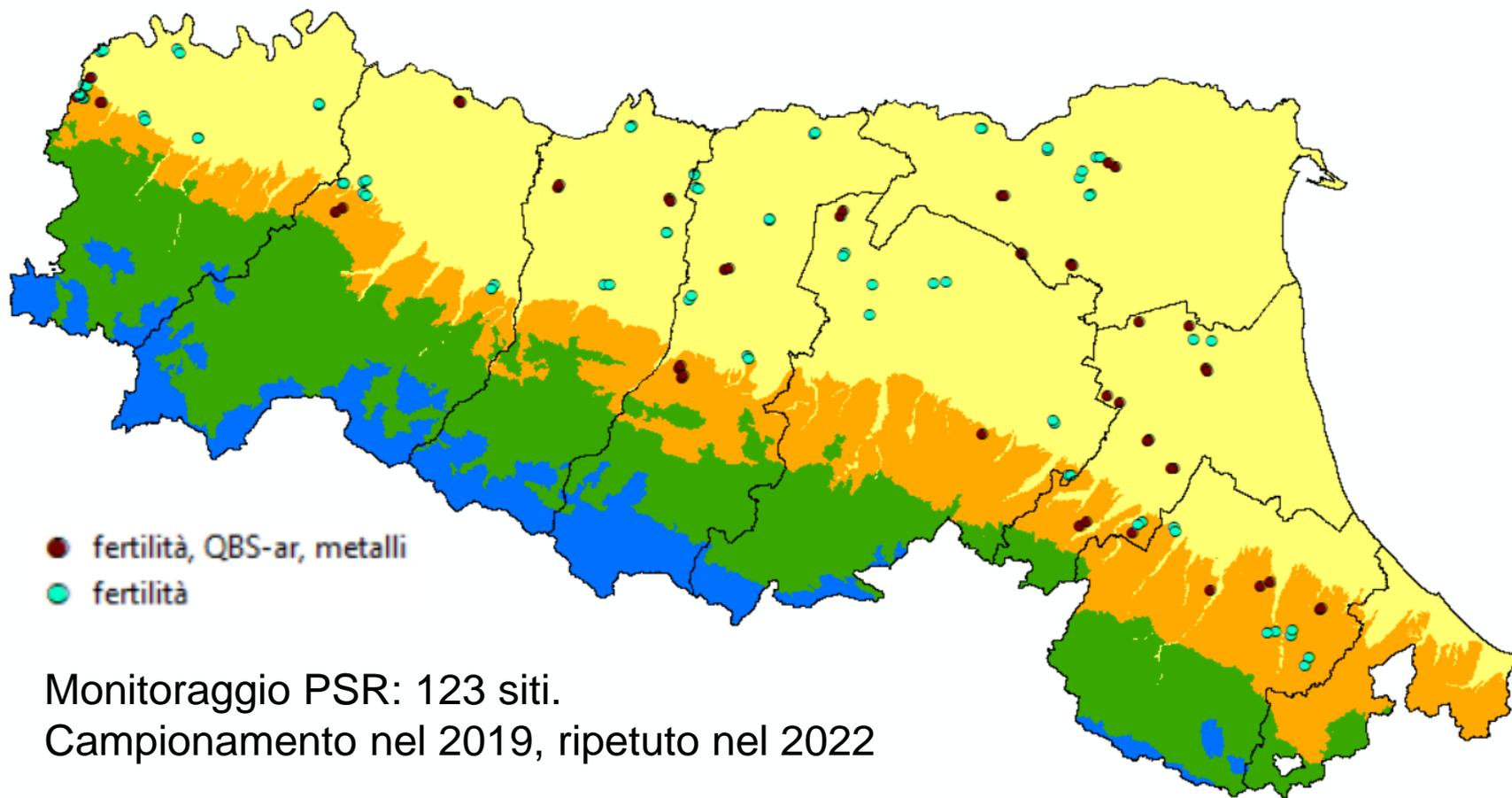
Sui campioni raccolti sono state realizzate analisi di tipo fisico, chimico e biologico. La scelta dei siti (**37** ricadono in ambiente collinare) è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

- adesione delle aziende alle Misure M10 e M11 del PSR 2014-2020;
- rappresentatività dei principali suoli agricoli della pianura e della collina;
- rappresentatività dei principali usi del suolo quali frutteti e vigneti, seminativi, prati avvicendati e prati permanenti.

