

**ALLEGATO I****DESCRITTORI DEL SUOLO, CRITERI DI SANITÀ DEL SUOLO E INDICATORI DI IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO  
E DI RIMOZIONE DEL SUOLO**

Ai fini del presente allegato si applicano le definizioni seguenti:

- 1) «terreno naturale»: area di terreno in cui i processi naturali sono prevalenti e l'intervento umano è minimo o inesistente, e in cui le funzioni ecologiche primarie e la composizione delle specie non hanno subito modifiche sostanziali;
- 2) «impermeabilizzazione netta»: il risultato dell'impermeabilizzazione del suolo meno la deimpermeabilizzazione;
- 3) «insediamento»: un insediamento quale definito nelle linee guida del gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPCC) del 2006 per gli inventari nazionali dei gas a effetto serra;
- 4) «suoli organici»: suoli organici quali definiti nelle linee guida IPCC del 2006 per gli inventari nazionali dei gas a effetto serra;
- 5) «suoli minerali»: suoli minerali quali definiti nelle linee guida IPCC del 2006 per gli inventari nazionali dei gas a effetto serra;
- 6) «suoli gestiti»: suoli in cui sono attuate pratiche di gestione del suolo.

Aspetto di degrado del suolo	Descrittore del suolo <sup>(1)</sup>	Criteri di sanità del suolo – valori obiettivo sostenibili non vincolanti <sup>(2)</sup>	Terreni esentati dal rispetto del criterio
Parte A: descrittori del suolo con criteri di sanità del suolo stabiliti a livello di Unione			
Salinizzazione <sup>(3)</sup>	Conducibilità elettrica (deci-Siemens per metro)	< 4 dS m <sup>-1</sup> se si usa il metodo dell'estratto a pasta satura (eEC) o un criterio equivalente se si usa un altro metodo di misurazione	Terreni naturalmente salini, aree soggette a inondazioni periodiche dovute a sommersione marina e aree soggette a spruzzi di acqua di mare
Perdita di carbonio organico nel suolo (Soil Organic Carbon - SOC)	SOC (g per kg)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Per i suoli organici: rispettare gli obiettivi fissati a livello nazionale conformemente all'articolo 4, paragrafi 2 e 4, e all'articolo 11, paragrafo 4, del regolamento (UE) 2024/1991</li> <li>— Per i suoli minerali: rapporto SOC/argilla &gt; 1/13 (ossia il rapporto di contenuto di SOC rispetto al contenuto della frazione argillosa [frazione di diametro inferiore a 0,002 mm])</li> </ul> <p>Gli Stati membri dovrebbero applicare fattori correttivi al rapporto se particolari tipi di suolo o condizioni climatiche lo giustificano, tenendo conto del legame con la stabilità strutturale</p>	Nessuna esenzione Suoli non gestiti in terreni naturali

Aspetto di degrado del suolo	Descrittore del suolo (¹)	Criteri di sanità del suolo – valori obiettivo sostenibili non vincolanti (²)		Terreni esentati dal rispetto del criterio		
Compattazione del sottosuolo	Densità apparente nel sottosuolo (g per cm³)	Tessitura del suolo (⁴)	Estensione	Suoli non gestiti in terreni naturali e in aree che presentano una compattazione naturale del suolo		
		sabbioso, sabbioso franco, franco sabbioso, franco	< 1,80			
		franco argilloso sabbioso, franco, franco argilloso, limoso, franco limoso	< 1,75			
		franco limoso, franco argilloso limoso	< 1,65			
		argilloso sabbioso, argilloso limoso, franco argilloso con 35-45 % di argilla	< 1,58			
		argilloso	< 1,47			
Gli Stati membri possono applicare classi o valori diversi di tessitura corrispondenti ai livelli ritenuti problematici per lo sviluppo del sistema radicale delle piante						
Facoltativo:		≥ 10 cm/giorno (⁵)				
— Conducibilità idraulica satira – Ksat (cm al giorno)		Gli Stati membri possono adattare questo valore in funzione delle condizioni locali del suolo.				
— Capacità d'aria (%)		≥ 5 % (⁶)				
		Gli Stati membri possono adattare questo valore in funzione delle condizioni locali del suolo				

