IPA NEI SUOLI AGRICOLI

Protocollo TDE-P01 | Valutazione di pertinenza e condizioni di attivazione

Criterio TDE: gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) non rientrano nel pannello analitico ordinario dei suoli TDE. La loro determinazione nel suolo è un approfondimento mirato, attivato solo in presenza di elementi oggettivi che rendano plausibile una contaminazione storica significativa e una via di esposizione delle colture.

1. Finalità del criterio

TDE non è un programma generalizzato di caratterizzazione dei siti contaminati: seleziona aree agricole a bassa pressione antropica per ridurre la probabilità che le derrate incorporino contaminanti pregressi o di deposizione attuale. La presenza analitica di IPA nel terreno non equivale, di per sé, a trasferimento significativo alla porzione edibile. Restano integri gli obblighi legali eventualmente applicabili a un sito o a una categoria alimentare.

2. Motivazioni scientifiche

- Gli IPA hanno comportamento differenziato in funzione di massa molecolare, idrofobicità, sostanza organica e caratteristiche del suolo. Molti IPA pesanti sono fortemente trattenuti nel suolo; il trasferimento radicale alle parti aeree è spesso limitato, ma non nullo.
- Per diverse colture, in particolare quelle con ampie superfici fogliari, la deposizione atmosferica diretta e l'adesione di particolato possono contribuire maggiormente alla contaminazione rispetto al trasferimento radicale. L'importanza relativa delle vie di esposizione varia con coltura e contesto.
- Gli IPA possono persistere nel suolo dopo incendi o combustioni storiche; gli aghi, i muschi e altri bioindicatori non ricostruiscono necessariamente eventi molto remoti. Un esito normale del biomonitoraggio attuale, dunque, non prova l'assenza di contaminazione storica nel terreno.
- Il rischio agricolo può includere, oltre all'assorbimento radicale, il contatto diretto delle derrate con il terreno, polveri risospese, acque contaminate o ricadute da sorgenti presenti. È questa plausibilità di esposizione, non il mero desiderio di catalogare gli IPA, a giustificare un'eventuale analisi del suolo.

3. Condizioni per eseguire IPA nel suolo

L'approfondimento è giustificato quando ricorrono congiuntamente: (a) un indizio indipendente e documentabile di sorgente o anomalia potenzialmente rilevante; (b) una ragionevole via di esposizione dalla matrice suolo alla coltura considerata. Esempi:

- Presenza documentata di depositi di ceneri, scorie, rifiuti di combustione o contaminazioni storiche localizzate nell'appezzamento.

- Evidenze cartografiche, sopralluoghi o indagini pregresse di incendi intensi, combustioni ripetute o attività emissive, con potenziale accumulo nel suolo superficiale.
- Anomalie IPA nei bioindicatori, nei bioindicatori vegetali o nelle polveri rilevate da indagini straordinarie, accompagnate da elementi che indichino un possibile accumulo nel suolo o trasferimento alle derrate.
- Colture particolarmente esposte a schizzi di terreno, polveri o contatto con il suolo, in presenza di uno dei precedenti segnali.

Non sono motivi sufficienti, da soli: l'astratta possibilità che si sia verificato un incendio anni prima; la sola mancanza di informazioni storiche fornite dall'agricoltore; un rilevamento isolato e non anomalo in un bioindicatore. L'anamnesi basata sulle dichiarazioni dell'azienda non è un criterio affidabile esclusivo: si privilegiano indizi verificabili indipendentemente.

4. Regola inderogabile per le analisi IPA sulle derrate

Le analisi degli IPA sui prodotti agricoli NON sono eseguite sistematicamente: nel programma volontario TDE si attivano solo in presenza di un indicatore ambientale anomalo oppure di un incremento annuo superiore al doppio, secondo le condizioni di confrontabilità e validazione specificate sotto. Restano indipendenti eventuali obblighi di controllo e di conformità previsti dalla normativa alimentare.