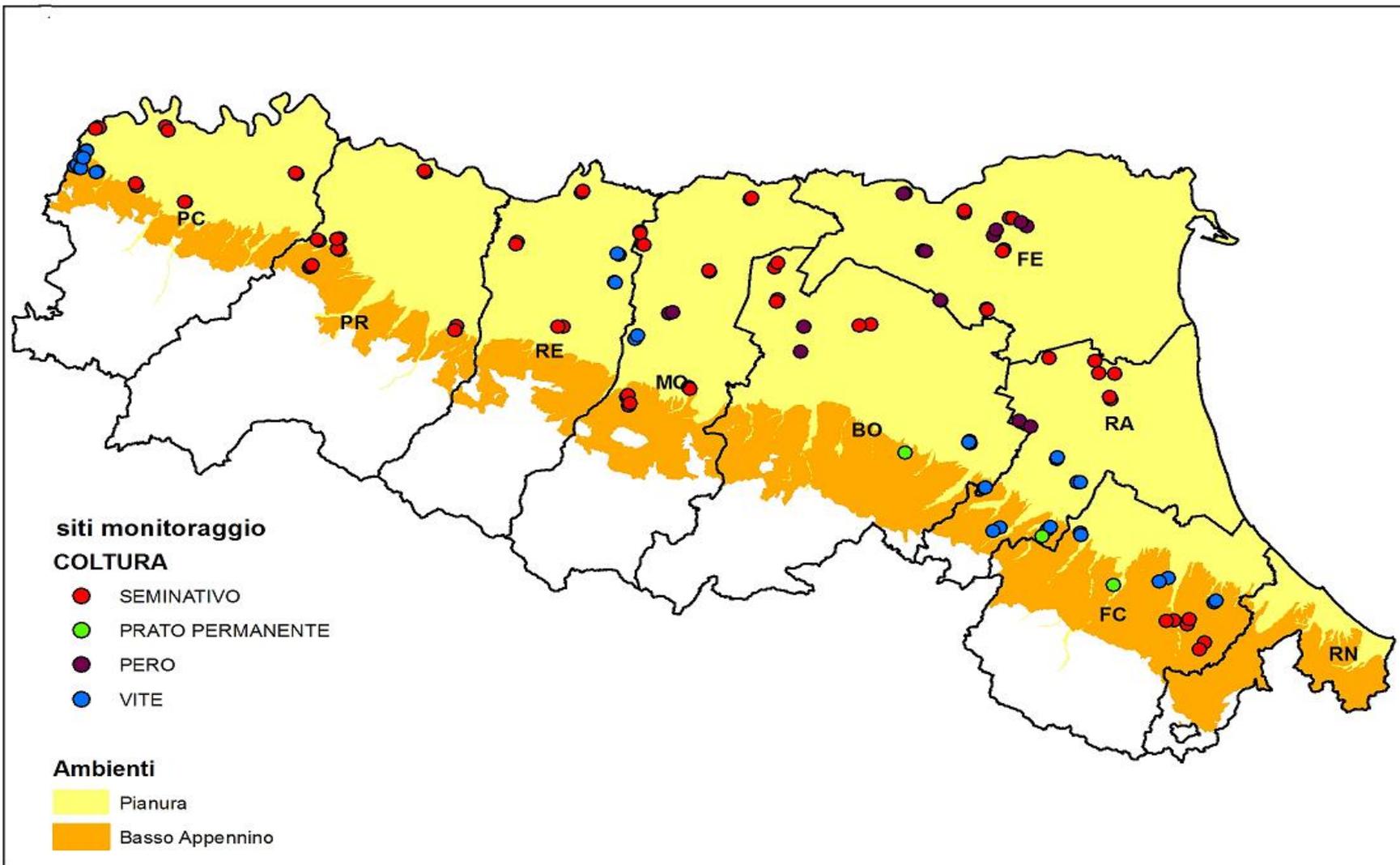
2. Raccolta sia in pianura che in collina in **2270 siti** (definiti SACT) di campioni dello strato superficiale del suolo ed effettuazione delle analisi chimico-fisiche del terreno.