Aspetto di degrado del suolo	Descrittore del suolo <sup>(1)</sup>	Criteri di sanità del suolo – valori obiettivo sostenibili non vincolanti <sup>(2)</sup>	Terreni esentati dal rispetto del criterio
<b>Parte B: descrittori del suolo con criteri di sanità del suolo stabiliti a livello di Stati membri</b>			
Tenore di nutrienti in eccesso nel suolo	Fosforo estraibile (mg per kg)	< «valore massimo»  Gli Stati membri fissano il proprio «valore massimo» a un livello che non sia dannoso per la salute umana e per l'ambiente	Suoli non gestiti in terreni naturali
Erosione del suolo	Tasso di erosione del suolo (tonnellate per ettaro/anno)	< «valore massimo»  Gli Stati membri fissano il proprio «valore massimo» a un livello che non sia dannoso per la salute umana e per l'ambiente	Calanchi e terreni naturali, salvo se rappresentano un rischio significativo di catastrofi
Contaminazione del suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>— concentrazione di metalli pesanti nel suolo: As, Sb, Cd, Co, Cr (totale), Cu, Hg, Pb, Ni, Tl, V, Zn (mg per kg)</li> <li>— concentrazione di una serie di contaminanti organici stabilita dagli Stati membri tenendo conto dei limiti di concentrazione vigenti nel diritto dell'Unione, ad esempio per la qualità dell'acqua e le emissioni atmosferiche</li> </ul>	<p>Ragionevole garanzia, ottenuta tramite campionamento per punti del suolo, individuazione e analisi dei siti potenzialmente contaminati e altre informazioni pertinenti, che la contaminazione del suolo non crea un rischio inaccettabile per la salute umana e per l'ambiente</p> <p>Nella valutazione dei rischi si tiene conto dei livelli di fondo naturale e antropico</p> <p>Se il fondo naturale è l'unico motivo che comporta rischi inaccettabili, si considera che il suolo in questione soddisfa i criteri di sanità del suolo, a condizione che sia gestito in modo tale da non creare un rischio inaccettabile per la salute umana</p> <p>Gli habitat con forte concentrazione naturale di metalli pesanti che figurano nell'allegato I della direttiva 92/43/CEE restano protetti</p>	Nessuna esenzione

Aspetto di degrado del suolo	Descrittore del suolo <sup>(1)</sup>	Criteri di sanità del suolo – valori obiettivo sostenibili non vincolanti <sup>(2)</sup>	Terreni esentati dal rispetto del criterio
Riduzione della ritenzione e dell'infiltrazione idrica del suolo	Ritenzione idrica: — capacità di ritenzione idrica del campione di suolo (% d'acqua su suolo totale [volume o massa])  Infiltrazione idrica: — conducibilità idraulica satura – K <sub>sat</sub> (cm al giorno) — Capacità d'aria (%)	Il valore stimato della capacità totale di ritenzione idrica, della conducibilità idraulica satura e della capacità d'aria di una unità di suolo è superiore alla soglia minima e può essere valutato anche per bacino o sottobacino idrografico, tenendo conto dei processi idrici che si verificano su tale scala  La soglia minima è fissata (in tonnellate) dallo Stato membro sulla scala opportuna a un valore tale da mitigare l'impatto delle inondazioni dovute a precipitazioni intense o dei periodi di bassa umidità del suolo dovuta alla siccità	Nessuna esenzione
Perdita di SOC	Stock di SOC (tC ha <sup>-1</sup> )  Facoltativo: — contenuto di SOC (g per kg)	Contribuire al conseguimento degli obiettivi nazionali in materia di assorbimenti netti di gas a effetto serra nel settore LULUCF di cui all'articolo 4, paragrafo 3, del regolamento (UE) 2018/841  > «valore minimo»  Gli Stati membri fissano il valore minimo in funzione della tessitura del suolo	Nessuna esenzione

## Parte C: descrittori del suolo senza criteri

Aspetto di degrado del suolo	Descrittore del suolo
Tenore di nutrienti in eccesso nel suolo	Tenore totale di azoto nel suolo (mg g <sup>-1</sup> )  Rapporto SOC/azoto
Acidificazione	Acidità del suolo (pH)  Gli Stati membri possono anche scegliere il descrittore facoltativo: — saturazione di base (ossia (Ca + Mg + K)/capacità effettiva di scambio cationico (CSC))

Aspetto di degrado del suolo	Descrittore del suolo <sup>(1)</sup>	Criteri di sanità del suolo – valori obiettivo sostenibili non vincolanti <sup>(2)</sup>	Terreni esentati dal rispetto del criterio
Compattazione dello strato superficiale	Densità apparente dello strato superficiale (orizzonte A <sup>(7)</sup> ) (g cm <sup>-3</sup> ) Facoltativo <ul style="list-style-type: none"><li>— conducibilità idraulica satura (cm al giorno)</li><li>— capacità d'aria (%)</li></ul>		
Perdita di biodiversità del suolo	Metabarcoding per funghi e batteri  Gli Stati membri possono altresì scegliere almeno un descrittore del suolo facoltativo per la biodiversità, ad esempio: <ul style="list-style-type: none"><li>— metabarcoding di archei, protisti e animali</li><li>— analisi degli acidi grassi fosfolipidici (PFLA)</li><li>— abbondanza e diversità di nematodi</li><li>— abbondanza e diversità di lombrichi</li><li>— abbondanza e diversità di collemboli</li><li>— abbondanza e diversità di formiche autoctone</li><li>— qualità biologica del suolo basata sugli artropodi (QBS-ar)</li><li>— presenza di specie esotiche invasive e organismi nocivi per le piante</li><li>— respirazione basale del suolo</li></ul>		
Contaminazione del suolo <sup>(8)</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Concentrazioni di PFAS-21 <sup>(9)</sup> o concentrazioni di PFAS-43 <sup>(10)</sup> o di PFAS selezionate fissate dagli Stati membri a norma dell'articolo 7, paragrafo 4</li><li>— Concentrazioni di sostanze attive selezionate nei pesticidi e nei loro metaboliti fissate dagli Stati membri a norma dell'articolo 7, paragrafo 4</li></ul> <p>Facoltativo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— concentrazioni o presenza di una selezione di altri contaminanti del suolo emergenti fissati dagli Stati membri a norma dell'articolo 7, paragrafo 4</li></ul>		