Trigger TDE: (A) concentrazioni di IPA anomale rispetto ai riferimenti ambientali disponibili per la stessa matrice e area; OPPURE (B) concentrazione dell'indicatore IPA prescelto nel secondo anno superiore a 2 volte quella dell'anno precedente (>100% di incremento), a parità di specie, tessuto, periodo di esposizione/campionamento, unità di misura, metodo analitico e impostazione dei siti. La regola >2 è un criterio gestionale cautelativo proposto da TDE, NON una soglia tossicologica o normativa.

Un trigger validato comporta la verifica mirata degli IPA nelle parti edibili delle colture e nei lotti potenzialmente esposti, con priorità a quelli in produzione o prossimi alla raccolta. Il laboratorio utilizza un metodo adeguato alla matrice alimentare e ai limiti applicabili. Il trigger non revoca automaticamente la qualifica TDE: l'esito, l'estensione dell'esposizione e l'eventuale persistenza dell'anomalia guidano le decisioni di mantenimento, sospensione o revoca. In assenza di trigger e di obblighi normativi, nessuna analisi IPA ordinaria della derrata.

5. Schema decisionale TDE

Situazione	Decisione
Area rurale senza sorgenti o anomalie documentate	Nessuna analisi ordinaria IPA nel suolo o nelle derrate; monitoraggio dei bioindicatori secondo il piano TDE.
Incendio recente / ricaduta attuale	Campionamento bioindicatori; confronto con fondo e anno precedente; se trigger validato, analisi delle derrate esposte.
Evento storico solo ipotizzato	Nessuna analisi del suolo basata sulla sola

	ipotesi.
Sorgente storica documentata + via di esposizione plausibile	Analisi mirata del suolo; valutare separatamente gli indicatori e le vie di esposizione per decidere le analisi delle derrate.
Bioindicatore anomalo oppure valore >2 volte quello dell'anno precedente	Validare la comparabilità; attivare analisi IPA su colture e lotti potenzialmente esposti; decidere eventuale sospensione/revoca solo dopo valutazione.

6. Nota sul metodo e sui riferimenti

Il laboratorio dispone di un pannello di 21 IPA, con LOQ pari a 2 µg/kg per analita nel suolo. Questo dato è conservato per eventuali indagini mirate, ma non viene trasformato in una soglia TDE ordinaria. I limiti normativi per i suoli agricoli (D.M. 46/2019) rispondono a finalità differenti dal criterio volontario di selezione TDE; i limiti degli IPA negli alimenti (Reg. UE 2023/915) operano per specifiche matrici e prodotti.

7. Sintesi applicativa del criterio

> «La determinazione degli IPA nel suolo non è prevista nel pannello ordinario TDE-P01, per la limitata capacità predittiva generale della concentrazione totale nel terreno rispetto ai residui nelle parti edibili. Il monitoraggio ordinario degli IPA è affidato a bioindicatori vegetali e, ove disponibili, deposizioni o polveri. La verifica IPA sul prodotto è attivata esclusivamente quando un indicatore mostra una concentrazione anomala rispetto al fondo pertinente oppure un incremento annuo superiore al doppio (>2 volte), accertato su campioni comparabili e analiticamente affidabili; gli eventuali controlli imposti dalla legge restano comunque dovuti. La determinazione nel suolo è riservata a sorgenti documentate con una plausibile via di trasferimento alle colture. Il solo superamento del trigger di biomonitoraggio non comporta revoca automatica della qualifica TDE.»

8. Regola dinamica per il monitoraggio IPA

Per ogni stazione si fissa preventivamente l'indicatore di confronto (per esempio una sommatoria definita di IPA o singoli IPA prioritari) e si conserva l'intero profilo analitico. La selezione degli analiti, la convenzione per valori <LOQ e le unità di riferimento devono rimanere invariate tra campagne.

Il criterio «>2 volte» si applica soltanto se entrambi i risultati sono quantificabili e l'incremento è superiore alla variabilità analitica e di campionamento stimata. Se il valore iniziale è <LOQ, il rapporto annuale non è interpretabile: si utilizza la valutazione di anomalia rispetto a riferimenti comparabili e, se necessario, un ricampionamento. Non si equipara una variazione da tracce a un segnale reale di deterioramento.