Sono state selezionate **60** aziende che hanno aderito alle misure M10 o M11 (**PSR**) e ciascuna di questa è accompagnata da un'azienda controfattuale (**DU**), situata nelle vicinanze, con suoli simili, che non aderisce alle misure del PSR. Sulle 120 aziende è stata eseguita *l'indagine impieghi* per le annualità 2017-2022. **3** aziende con regime di prato permanente non hanno le rispettive controfattuali.

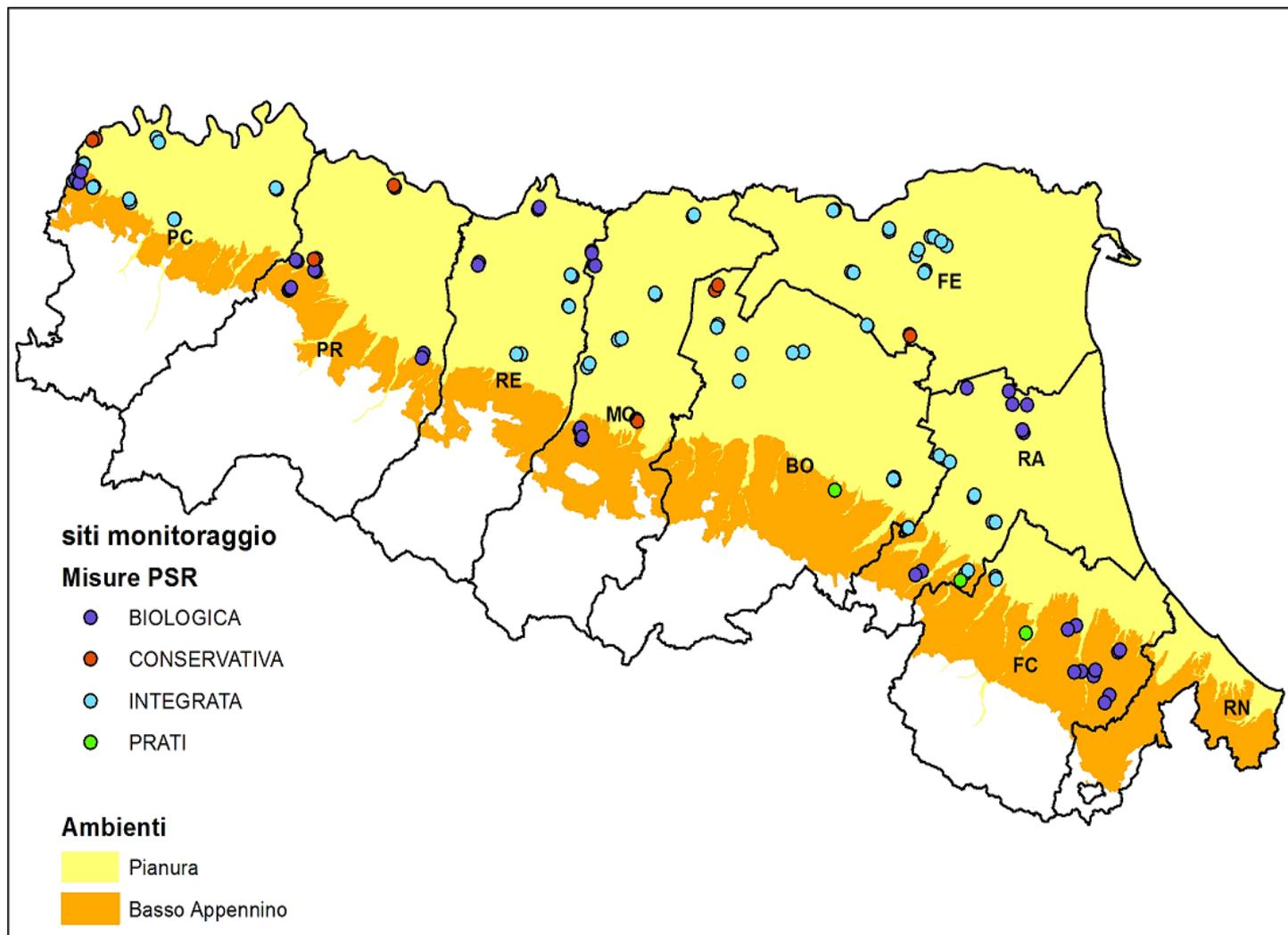
USO DEL SUOLO	INT. DU	INT. PSR	BIOL. DU	BIOL. PSR	CONS. DU	CONS. PSR	PRATI PSR
PERO	8	8					
VITE	12	12	6	6			
SEMINATIVI	12	12	16	16	6	6	
PRATI PERM.							3