Aspetto di degrado del suolo	Descrittore del suolo <sup>(1)</sup>	Criteri di sanità del suolo – valori obiettivo sostenibili non vincolanti <sup>(2)</sup>	Terreni esentati dal rispetto del criterio
Parte D: indicatori di impermeabilizzazione del suolo e rimozione del suolo			
Aspetto di degrado del suolo	Indicatori di impermeabilizzazione del suolo e rimozione del suolo		
Impermeabilizzazione del suolo e rimozione del suolo	<p>Totale suoli impermeabilizzati e zone che sono state sottoposte a rimozione del suolo (in km<sup>2</sup> e % della superficie dello Stato membro)</p> <p>Impermeabilizzazione del suolo e rimozione del suolo, deimpermeabilizzazione e impermeabilizzazione netta (media annua – in km<sup>2</sup> e % della superficie dello Stato membro)</p> <p>Superficie totale di insediamento (in km<sup>2</sup> e % della superficie dello Stato membro)</p> <p>Cambiamento di uso del suolo in insediamenti e viceversa (media annua – in km<sup>2</sup> e % della superficie dello Stato membro)</p> <p>Gli Stati membri possono altresì misurare altri indicatori facoltativi correlati, ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— artificializzazione del suolo</li> <li>— frammentazione del territorio</li> <li>— tasso di riciclo dei terreni</li> <li>— consumo di suolo per attività commerciali, poli logistici, energie rinnovabili, superfici quali aeroporti, strade, miniere</li> <li>— conseguenze dell'impermeabilizzazione del suolo e della rimozione del suolo, quali la quantificazione della perdita di servizi ecosistemici e cambiamenti nell'intensità delle inondazioni</li> </ul>		

<sup>(1)</sup> I criteri minimi per la metodologia di campionamento in situ dei descrittori del suolo sono indicati nell'allegato II, parte A, e ulteriori dettagli devono essere forniti a norma dell'articolo 24.

<sup>(2)</sup> Ulteriori dettagli sulla metodologia per la fissazione dei valori obiettivo sostenibili non vincolanti e dei valori guida operativi per i descrittori del suolo elencati nell'allegato I, parti A e B e, ove possibile, C, devono essere forniti a norma dell'articolo 24.

<sup>(3)</sup> La misurazione della conducibilità elettrica può essere esclusa nelle aree non a rischio di salinizzazione. Ulteriori dettagli sulla metodologia per la valutazione delle aree non a rischio di salinizzazione devono essere forniti a norma dell'articolo 24.

<sup>(4)</sup> Definito in IUSS Working Group WRB. 2022. *World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*, 4<sup>a</sup> edizione. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.

<sup>(5)</sup> Lebert, M., Böken, H., Glante, F. 2007. *Soil compaction – indicators for the assessment of harmful changes to the soil in the context of the German Federal Soil Protection Act*, Journal of Environmental Management 82(3): 388-397.

<sup>(6)</sup> Lebert, M., Böken, H., Glante, F. 2007. *Soil compaction – indicators for the assessment of harmful changes to the soil in the context of the German Federal Soil Protection Act*, Journal of Environmental Management 82(3): 388-397.

<sup>(7)</sup> Definito in *Guidelines for Soil Description*, capitolo 5, FAO (<https://www.fao.org/3/a0541e/a0541e.pdf>).

<sup>(8)</sup> Può essere misurata su un numero limitato di punti di campionamento.

<sup>(9)</sup> 6:2 FTS, PFBA, PFBS, PFDA, PFDODA, PFDODS, PFDS, PFHpA, PFHps, PFHxA, PFHxS, PFNA, PFNS, PFOA, PFOS, PFPeA, PFPeS, PFTrDA, PFTrDS, PFUnDA, PFUnDS o altre PFAS-21, in base alla disponibilità nei laboratori.

<sup>(10)</sup> PFOS, PFOA, PFHxS, PFNA, PFBS, PFPeS, PFHpS, PFNS, PFDS, PFUnDS, PFDODA, PFTrDS, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFDA, PFUnDA, PFDODA, PFTrDA, PFTeDA, PFOSA, N-EtFOSA, N-MeFOSAA, FOSAA, N-EtFOSAA, N-MeFOSAA, FHxSA, N-EtFHxSA, N-MeFHxSA, FHxSAA, N-EtFHxSAA, N-MeFHxSAA, FBSA, N-EtFBSA, N-MeFBSAA, FBSAA, N-EtFBSAA, N-MeFBSAA, 6:2 FTS, 8:2 FTS, 5:3 FTCA, 7:3 FTCA o altre PFAS-43, in base alla disponibilità nei laboratori.