In caso di trigger, la prima azione è la verifica documentale e analitica della misura (identità della matrice, stagione, metodo, QA/QC e possibili contaminazioni durante il prelievo). Se il

segnale è ritenuto affidabile, l'analisi mirata delle derrate potenzialmente esposte viene attivata senza attendere il successivo monitoraggio annuale.

9. Albero decisionale operativo

- PASSO 1 — Monitoraggio periodico di muschi/aghi o vegetali sentinella con protocollo standardizzato.
- PASSO 2 — Il risultato è anomalo rispetto al fondo pertinente? Oppure l'indicatore confrontabile è >2 volte il valore dell'anno precedente?
- NO → mantenere il programma ordinario; nessuna analisi IPA TDE di routine sulle derrate.
- SÌ → controllare comparabilità, LOQ, incertezza e qualità del campione; eventualmente ripetere il campionamento.
- ANOMALIA NON CONFERMATA → registrare e proseguire il monitoraggio con eventuale frequenza rafforzata.
- ANOMALIA VALIDATA → individuare colture/lotti potenzialmente esposti e analizzare gli IPA nelle parti edibili pertinenti.
- ESITO DEL PRODOTTO + VALUTAZIONE TERRITORIALE → conferma della qualifica, sorveglianza rafforzata, sospensione cautelativa o revoca motivata secondo i criteri generali TDE. Gli obblighi di legge si applicano indipendentemente dal trigger.

10. Proposta sperimentale: orto sentinella di vegetali a foglia larga

Si propone una sperimentazione pilota con vegetali a foglia larga (ad esempio lattuga), coltivati in contenitori con substrato inizialmente caratterizzato e uniforme, irrigazione controllata e assenza di trattamenti che possano interferire. Collocare esposizioni parallele presso siti TDE e siti rurali di riferimento, utilizzando la stessa specie/cultivar e cicli di crescita sincronizzati.

Raccogliere foglie dello stesso stadio vegetativo e distinguere, almeno nella fase sperimentale, campioni non lavati e lavati: il confronto può aiutare a separare la deposizione superficiale dal residuo associato al tessuto, senza identificare da solo tutte le vie di contaminazione. Registrare piogge, vento, presenza di incendi, polverosità e durata dell'esposizione.

L'orto sentinella è un indicatore INTEGRATIVO, non una prova automatica della sicurezza delle colture aziendali né un sostituto già validato di muschi/aghi. Prima di adottarlo come presidio ufficiale servono un pilota multi-stagionale, bianchi di campo, repliche e soglie di anomalia specifiche. Il LOQ di 2 µg/kg già disponibile è quello dichiarato per il SUOLO e non va trasferito automaticamente alle foglie o alle derrate.

11. Nota decisionale

Stato: regola operativa TDE soggetta a validazione nell'ambito del protocollo dei bioindicatori. Il fattore >2 è un trigger di approfondimento, non un limite di esclusione TDE

e non una soglia di sicurezza alimentare. Le eventuali soglie ambientali assolute e i criteri di revoca dovranno essere definiti con dati di fondo misurati e confronto tra matrici.

Riferimento normativo aggiornato: Regolamento (UE) 2023/915, Allegato I, sezione 5.1, valori massimi di benzo(a)pirene e somma di quattro IPA per determinate categorie alimentari: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/eng

Bibliografia e riferimenti verificabili

1. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons’ Impact on Crops and Occurrence, Sources, and Detection Methods in Food: A Review. Foods, 2024, 13(13), 1977. DOI e riferimenti disponibili in: https://www.mdpi.com/2304-8158/13/13/1977

2. Transfer and Degradation of PAHs in the Soil-Plant System: A Review. PubMed PMID: 38108272 (2023/2024). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38108272/

3. Challenges in tracing the fate and effects of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbon deposition in vascular plants. PubMed PMID: 23560697 (2013). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23560697/

4. Ministero dell’Ambiente, D.M. 1 marzo 2019, n. 46, Allegato 2: concentrazioni soglia di contaminazione per suoli di aree agricole. https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2019/06/07/19G00052/SG

5. Commissione europea, Regolamento (UE) 2023/915, Allegato I, punto 5.1: IPA in determinate categorie di alimenti. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R0915