MACROATTIVITA' 1. RETE DI MONITORAGGIO



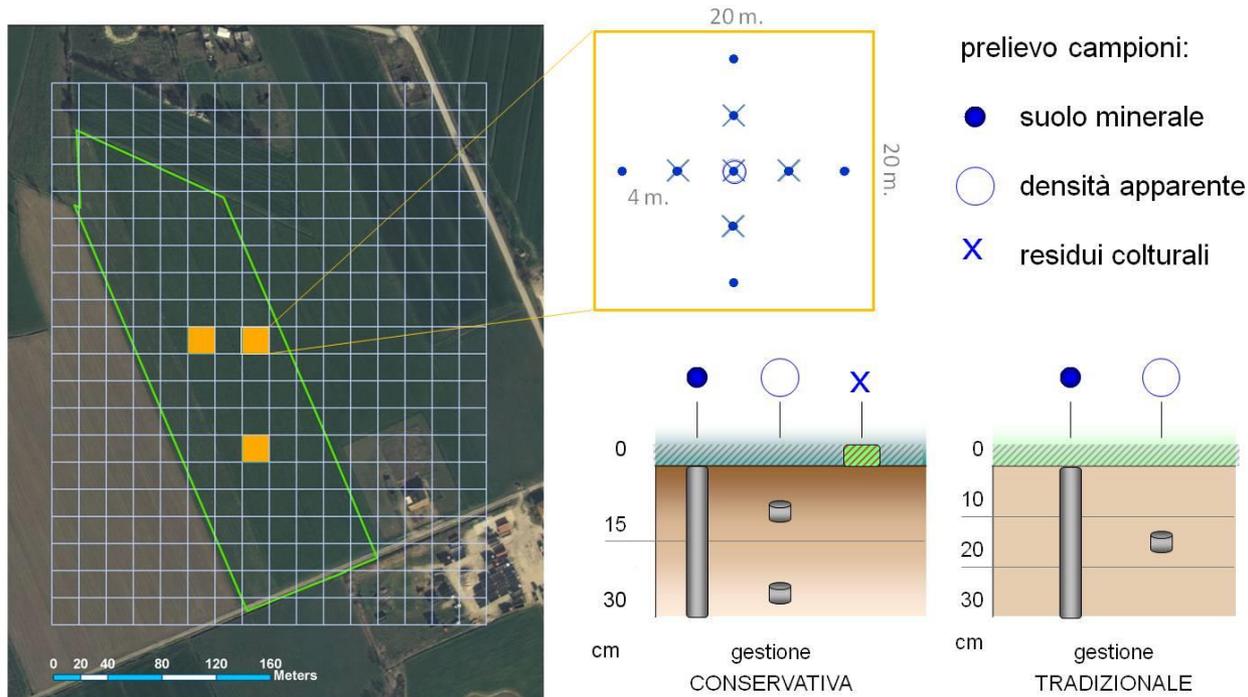
MACROATTIVITA' 1. RETE DI MONITORAGGIO



SCHEMA DI CAMPIONAMENTO (metodo Stolbovoy)

All'interno di ogni *sito di monitoraggio* (SM) sono individuate tre *aree di campionamento* (AC) coincidenti con tre celle di una griglia a maglia regolare di passo pari a 20 metri.