## ALLEGATO II

## METODOLOGIE

Parte A: metodologia per determinare il numero e l'ubicazione dei punti di campionamento e per l'indagine per campione

Attività	Criteri minimi di metodologia
1. Determinazione dei punti di campionamento (indagine per campione) per la valutazione della salute del suolo	<p>La configurazione dell'indagine per campione muove da un quadro completo che comprende le migliori informazioni disponibili sulla distribuzione delle proprietà del suolo, ad esempio i dati risultanti da pertinenti misurazioni a norma dell'articolo 9, paragrafi 3 e 4</p> <p>Lo schema deve configurare un campionamento casuale stratificato ottimizzato in base alle migliori informazioni disponibili sulla variabilità dei descrittori del suolo e la stratificazione si basa sulle unità di suolo determinate in conformità dell'articolo 4, paragrafo 2. I punti di campionamento relativi alle misurazioni di cui all'articolo 9, paragrafo 4, possono essere presi in considerazione integralmente o parzialmente nello schema di campionamento, indipendentemente dalla loro configurazione</p> <p>Il numero e l'ubicazione dei punti di campionamento rappresenta la variabilità dei descrittori del suolo scelti all'interno delle unità di suolo con un errore massimo percentuale (o coefficiente di variazione) del 5 %</p> <p>La distribuzione e le dimensioni del campione sono determinate applicando procedure appropriate (ad esempio l'algoritmo Bethel - Bethel, 1989 (<sup>1</sup>)) in grado di tenere conto del requisito di errore massimo di stima</p> <p>L'indagine per campione configurata dagli Stati membri per ciascun ciclo di monitoraggio può cambiare o rimanere invariata</p> <p>Ulteriori dettagli sulla determinazione del numero e dell'ubicazione dei punti di campionamento devono essere forniti a norma dell'articolo 24, paragrafo 1, lettera a)</p>

Attività	Criteri minimi di metodologia
2. Indagine per campione sul campo	<p>Il campionamento è effettuato in punti esatti, tranne in casi debitamente giustificati che lo impediscono, ad esempio se il suolo è saturo di acqua o in presenza di un elevato livello di contenuto roccioso</p> <p>Se il prelievo riguarda campioni composti di suolo, essi sono una miscela di almeno cinque sottocampioni</p> <p>Se il campionamento avviene in un'area non boschiva, si rimuovono residui e detriti organici dalla superficie</p> <p>Se avviene in un'area boschiva, il campionamento del suolo forestale, se del caso suddiviso in lettiera e strati organici, è eseguito separatamente e lo spessore e il peso di lettiera e strati organici sono registrati separatamente</p> <p>I campioni o sottocampioni per il campione composito sono prelevati a una profondità di almeno 30 cm. Sono registrate informazioni quali il tipo di suolo e, ove possibile, gli orizzonti genetici del suolo. I sottocampioni sono miscelati per ottenere un campione composito omogeneo. Il campionamento può essere effettuato per profondità fissa o per orizzonte, ma i dati sono comunicati per profondità fissa</p> <p>I campioni di densità apparente sono campioni indisturbati prelevati alla profondità pertinente, anche al di sotto di 30 cm per il sottosuolo. Per la compattazione del suolo (conducibilità idraulica satura e capacità d'aria) i campioni possono essere gli stessi campioni indisturbati di quelli prelevati per la densità apparente. Se la presenza elevata di frammenti grossolani nel suolo impedisce il prelievo, è possibile escludere il campionamento in quel punto per misurare la densità apparente</p> <p>Ulteriori dettagli sull'indagine per campione sul campo devono essere forniti a norma dell'articolo 24, paragrafo 1, lettera a), anche per quanto riguarda le modalità di gestione di situazioni specifiche quali i suoli poco profondi e le varie profondità di campionamento</p>

(<sup>1</sup>) Bethel, J. 1989. *Sample Allocation in Multivariate Surveys*, Survey Methodology 15: 47-57.

Parte B: metodologia per determinare o stimare i valori dei descrittori del suolo

Laddove sia stabilita una metodologia di riferimento nella tabella seguente, si devono usare le metodologie seguenti conformemente all'articolo 9:

- la metodologia di riferimento;
- una metodologia equivalente alla metodologia di riferimento; oppure
- un'altra metodologia purché sia disponibile nella letteratura scientifica o pubblicamente e comprenda una funzione di trasferimento convalidata.

Se disponibile, la metodologia CEN è preferibile alla metodologia di riferimento. In questo caso la metodologia di riferimento iniziale è considerata una metodologia equivalente.

Descrittore del suolo	Metodologia di riferimento	Criteri minimi di metodologia	È richiesta una funzione di trasferimento convalidata (se si usa una metodologia diversa dalla metodologia di riferimento)?
Tessitura del suolo (tenore di argilla, limo e sabbia, necessario per determinare altri descrittori e le relative estensioni)	ISO 11277 Determinazione della distribuzione granulometrica delle particelle nel materiale del suolo minerale – Metodo per setacciatura e sedimentazione	Non applicabile	sì
Conducibilità elettrica	Opzione 1: ISO 11265 Determinazione della conducibilità elettrica specifica opzione 2: metodo dell'estratto a pasta satura (eEC) (SOP FAO: GLOSOLAN-SOP-08 (¹))	Non applicabile	sì

Descrittore del suolo	Metodologia di riferimento	Criteri minimi di metodologia	È richiesta una funzione di trasferimento convalidata (se si usa una metodologia diversa dalla metodologia di riferimento)?
Tasso di erosione del suolo		<p>La stima del tasso di erosione del suolo tiene conto di tutte le misure prese per mitigare o compensare il rischio di erosione, comprese le misure di mitigazione a seguito di un incendio</p> <p>La stima del tasso di erosione del suolo include tutti i pertinenti processi di erosione, come quelli dovuti all'acqua, al vento, al raccolto e alla lavorazione del terreno</p> <p>L'erosione idrica del suolo è valutata considerando i fattori seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— caratteristiche del suolo (ad esempio erodibilità, croste deposizionali, rugosità del suolo, pietrosità)</li> <li>— topografia (ad esempio inclinazione e lunghezza della pendenza)</li> <li>— clima (ad esempio erosività delle precipitazioni – intensità e durata)</li> <li>— copertura della vegetazione, tipo di coltura, utilizzo del suolo e pratiche di gestione per controllare o ridurre l'erosione</li> <li>— pratiche di gestione (ad esempio colture di copertura, lavorazione ridotta, pacciamatura ecc.)</li> <li>— aree bruciate</li> </ul> <p>L'erosione eolica del suolo è valutata considerando i fattori seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— caratteristiche del suolo (ad esempio erodibilità)</li> <li>— clima (ad esempio umidità del suolo, velocità del vento, evaporazione)</li> <li>— vegetazione (ad esempio tipo di coltura)</li> <li>— pratiche di gestione per controllare o ridurre l'erosione (ad esempio barriere frangivento)</li> </ul> <p>L'erosione del suolo mediante pratiche di gestione quali la lavorazione del terreno o l'esportazione di biomassa è valutata quantitativamente sulla base di una metodologia disponibile pubblicamente o nella letteratura scientifica</p>	Non applicabile

Descrittore del suolo	Metodologia di riferimento	Criteri minimi di metodologia	È richiesta una funzione di trasferimento convalidata (se si usa una metodologia diversa dalla metodologia di riferimento)?
Carbonio organico nel suolo (SOC)	<p>ISO 10694 Determinazione del carbonio organico e del carbonio totale dopo combustione a secco, assicurando la combustione di tutto il carbonio</p> <p>Il SOC è calcolato determinando il tenore totale di carbonio e sottraendo il carbonio presente come carbonato, determinato secondo la norma ISO 10693</p>	Non applicabile	sì
Stock di SOC	Metodologia di cui all'allegato V del regolamento (UE) 2018/1999 conformemente alle linee guida IPCC del 2006 per gli inventari nazionali dei gas a effetto serra	Non applicabile	sì
Densità apparente nel sottosuolo	<p>ISO 11272 per la determinazione della densità apparente a secco</p> <p>Ove si scelga un parametro equivalente, la metodologia è una norma europea o internazionale, se disponibile; in mancanza, la metodologia scelta deve essere disponibile pubblicamente o nella letteratura scientifica</p>	La metodologia potrebbe essere perfezionata in funzione della proporzione di frammenti grossolani	sì

Descrittore del suolo	Metodologia di riferimento	Criteri minimi di metodologia	È richiesta una funzione di trasferimento convalidata (se si usa una metodologia diversa dalla metodologia di riferimento)?
Fosforo estraibile	Da preferire: ISO 11263 per la determinazione spettrometrica del fosforo solubile in soluzione di idrogeno carbonato di sodio (P-Olsen)  In alternativa potrebbero essere utilizzati altri metodi	Non applicabile	Sì
— concentrazione di metalli pesanti nel suolo: As, Sb, Cd, Co, Cr (totale), Cu, Hg, Pb, Ni, Tl, V, Zn  — concentrazioni di altri contaminanti (compresi PFAS, pesticidi e loro metaboliti) definiti o selezionati dagli Stati membri	Per i metalli pesanti: ISO 54321: acqua regia  Facoltativo: frazioni di contaminanti biodisponibili, come ISO 17586 utilizzando acido nitrico diluito	Per i contaminanti diversi dai metalli pesanti: utilizzare le norme europee o internazionali, se disponibili; in mancanza, la metodologia scelta deve essere disponibile pubblicamente o nella letteratura scientifica	Per i metalli pesanti: Sì  Per i contaminanti diversi dai metalli pesanti: non applicabile se non sono disponibili norme europee o internazionali

Descrittore del suolo	Metodologia di riferimento	Criteri minimi di metodologia	È richiesta una funzione di trasferimento convalidata (se si usa una metodologia diversa dalla metodologia di riferimento)?
Capacità di ritenzione idrica del suolo, capacità d'aria e conducibilità idraulica satura	<p>Metodologia per determinare il valore di un punto di campionamento:</p> <p>1) capacità di ritenzione idrica del suolo e capacità d'aria: opzione 1: LABORATORIO: ISO 11274 per la determinazione della caratteristica di ritenzione idrica;</p> <p>opzione 2: STIMA: applicare funzioni di trasferimento pedologico che richiedono variabili di input quali la distribuzione granulometrica delle particelle, la densità apparente, la concentrazione di carbonio organico nel suolo.</p> <p>2) conducibilità idraulica satura: opzione 1: LABORATORIO: ISO 17313: determinazione della conducibilità idraulica dei materiali porosi saturi opzione 2: STIMA: applicare funzioni di trasferimento pedologico che richiedono variabili di input quali la distribuzione granulometrica delle particelle, la densità apparente, la concentrazione di carbonio organico nel suolo</p>	<p>Criteri minimi per stimare la capacità totale di ritenzione idrica del suolo, la capacità d'aria e la conducibilità idraulica satura di una unità di suolo o su scala di bacino o sottobacino idrografico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— per la superficie di suolo non impermeabilizzato o le superfici non sottoposte a rimozione del suolo, stimare il valore totale della capacità di ritenzione idrica del suolo, della capacità d'aria e della conducibilità idraulica satura</li> <li>— per la superficie di suolo impermeabilizzato e rimosso, valutare la possibilità di azzerare la capacità di ritenzione idrica, la capacità d'aria e la conducibilità idraulica satura delle aree impervie, attribuendo in proporzione valori intermedi alle aree semi-impervie e ad altre aree artificiali</li> </ul>	Sì (per il valore del punto)

Descrittore del suolo	Metodologia di riferimento	Criteri minimi di metodologia	È richiesta una funzione di trasferimento convalidata (se si usa una metodologia diversa dalla metodologia di riferimento)?
Azoto nel suolo	opzione 1: ISO 11261 per la determinazione dell'azoto totale nel suolo con il metodo Kjeldahl modificato  opzione 2: ISO 13878 per la determinazione dell'azoto totale mediante combustione a secco	Non applicabile	sì
Acidità del suolo	ISO 10390 per la determinazione del pH nell'estratto di H <sub>2</sub> O, KCl e CaCl <sub>2</sub>	Non applicabile	sì
Saturazione di base e concentrazioni scambiabili di sodio, potassio, calcio e magnesio	ISO 11260 per la determinazione della capacità effettiva di scambio cationico e del livello di saturazione di base utilizzando BaCl <sub>2</sub>	Non applicabile	sì
Densità apparente nello strato superficiale (orizzonte A <sup>(?)</sup> )	ISO 11272 per la determinazione della densità apparente a secco	La metodologia potrebbe essere perfezionata in funzione della proporzione di frammenti grossolani	sì
Descrittori del suolo legati alla biodiversità del suolo e all'attività biologica		Applicare le norme europee o internazionali, se disponibili; in mancanza, la metodologia scelta deve essere disponibile pubblicamente o nella letteratura scientifica	Non applicabile

<sup>(1)</sup> <https://www.fao.org/3/cb3355en/cb3355en.pdf>.

<sup>(2)</sup> Definito in *Guidelines for Soil Description*, capitolo 5, FAO (<https://www.fao.org/3/a0541e/a0541e.pdf>).

Parte C: criteri metodologici minimi per determinare i valori dell'impermeabilizzazione del suolo e della rimozione del suolo

Per gli indicatori di impermeabilizzazione del suolo e di rimozione del suolo, le metodologie utilizzate sono conformi alle definizioni di cui all'articolo 3 e all'allegato I. Tali metodologie si avvalgono almeno dei servizi Copernicus o, preferibilmente, dei migliori dati disponibili, comprese le immagini ottenute con il telerilevamento, che sono integrati da inventari nazionali pertinenti.

Per l'indicatore relativo agli insediamenti, gli Stati membri possono utilizzare i dati raccolti a norma del regolamento (UE) 2018/841, a condizione che tali dati siano comunicati a livello di distretto del suolo.

Le metodologie scelte sono disponibili pubblicamente o nella letteratura scientifica.

---

**ALLEGATO III****PROGRAMMI, PIANI, OBIETTIVI E MISURE DI CUI ALL'ARTICOLO 10**

- 1) I piani nazionali di ripristino preparati in conformità del regolamento (UE) 2024/1991.
- 2) I piani strategici che gli Stati membri devono redigere nell'ambito della politica agricola comune in conformità del regolamento (UE) 2021/2115.
- 3) Il codice di buona pratica agricola e i programmi d'azione per le zone vulnerabili designate adottati in conformità della direttiva 91/676/CEE.
- 4) Le misure di conservazione e il quadro di azioni elencate per priorità stabiliti per i siti Natura 2000 in conformità della direttiva 92/43/CEE.
- 5) Le misure volte a conseguire un buono stato ecologico e un buono stato chimico dei corpi idrici superficiali e un buono stato chimico e quantitativo dei corpi idrici sotterranei che figurano nei piani di gestione dei bacini idrografici preparati in conformità della direttiva 2000/60/CE.
- 6) Le misure di gestione del rischio di alluvioni che figurano nei piani di gestione del rischio di alluvioni preparati in conformità della direttiva 2007/60/CE.
- 7) I piani di gestione della siccità menzionati nella strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici.
- 8) I programmi d'azione nazionali stabiliti in conformità della convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta contro la desertificazione.
- 9) Le strategie e i piani d'azione nazionali in materia di biodiversità elaborati conformemente all'articolo 6 della convenzione delle Nazioni Unite sulla diversità biologica.
- 10) Gli obiettivi stabiliti a norma del regolamento (UE) 2018/841.
- 11) Gli obiettivi stabiliti a norma del regolamento (UE) 2018/842.
- 12) I programmi nazionali di controllo dell'inquinamento atmosferico elaborati a norma della direttiva (UE) 2016/2284 e i dati di monitoraggio degli impatti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi comunicati a norma della stessa direttiva.
- 13) Il piano nazionale integrato per l'energia e il clima stabilito in conformità del regolamento (UE) 2018/1999.
- 14) Le valutazioni del rischio e la pianificazione della gestione dei rischi di catastrofi stabilite in conformità della decisione n. 1313/2013/UE.
- 15) I piani nazionali di azione adottati in conformità dell'articolo 4 della direttiva 2009/128/CE.
- 16) Le misure di mitigazione e riduzione del rischio di cui alle valutazioni dell'impatto ambientale effettuate conformemente alla direttiva 2011/92/UE per i piani e i progetti che potrebbero avere un impatto negativo sul suolo.

## ALLEGATO IV

## ELENCO INDICATIVO DELLE MISURE DI RIDUZIONE DEL RISCHIO

1) Tecniche di bonifica del suolo per la bonifica in situ o ex situ:

a) tecniche fisiche di bonifica del suolo:

- i) estrazione di vapore, iniezione d'aria (*air sparging*);
- ii) trattamento termico, iniezione di vapore, desorbimento termico, vetrificazione;
- iii) lavaggio del suolo in situ (*soil flushing*) ed ex situ (*soil washing*);
- iv) rimozione dello strato liquido.

b) tecniche biologiche di bonifica del suolo:

- i) stimolazione della degradazione aerobica o anaerobica: biorisanamento, biostimolazione, bioincremento, bioventilazione, bioinsufflazione;
- ii) fitoestrazione, fitovolatilizzazione, fitodegradazione;
- iii) compostaggio, ammendanti, *landfarming*, sistemi con bioreattori;
- iv) biofiltrazione, zone umide di biotrattamento, letti biologici;
- v) attenuazione naturale monitorata;

c) tecniche di bonifica chimiche:

- i) ossidazione chimica;
- ii) reazioni chimiche di riduzione e ossidoriduzione (*redox*);
- iii) pompaggio e trattamento delle acque sotterranee;
- iv) tecniche di bonifica per ridurre il trasferimento di contaminanti mediante isolamento, contenimento e monitoraggio:
  - 1) copertura superficiale (*surface capping*), barriere reattive, incapsulamento;
  - 2) stabilizzazione, solidificazione e immobilizzazione chimiche;
  - 3) isolamento e contenimento idrogeologici;
  - 4) fitostabilizzazione;
  - 5) controllo e gestione a lungo termine attraverso pozzi di monitoraggio.

2) misure di riduzione del rischio, diverse dalla bonifica del suolo, per ridurre l'esposizione:

- a) restrizioni alla coltivazione e al consumo di colture e ortaggi;
- b) restrizioni al consumo di uova;
- c) restrizioni all'accesso degli animali da compagnia o del bestiame;
- d) restrizioni all'estrazione o all'uso delle acque sotterranee come acqua potabile o a fini di igiene personale o industriali;
- e) restrizioni alla demolizione, alla deipermeabilizzazione o alla costruzione sul sito (ad esempio misure di costruzione per la ventilazione, l'impermeabilizzazione ecc.);
- f) restrizioni all'accesso al sito (ad esempio mediante recinzioni) o alle zone circostanti;

- g) restrizioni all'uso del suolo o ai cambiamenti di uso del suolo;
  - h) restrizioni allo scavo, alla perforazione o all'estrazione;
  - i) restrizioni per evitare il contatto con il suolo, le polveri o l'aria negli ambienti chiusi, e applicazione di precauzioni per proteggere la salute umana (ad esempio respiratori, guanti, pulizia a umido ecc.).
- 3) Migliori tecniche disponibili di cui alla direttiva 2010/75/UE.
- 4) Misure adottate dalle autorità competenti e dagli operatori industriali a seguito di un incidente grave, conformemente alla direttiva 2012/18/UE.
-

## ALLEGATO V

## FASI E PRINCIPI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO IN FUNZIONE DEL SITO

1. Per caratterizzare la contaminazione è necessario identificare la natura dei contaminanti (ad esempio, metalli pesanti, contaminanti organici ecc.) presenti sul sito e determinarne la fonte, la concentrazione, la forma chimica e la distribuzione nel suolo, nel materiale parentale e nelle acque sotterranee. La presenza e la concentrazione dei contaminanti nei diversi mezzi sono determinate campionando e analizzando il suolo in situ ed extra situ in caso si sospetti un trasferimento di contaminanti. I contaminanti associati alle attività potenzialmente contaminanti sono prelevati a campione nei mezzi pertinenti sulla base del contesto ambientale e delle proprietà chimico-fisiche dei contaminanti che influenzano il loro comportamento nell'ambiente. Si prendono in considerazione i livelli di fondo naturale e antropico.
2. La valutazione dell'esposizione richiede l'individuazione della via attraverso cui i contaminanti del suolo possono raggiungere i recettori: l'esposizione può aver luogo per inalazione, ingestione, contatto cutaneo, assorbimento vegetale, migrazione nelle acque sotterranee o per altre vie. Le concentrazioni di contaminanti nei mezzi di esposizione sono combinate con parametri di esposizione (ad esempio, frequenza e durata dell'esposizione, tasso di ingestione del suolo ecc.) e con le caratteristiche del recettore, come età, genere e stato di salute al fine di stimare la dose di esposizione quotidiana. I legami tra fonte, via di esposizione e recettore sono sintetizzati in una rappresentazione grafica, schematica e semplificata, vale a dire il modello concettuale del sito. L'esposizione potrebbe essere valutata mediante analisi diretta nel punto di esposizione o modellando il trasferimento di un contaminante nel mezzo di esposizione.
3. La valutazione della tossicità o del pericolo consiste nel valutare i potenziali effetti nocivi dei contaminanti sulla salute umana e sull'ambiente, in base alla dose e alla durata dell'esposizione. La valutazione della tossicità o del pericolo tiene conto della tossicità intrinseca dei contaminanti e della sensibilità dei diversi recettori esposti (esseri umani ed ecosistemi), come animali, microorganismi, piante, bambini, donne in gravidanza, anziani ecc. Le informazioni tossicologiche sono usate per stimare le dosi o le concentrazioni di riferimento che, a loro volta, servono a caratterizzare il rischio.
4. Per caratterizzare il rischio è necessario integrare le informazioni ricavate nelle fasi precedenti e stimare l'entità e la probabilità degli effetti nocivi che il sito contaminato produce sulla salute umana e sull'ambiente, tenuto conto anche della migrazione della contaminazione verso altre matrici ambientali. La caratterizzazione del rischio serve a valutare e a stabilire l'ordine di priorità delle misure di riduzione del rischio e delle misure di bonifica e a garantire che le condizioni del suolo siano compatibili con l'uso del suolo attuale e pianificato. Può anche servire a stabilire gli obiettivi di bonifica del suolo o di gestione del sito, ad esempio il raggiungimento dei limiti massimi accettabili o dei valori di screening basati sul rischio in funzione del sito. La valutazione del rischio comporta un numero elevato di ipotesi e incertezze. È quindi essenziale valutare tali ipotesi e incertezze per comprendere appieno la rilevanza dei risultati ottenuti e prendere decisioni informate.

---

**ALLEGATO VI****CONTENUTO DEL REGISTRO DEI SITI POTENZIALMENTE CONTAMINATI E DEI SITI CONTAMINATI**

La struttura e la presentazione dei dati nel registro devono consentire al pubblico di seguire i progressi compiuti nell'individuazione e analisi dei siti potenzialmente contaminati e nella gestione dei siti contaminati. Il registro contiene e presenta, a livello di ciascun sito noto, le seguenti informazioni sui siti potenzialmente contaminati, i siti contaminati, i siti contaminati che richiedono ulteriori interventi e i siti contaminati in cui sono stati effettuati o sono in corso interventi:

- a) le coordinate, l'indirizzo o la particella/e catastale/i del sito conformemente alle direttive (UE) 2019/1024 e 2007/2/CE;
- b) l'anno di iscrizione nel registro;
- c) le attività contaminanti o potenzialmente contaminanti svolte sul sito o tuttora in atto;
- d) lo stato di gestione del sito;
- e) se su questi elementi sono già disponibili informazioni ottenute dalle analisi del suolo e dalla valutazione del rischio in funzione del sito di cui agli articoli 15 e 16, conclusioni su presenza o assenza, tipo e rischio di contaminazione (o di contaminazione residua dopo la bonifica del suolo);
- f) gli interventi e le fasi di gestione successivi necessari di cui agli articoli 15 e 16.

Ove disponibili, il registro può inoltre contenere, a livello di ciascun sito noto, le seguenti informazioni sui siti potenzialmente contaminati, i siti contaminati, i siti contaminati che richiedono ulteriori interventi e i siti contaminati in cui sono stati effettuati o sono in corso interventi:

- a) informazioni sulle autorizzazioni ambientali rilasciate per il sito, specificando l'anno di inizio e di fine dell'attività;
  - b) l'uso del suolo attuale e pianificato;
  - c) i risultati delle relazioni di analisi del suolo e bonifica del suolo, quali le concentrazioni e il perimetro della contaminazione, il modello concettuale del sito, la metodologia di valutazione del rischio, le tecniche utilizzate o pianificate, l'efficacia e le stime dei costi delle misure di riduzione del rischio;
  - d) la tempistica degli interventi e delle fasi di gestione successivi.
-