1. Finalità e fondamento della scelta

I lombrichi sono utilizzati come bioindicatori dell'esposizione dei viventi del suolo ai PFAS. La qualificazione TDE non richiede la totale assenza analitica di PFAS, ma una pressione ambientale compatibile con le soglie volontarie adottate dal progetto e con i risultati delle altre matrici.

Per definire soglie pratiche si assumono per analogia i tenori massimi alimentari UE per crostacei e molluschi bivalvi, previsti dal Regolamento (UE) 2023/915, allegato I, punto 4.2.2.2. Tali tenori non sono limiti legalmente applicabili ai lombrichi e non rappresentano concentrazioni naturali di fondo.

2. Tabella dei limiti TDE

Parametro	Accettazione TDE ≤ 50% UE	Verifica integrata > 50% e ≤ 100% UE	Esclusione TDE > 100% UE
PFOS	≤ 1,50	> 1,50 – 3,00	> 3,00
PFOA	≤ 0,35	> 0,35 – 0,70	> 0,70
PFNA	≤ 0,50	> 0,50 – 1,00	> 1,00
PFHxS	≤ 0,75	> 0,75 – 1,50	> 1,50
Somma 4 PFAS	≤ 2,50	> 2,50 – 5,00	> 5,00

Unità: µg/kg di peso fresco (tal quale). I limiti della fascia intermedia sono inclusivi del valore UE. La somma considera PFOS + PFOA + PFNA + PFHxS, secondo la convenzione lower bound.

3. Regola decisionale

- **Accettazione:** se ciascuno dei quattro PFAS e la loro somma sono inferiori o uguali al 50% del corrispondente tenore UE, il requisito «PFAS nei lombrichi» è soddisfatto. La qualifica territoriale resta subordinata a tutti gli altri requisiti TDE.
- **Verifica integrata:** se almeno uno dei cinque indicatori supera il 50%, senza che nessuno superi il 100%, il giudizio su questa matrice è sospeso e viene formulato confrontando le concentrazioni nelle acque e nei vegetali sentinella e gli altri risultati ambientali pertinenti.
- **Esclusione:** se almeno uno dei cinque indicatori supera il 100% del corrispondente tenore UE, il criterio TDE non è superato. La non qualificazione, oppure la perdita della qualifica già attribuita, segue la conferma del risultato analitico e le procedure generali TDE.

- **Altri PFAS:** risultati anomali di composti del pannello non compresi nei quattro regolamentati devono essere riportati e valutati nel giudizio integrato; il rispetto della somma dei quattro non garantisce, da solo, assenza di criticità.

4. Condizioni analitiche essenziali

Il metodo di campionamento e di preparazione dei lombrichi dovrà essere standardizzato, con attenzione al materiale presente nel tratto intestinale e alla misura dell'umidità. Il risultato si esprime su peso fresco; se il laboratorio referta su sostanza secca, occorre una conversione basata sull'umidità effettivamente misurata. Il laboratorio incaricato deve documentare l'idoneità del metodo LC-MS/MS e i relativi LOQ per la matrice «lombrichi».

La somma dei quattro PFAS è calcolata con approccio lower bound (contributo zero dei risultati inferiori al LOQ); le concentrazioni regolamentari fanno riferimento anche agli isomeri lineari e ramificati. Un esito < LOQ è particolarmente favorevole, ma non costituisce condizione necessaria per il riconoscimento TDE.

5. Riferimenti e motivazione

1. Commissione europea. Regolamento (UE) 2023/915, allegato I, sezione 4.2, punto 4.2.2.2 («Crostacei e molluschi bivalvi»); testo consolidato. EUR-Lex: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/2026-08-19/ita
2. Studi europei sul bioaccumulo dei PFAS nei lombrichi: Falk et al. (2019), German Environmental Specimen Bank; monitoraggio su lombrichi in area di riferimento e area sciistica presso Trondheim (2019); Lasters et al. (2023), campionamento di giardini nelle Fiandre. I valori pubblicati riguardano pannelli PFAS diversi e sono utilizzati come riscontro qualitativo del bioaccumulo, non per derivare direttamente le soglie TDE.

Nota metodologica: soglie volontarie di qualificazione territoriale, non limiti ecotossicologici universali né un giudizio sanitario sui lombrichi. Il confronto integrato non consente di compensare il superamento confermato di un criterio TDE dichiarato escludente.