In ogni area di campionamento **9 punti di prelievo** disposti secondo uno schema a croce, i punti di prelievo sono distanziati tra loro di 4 metri lungo due assi perpendicolari.



Pacchetto analitico Aa-Ea

Parametro	U.M.	Metodo	Riferimenti D.M. 13/09/1999
Sabbia 2000-100µm	%	Setacci	Metodo II.5
Sabbia 100- 50µm	%	Setacci	Metodo II.5
Limo 50-20µm	%	Pipetta (tess. Apparente)	Metodo II.5
Limo 20-2µm	%	Pipetta (tess. Apparente)	Metodo II.5
Argilla	%	Pipetta (tess. Apparente)	Metodo II.5
pH	-	in acqua 1:2,5	Metodo III.1
Calcare totale	%	Gasvolumetrico	Metodo V.1
Calcare attivo	%	Droineau	Metodo V.2
Carbonio organico	%	Analizzatore elementare o Walkley and Black	Metodo VII.1, VII.3
N totale	Per mille	Kjeldhal o Analizzatore elementare	Metodo XIV.3 o XIV.1
P2O5 assimilabile	mg/kg	Olsen	Metodo XV.3
K2O scambiabile	mg/kg	BaCl2 pH 8,1 per suoli calcarei, NH4 acetato 1N per suoli acidi	Metodo XIII.5 XIII.4
Salinità	dS/m	Conducibilità elettrica rapporto acqua/ suolo 5:1	Metodo IV.1
CSC	meq/100g	BaCl2 pH 8,1 per suoli calcarei, NH4 acetato per suoli acidi	Metodo XIII.2, XIII.1
Ca di scambio	meq/100g	BaCl2 pH 8,1 per suoli calcarei, NH4 acetato 1N per suoli acidi	Metodo XIII.5 XIII.4
Mg di scambio	meq/100g	BaCl2 pH 8,1 per suoli calcarei, NH4 acetato 1N per suoli acidi	Metodo XIII.5 XIII.4
K di scambio	meq/100g	BaCl2 pH 8,1 per suoli calcarei, NH4 acetato 1N per suoli acidi	Metodo XIII.5 XIII.4
Na di scambio	meq/100g	BaCl2 pH 8,1 per suoli calcarei, NH4 acetato 1N per suoli acidi	Metodo XIII.5 XIII.4

ATTIVITA' ANALISI	PACC ANAL	NOTE	siti totali	N. profondità	N. campioni per sito	N. monitoraggi	N. TOTALE CAMPIONI
1.B2	Aa	analisi chimico-fisiche	123	1	1	1	123
	Ab	metalli	49	1	1	1	49
1.C2	B	S.O. e N totale: unica profondità 0-30 cm (tre repliche per sito)	98	1	3	2	588
	B	S.O. e N totale: profondità 0-15 e 15-30 (2 profondità * tre repliche per sito)	25	2	3	2	300
	B*	determinazione di SO e N totale con altro metodo	200	1	1	1	200
1.C3	C	densità apparente e umidità: unica profondità 10-20* cm (tre repliche per sito)	98	1	3	2	588
	C	densità apparente e umidità: profondità 0-15 e 15-30 cm (2 profondità * tre repliche per sito)	25	2	3	2	300
	C	densità apparente e umidità: profondità 0-15cm secondo campionamento stagionale (tre repliche per sito)	20	1	3	2	120
1.C4	D	QBS-ar: siti con un solo campionamento stagionale 3 zolle 10x10x10 cm	49	1	3	2	294
	D	QBS-ar: secondo campionamento stagionale 3 zolle 10x10x10 cm	20	1	3	2	120
1.B2	Ea	analisi chimico-fisiche	123	1	1	1	123
	Eb	metalli	49	1	1	1	49
extra		campionamento e analisi di parametri idrologici	7				
1.B3	Aa	controllo qualità					22
	Ab	controllo qualità					5
1.B3	Ea	controllo qualità					22
	Eb	controllo qualità					5

Pacchetto analitico Ab-Eb

Parametro	U.M.	Metodi	Riferimenti
Arsenico (As)	mg/kg	Estrazione in acqua regia + Lettura ICP-MS o ICP-OES	UNI EN 13346 2002 oppure EPA 3051A 2007 + EPA 6020A oppure EPA 6010
Cromo (Cr)	mg/kg		
Nichel (Ni)	mg/kg		
Piombo (Pb)	mg/kg		
Zinco (Zn)	mg/kg		
Rame (Cu)	mg/kg		
Cadmio (Cd)	mg/kg		
Vanadio (V)	mg/kg		

Questi pacchetti analitici sono stati ripetuti nelle due campagne.

Il **controllo di qualità** è stato fatto sui pacchetti **Aa-Ea** e **Ab-Eb** usando campioni certificati da ring-test intra-laboratori.

Pacchetto analitico B

Campione Tipo 1	U.M.	Metodo	Riferimenti
Carbonio organico	%	Analizzatore elementare	D.M. 13/09/1999. Metodo VII.1,
N totale	per mille	Analizzatore elementare	D.M. 13/09/1999. Metodo XIV.1

Si è usato il metodo del **En number** ossia valore assoluto della differenza dei due valori (valore RT - valore laboratorio) fratto la radice quadrata della somma dei quadrati delle incertezze estese del RT e del Laboratorio. Il dato è accettato quando **En** ≤ 1 .

Pacchetto analitico C

Campione Tipo 2	U.M.	Metodo	Riferimenti
densità apparente	g/cm ³	Metodo del carotaggio	GU 173 2/9/1997
umidità	%	Metodo termo-gravimetrico	GU 173 2/9/1997

Pacchetto analitico D

Campione Tipo 3	U.M.	Metodo	Riferimenti
QBS-ar	-	Determinazione degli EMI e del QBS-ar massimale	APAT RTI CTN_TES 1/2004 Parisi 2001, Parisi 2005
Densità degli individui	Ind/m ²	Conta degli individui	Parisi 2001, Parisi 2005

PRINCIPALI PROBLEMATICHE

- Scelta delle aziende
- Scelta delle AC (aree campione) all'interno dei siti di monitoraggio
- Indagine impieghi: periodo 2017-2019 Agriconsulting;
periodo 2019-2021 I.Ter
- Propensione dei conducenti aziende a rispondere al questionario dell'indagine impieghi (76% nella seconda campagna)
- Affidabilità analisi laboratoriali: necessità di test frequenti
- Cambio conducenti aziende/uso del suolo nella seconda campagna

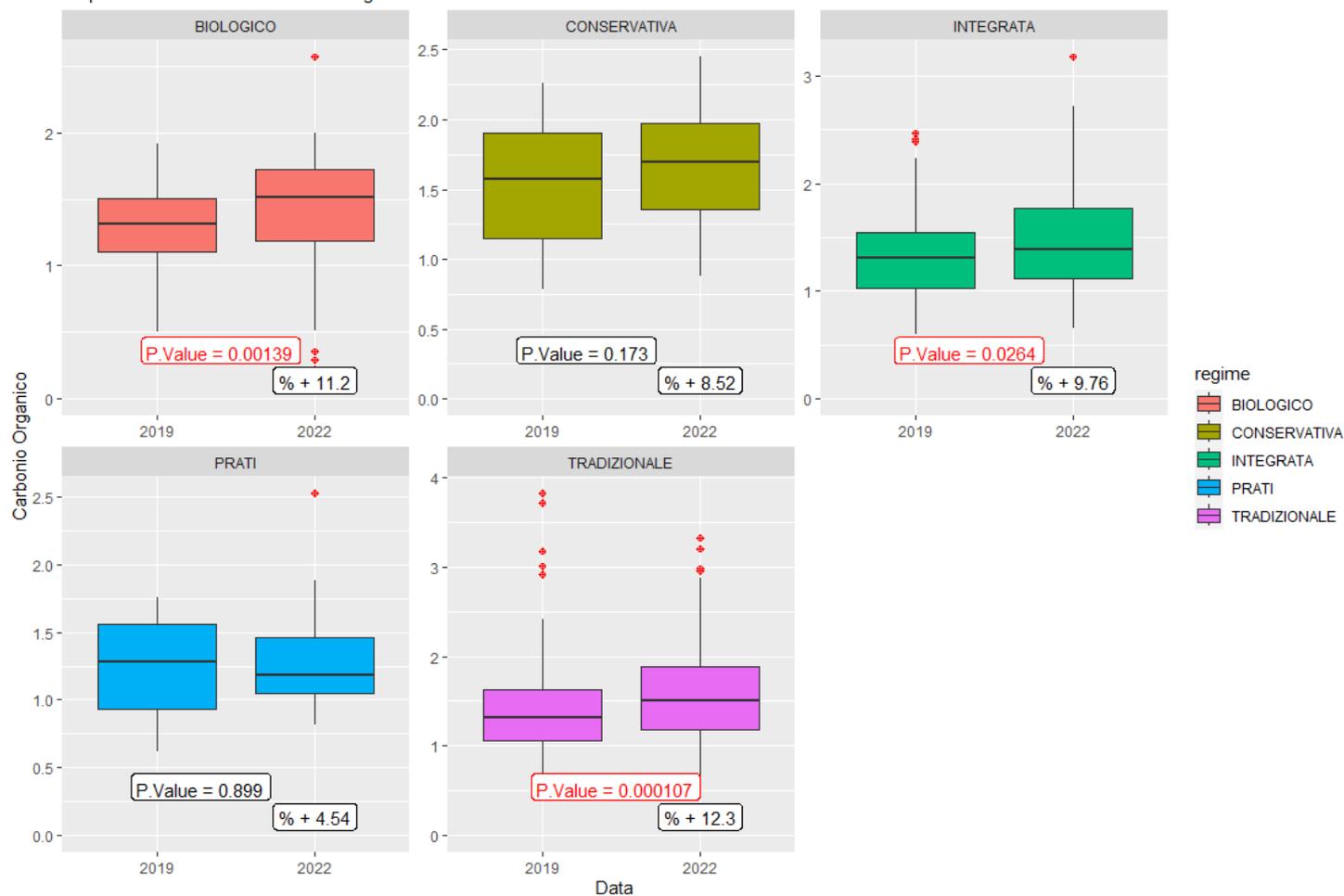
Rapporto finale in preparazione

RISULTATI PARZIALI: CARBONIO ORGANICO % 0-30 cm

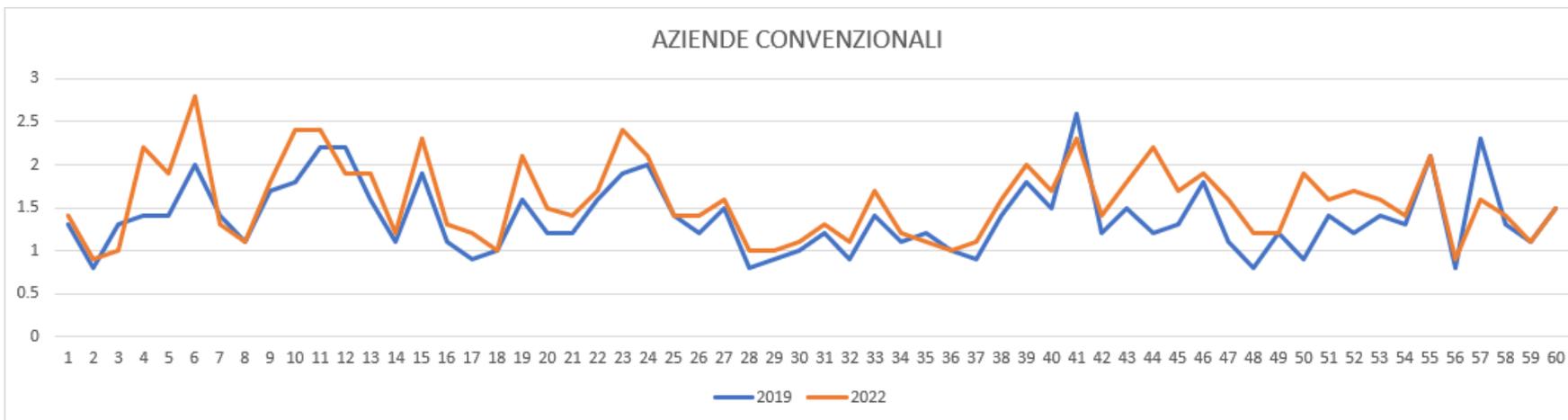
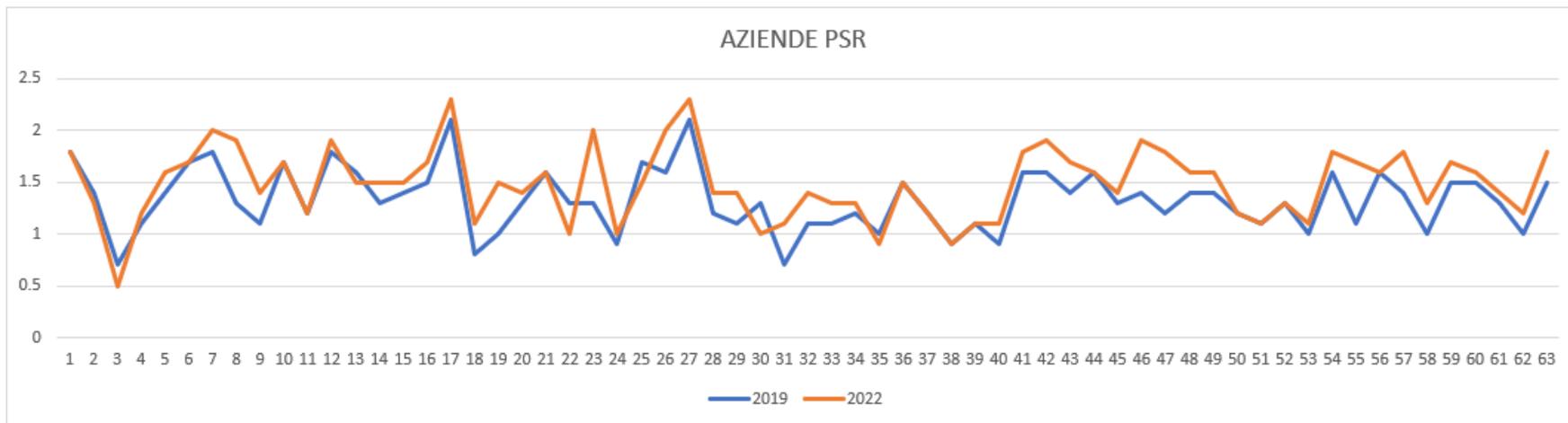
In funzione della **tipologia di gestione agronomica**, vi è un **aumento significativo** dei valori di CORG per il **biologico, integrata ma anche per la tradizionale** (ovvero aziende non aderenti al PSR), mentre nella gestione conservativa e nei prati tale differenza non si riscontra.

Confronto C_Org per tipologia di gestione e anno di rilevamento

Se p.Value > 0.05 non c'è differenza significativa



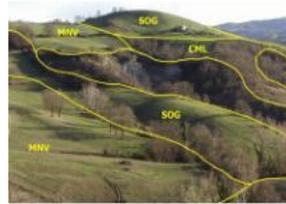
RISULTATI: CARBONIO ORGANICO % 0-30 cm (pacchetto analitico B)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Conoscere il
suolo



Proprietà e
qualità dei suoli



Uso e gestione



Metalli pesanti



Suoli e
pianificazione



Cartografia on-
line

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli>