



## **PROTOCOLLO OPERATIVO PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI MIRATE ALLA DETERMINAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DI METALLI E METALLOIDI NEI SUOLI ATTRIBUIBILI AL FONDO NATURALE O AD INQUINAMENTO DIFFUSO**

Il presente protocollo definisce le modalità da utilizzare per l'esecuzione di indagini mirate alla determinazione delle concentrazioni di metalli e metalloidi nei suoli attribuibili al fondo naturale o ad inquinamento diffuso.

Seppure la metodologia proposta abbia carattere generale, tale da poter essere estesa in linea teorica a tutti i parametri potenzialmente contaminanti (quindi anche per microinquinanti organici quali PCDD/PCDF, IPA, PCB,...), in questa prima fase si ritiene opportuno applicarla specificatamente a metalli e metalloidi; per tali elementi, infatti, la metodologia è già stata applicata ed affinata nel tempo da parte di ARPAV nel corso di numerose indagini che, svolte a partire dal 1998 in diverse zone del Veneto, hanno portato alla definizione di valori di fondo oggi già disponibili per le principali tipologie di suoli.

Al contrario le indagini sistematiche sui suoli per i microinquinanti organici sono state avviate da poco e pertanto non è stato ancora possibile avere riscontri sull'adeguatezza della metodologia per la definizione dei relativi valori di fondo; una volta standardizzata la metodologia da parte di ARPAV anche per i microinquinanti organici sarà possibile formalizzare nella seconda fase il protocollo anche per parametri diversi da metalli e metalloidi.

Le procedure da utilizzare per l'esecuzione di indagini mirate alla determinazione delle concentrazioni di metalli e metalloidi nei suoli attribuibili al fondo naturale o ad inquinamento diffuso sono articolate nelle seguenti fasi:

- 1) Sulla base delle indicazioni contenute nella *“METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DI METALLI E METALLOIDI NEI SUOLI ATTRIBUIBILI AL FONDO NATURALE O AD INQUINAMENTO DIFFUSO”* riportata in appresso, il proponente predispone un piano di campionamento dell'area per la quale si intende determinare le concentrazioni di metalli e metalloidi nei suoli attribuibili al fondo naturale o ad inquinamento diffuso, contenente una relazione esplicativa che descriva come si intende eseguire le operazioni di campionamento e i motivi delle scelte operate.
- 2) Invio del piano ad ARPAV-Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti comprensivo di:
  - inquadramento territoriale;
  - rappresentazione cartografica delle zone omogenee di campionamento, cioè delle aree con caratteristiche chimico-fisiche dei suoli omogenee sulla base della carta dei suoli disponibile, con indicazione dei punti di prelievo dei campioni;
  - analisi storica comprovante che le aree scelte per il campionamento sono ragionevolmente prive di contaminazioni puntuali derivanti da attività antropiche, che le aree sono distanti da potenziali fonti inquinanti e che le stesse non presentano evidenti tracce di rimaneggiamento o di intervento antropico e che si trovano nelle medesime condizioni ambientali dell'area in esame;
  - eventuali zone anomale escluse dal campionamento;
  - profondità a cui si intende prelevare i campioni;
  - attrezzature che si prevede di utilizzare (trivella manuale o altro
  - copia lettera di incarico a un laboratorio accreditato per l'esecuzione del campionamento e le analisi dei terreni. Per accreditamento del laboratorio si intende il riconoscimento formale da parte di un ente che risponda ai requisiti di cui alla norma UNI EN ISO 17011 per tutte le prove oggetto dell'indagine. Le operazioni di campionamento possono essere eseguite da un professionista

abilitato purché incaricato dal laboratorio che fornisce le direttive necessarie a garantire la compatibilità delle modalità operative di prelievo e gestione dei campioni con i metodi analitici.

- il Piano deve essere trasmesso ad ARPAV Servizio Osservatorio Suoli Rifiuti e per conoscenza alla Provincia e al Comune competenti per territorio. Nella nota di trasmissione il proponente deve formalmente indicare un referente unico incaricato di coordinare le fasi di progettazione ed esecuzione del piano di campionamento, comprese le determinazioni analitiche di laboratorio.

- 3) L'esame del piano da parte di ARPAV-Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti ed il rilascio del nullaosta all'esecuzione dello stesso devono essere effettuati entro 45 giorni dal ricevimento; il rilascio del nullaosta può essere preceduta da una richiesta di integrazione (anche via posta elettronica), indirizzata al richiedente alla quale il medesimo deve dare risposta per il proseguimento dell'esame (la richiesta di integrazione sospende il termine dei 45 giorni). Il nullaosta, o l'eventuale respingimento del piano, sarà comunicata da parte di Arpav al proponente e all'Autorità competente nonché, per conoscenza, alla Provincia e al Comune competenti per territorio.
- 4) Per l'alimentazione dell'Atlante regionale dei dati ambientali dei suoli veneti costituito presso ARPAV, è necessario che sia garantita la confrontabilità dei dati ottenuti dai diversi laboratori incaricati dell'esecuzione delle indagini. A tal fine il laboratorio incaricato dell'esecuzione del campionamento, della preparazione e delle analisi dei terreni per conto del proponente comunica ad ARPAV Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti l'accettazione del piano di campionamento ai fini dell'assicurazione della qualità dei risultati e fornisce copia dell'ultimo rapporto (non anteriore di sei mesi) di partecipazione ad un circuito interlaboratorio (ad es. tra quelli riportati all'indirizzo [www.eptis.bam.de](http://www.eptis.bam.de)), a cui il laboratorio partecipi in modo continuativo, che risponda ai seguenti requisiti:

Materiale da provare:	Suolo
Prove previste:	pH, CSC, antimonio, arsenico, berillio, cadmio, cobalto, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo, selenio, stagno, vanadio e zinco solubili in acqua regia
Frequenza:	Almeno 2 invii/anno
N. campioni:	Almeno 8 campioni/anno
Sistema qualità:	Organizzazione accreditata ai sensi della norma UNI EN 17011 da un ente che aderisce al mutuo riconoscimento EA (European Co-operation for Accreditation) con riferimento alla guida ILAC G13

- 5) ARPAV-Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti verifica che i risultati conseguiti nel circuito interlaboratorio dal laboratorio incaricato siano stati valutati come accettabili dall'organizzazione del circuito (l'indice calcolato dall'organizzazione che gestisce l'interconfronto, denominato *Z-score* e determinato dividendo la differenza tra il valore del laboratorio e il valore medio misurato da tutti i laboratori per la deviazione standard delle misure di tutti i laboratori, deve assumere un valore, come media dei valori ottenuti dai diversi campioni oggetto di interconfronto, compreso tra -2 e 2)
- 6) Esecuzione del campionamento secondo le modalità previste dal piano approvato; il laboratorio incaricato dovrà comunicare ad ARPAV-Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti con almeno due settimane di anticipo la data in cui prevede di dare inizio alle operazioni di prelievo e relativo campionamento; ogni eventuale variazione dovrà essere con congruo preavviso comunicata via fax. Personale ARPAV potrà supervisionare le operazioni di campionamento. Dovranno essere predisposte due aliquote per ciascun campione prelevato, di cui una da consegnare al personale ARPAV al momento del prelievo oppure da recapitare presso la sede del Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti. Il laboratorio invia al Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti i risultati delle analisi entro 30 giorni dall'esecuzione del campionamento.
- 7) ARPAV-Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti può selezionare alcuni campioni da sottoporre ad analisi presso i laboratori ARPAV, con priorità per quelli prelevati in presenza dei tecnici ARPAV, fino ad un

massimo pari al 10% (esclusi eventuali arrotondamenti) con oneri a carico del proponente e, sulla base delle verifiche effettuate, valuta la conformità dei risultati forniti dal laboratorio incaricato. Nel caso di risultati non conformi potrà essere richiesta la ripetizione del prelievo dei campioni o dell'analisi. I risultati delle indagini devono essere forniti su supporto informatico, utilizzando il database fornito da ARPAV-Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti, completi di tutte le informazioni previste dall'allegata Metodologia.

- 8) I risultati dell'indagine dovranno essere trasmessi ad ARPAV-Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti su supporto elettronico nel formato scaricabile dal sito internet di ARPAV ([www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)) per essere integrati nell'Atlante dei dati ambientali dei suoli veneti.
- 9) La comunicazione al proponente e all'Autorità competente nonché, per conoscenza, alla Provincia e al Comune competenti per territorio, dell'avvenuta validazione dei risultati dell'indagine sarà effettuata da ARPAV Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti entro 30 giorni dal ricevimento dei risultati forniti dal laboratorio incaricato, unitamente ai valori di concentrazione identificati come rappresentativi del fondo naturale dell'area.

## METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DI METALLI E METALLOIDI NEI SUOLI ATTRIBUIBILI AL FONDO NATURALE O AD INQUINAMENTO DIFFUSO

### PREMESSA

L'indagine per la determinazione del valore di fondo naturale e antropico da inquinamento diffuso deve essere sviluppata secondo le seguenti fasi:

- individuazione delle aree di indagine e raccolta dei dati esistenti;
- ubicazione dei punti di campionamento;
- esecuzione del campionamento;
- determinazioni analitiche di laboratorio;
- elaborazione dati.

Di seguito vengono definite le procedure da seguire nell'indagine.

### DEFINIZIONI

Per definire correttamente il concetto di valore di fondo naturale o antropico da inquinamento diffuso del suolo si fa riferimento alla norma ISO 19258/2005 (Soil Quality – Guidance on the determination of background values).

Con il termine “*contenuto di fondo di natura pedogeochimica o naturale del suolo*” si intende la concentrazione di elementi che deriva esclusivamente dai processi naturali geologici e di pedogenesi (ad esempio dalla composizione e/o alterazione della roccia madre, di seguito definita genericamente come “materiale di partenza”);

Con il termine “*contenuto di background o fondo antropico da inquinamento diffuso*” si intende invece la concentrazione di un elemento riferito ad un tipo di suolo, localizzato in un'area o regione definita, dovuta alla somma degli apporti da sorgenti naturali e degli apporti da sorgenti diffuse non naturali, secondo il processo di inquinamento diffuso così definito dal D. Lgs. 152/06, art. 240, c. 1 lett. r): “la contaminazione o le alterazioni chimiche, fisiche o biologiche delle matrici ambientali determinate da fonti diffuse e non imputabili ad una singola origine”.

Con il termine “*valore di fondo naturale*” o “*valore di fondo antropico da inquinamento diffuso*” si intende il valore numerico relativo ai rispettivi contenuti che si ricavano dall'elaborazione statistica dei dati.

Risulta quindi evidente che l'indagine per la determinazione del valore di fondo naturale e del valore di fondo antropico da inquinamento diffuso, è legata ad una ricognizione limitata ai principali elementi che si trovano nel suolo.

### INDAGINI PRELIMINARI

Per pianificare al meglio le operazioni per la determinazione delle concentrazioni nei suoli attribuibili al fondo naturale o ad inquinamento diffuso si devono raccogliere quante più informazioni possibili relativamente alle aree oggetto di indagine.

La formazione del suolo è condizionata da diversi fattori che agiscono sull'alterazione, disgregazione e trasformazione della roccia madre. La presenza di metalli e metalloidi nel suolo dipende sostanzialmente dal materiale di partenza da cui un suolo si è formato che, nel caso di pianure alluvionali, è costituito dai sedimenti trasportati e depositati dai corpi idrici superficiali.

Una prima indicazione sulle caratteristiche dell'area in esame si può ricavare dalle seguenti fonti:

- Carta geologica (cartografia geologica alla scala di maggior dettaglio disponibile): consente di individuare le formazioni geologiche presenti;

- Carta geomorfologica (cartografie in scala 1:50.000): rappresenta le forme d'accumulo e di erosione del rilievo e ne interpreta l'origine in funzione dei processi geomorfici, endogeni ed esogeni, che le hanno generate;
- Carta dei suoli (cartografie realizzate e pubblicate da ARPAV alla scala di maggior dettaglio disponibile): contiene una descrizione dei caratteri dei suoli presenti nell'area;
- Cartografie dei valori di fondo di metalli e metalloidi: cartografie realizzate e pubblicate da ARPAV alla scala di maggior dettaglio disponibile in cui sono indicati i valori di fondo dei metalli pesanti ricavati con la metodologia di seguito descritta.
- Reti di monitoraggio dei suoli: se sono attivate possono essere disponibili valori di concentrazione dei metalli pesanti;

L'indagine per la determinazione delle concentrazioni nei suoli attribuibili al fondo naturale o ad inquinamento diffuso deve essere preceduta dalla verifica che nell'area investigata sia effettivamente presente il suolo naturale. Nel caso in cui sia disponibile una cartografia pedologica, allo scopo di verificare la concordanza tra i caratteri del suolo dell'area prescelta e quelli corrispondenti all'unità tipologica rilevabile dalla cartografia, può essere utile eseguire delle trivellate nell'area di riferimento per evidenziare il grado di variabilità presente e l'eventuale disomogeneità intrinseca dell'area.

Le aree da sottoporre ad indagine devono essere prive di contaminazioni puntuali derivanti da attività antropiche e quindi rappresentative del fondo naturale o al più di inquinamento diffuso (come definito all'art. 240, lett. r), del D.lgs. n. 152/2006).

Nella scelta dei punti di campionamento deve essere tenuto in considerazione anche l'uso del suolo, in particolare per evitare zone contaminate o troppo vicine a potenziali fonti inquinanti (es. discariche, grandi vie di comunicazione, insediamenti produttivi significativi, etc.) e aree che presentino evidenti tracce di rimaneggiamento o di intervento antropico.

Tutti i dati raccolti nel corso dell'indagine devono essere georeferenziati secondo il sistema di riferimento regionale (Gauss Boaga fuso ovest), in modo da essere inseriti nel database gestito da ARPAV nell'ambito del Sistema Informativo Regionale Ambientale.

## PIANO DI CAMPIONAMENTO

Il contenuto naturale di metalli e metalloidi nel suolo dipende primariamente dalla natura dei minerali da cui il suolo si è originato e secondariamente dagli eventuali processi di traslocazione degli elementi intervenuti nel corso della pedogenesi; per questo motivo è ragionevole attendersi un livello di concentrazione relativamente omogeneo in ambiti di pianura (all'interno di uno stesso bacino deposizionale) e più variabile in ambiti di collina e montagna (in funzione della morfologia e dei materiali parentali).

La scelta dei punti di campionamento secondo un "approccio tipologico", cioè in funzione del materiale parentale e delle diverse tipologie di suoli, segue criteri di rappresentatività delle principali unità tipologiche di suolo, in particolare rispetto ai bacini deposizionali per i territori di pianura e alle formazioni geologiche ed ai relativi costituenti minerali per i territori di collina e montagna.

L'obiettivo finale è determinare un valore di fondo naturale per ciascun metallo e per ciascuna delle aree omogenee (bacino deposizionale o materiale parentale) in cui è suddiviso il territorio indagato.

Per la determinazione del fondo antropico da inquinamento diffuso è necessario utilizzare un campione dello strato superficiale prelevando, nel caso di suoli coltivati, ad una profondità di 5-40 cm, mentre nel caso di suoli naturali dall'orizzonte superficiale (orizzonte A di colore più scuro rispetto agli orizzonti sottostanti) per uno spessore di almeno 10 cm; per la determinazione del fondo naturale si deve invece utilizzare un campione dello strato profondo raccolto in corrispondenza del primo orizzonte omogeneo presente ad una profondità superiore a 80 cm. I due campioni devono essere prelevati nello stesso punto di campionamento.

Qualora interessi individuare il livello di fondo a profondità superiori ai 2 metri, sarà necessario prevedere un'ulteriore profondità di campionamento per ciascuna discontinuità tessiturale e di contenuto in sostanza organica riscontrabile dall'esame della stratigrafia; il calcolo del valore di fondo va effettuato separatamente per ciascuno strato omogeneo con la stessa metodologia indicata più avanti.

A titolo indicativo, allo scopo di orientare il professionista nella predisposizione del piano, si forniscono le seguenti indicazioni tecniche. Nel campionamento è opportuno che sia presa in considerazione un'area all'intorno della zona di interesse per una distanza di circa 2000 m dal perimetro; la densità dei punti di campionamento deve essere almeno pari a 1 osservazione/km<sup>2</sup>, e dovrà assicurare un numero minimo di punti di campionamento pari a 15, numero minimo necessario per l'analisi statistica dei risultati. L'estensione della superficie dovrebbe essere funzione della variabilità pedologia dell'ambiente di indagine. Nel caso in cui nell'area di campionamento siano compresi più bacini deposizionali o materiali di partenza si dovrà garantire un minimo di osservazioni (5 dati) per ciascuno di essi, dopo aver selezionato quelle unità omogenee che sono maggiormente rappresentative della superficie da indagare.

Nel caso in cui esistano già valori di fondo pubblicati riferiti all'area di interesse e sufficienti a spiegare il superamento del limite tabellare, non è di norma necessario procedere con una specifica indagine per la determinazione dei valori di fondo; qualora si dovesse comunque procedere ad un approfondimento per avvalorare i dati pubblicati, la numerosità dei campioni da prelevare è di almeno 10 per aree superiori ai 100 ha e di almeno 3 per superfici inferiori, garantendo un minimo di osservazioni (3 dati) per ciascun bacino deposizionale o materiale di partenza presente nell'area oggetto di indagine.

## DESCRIZIONE DEL PUNTO DI PRELIEVO E CAMPIONAMENTO

### *Georeferenziazione e identificazione del punto*

Il rilevatore dovrà riportare sulla Carta Tecnica Regionale con la miglior precisione possibile il punto esatto del campionamento o rilevare le coordinate utilizzando un sistema GPS avendo cura di testare preventivamente l'effettiva precisione dello strumento utilizzato e delle procedure di conversione nel sistema di riferimento richiesto (Gauss-Boaga fuso ovest).

### *Metodologia di prelievo*

Individuato il punto si eseguirà il campionamento utilizzando una trivella di tipo olandese con diametro di almeno 5 cm (meglio se di 7 cm, per garantire un quantitativo sufficiente di campione per le analisi) in grado di arrivare fino ad almeno 120 cm in profondità. La trivella viene introdotta verticalmente con un movimento rotatorio nel terreno, estraendo un campione ogni 10 cm circa; una volta estratta la trivella, la carota viene adagiata su una superficie preventivamente preparata (può essere utile allo scopo predisporre un telo di lunghezza pari a circa 150 cm e larghezza pari a 50 cm, dove siano riportate le profondità). Le singole carote estratte andranno adagate di seguito rispettando la profondità di prelievo; per le carote successive alla prima è opportuno eliminare la parte più superficiale (2-3 cm) per evitare di considerare materiale caduto o comunque asportato dalle pareti del foro. Nel caso il campione raccolto con una trivellata non sia sufficiente (ad esempio, nel caso di orizzonti superficiali sottili), sarà necessario eseguire un'altra trivellata nelle immediate vicinanze.

La profondità da raggiungere è quella dell'intera trivella, se vi sono frammenti grossolani che possono impedire la penetrazione della trivella, sarà necessario far ricorso a uno scavo fino ad almeno 100 cm di profondità.

Nel caso di prelievi da eseguire a profondità superiore a 1,20 m potranno essere utilizzate anche trivelle meccaniche per sondaggi geognostici

### *Descrizione del punto*

Per ciascun punto di prelievo dovrà essere compilata una scheda, per la cui redazione bisogna utilizzare i codici descritti nel manuale di rilevamento disponibile sul sito internet di ARPAV. Per poter inserire i dati nella banca dati regionale, viene definito da ARPAV, prima dell'inizio dei lavori, un codice alfanumerico per ogni rilevamento.

Le schede, una volta compilate, dovranno essere informatizzate in un database fornito da ARPAV; copia delle schede cartacee e del database compilato dovranno essere consegnate insieme ai risultati dell'indagine.

Per ogni sito andranno descritte le seguenti voci:

- **CODICE RILEVAMENTO:** codice alfanumerico che identifica il rilevamento (ad es. F001);

- **TIPO OSSERVAZIONE:** va inserito il codice S (identifica trivellate o scavi eseguiti per la determinazione di valori di fondo);
- **NUMERO OSSERVAZIONE:** va inserito il numero progressivo all'interno del rilevamento (es. 32);
- **DATA:** va inserita la data di rilievo;
- **RILEVATORI:** inserire i nomi dei rilevatori;
- **CARTA TOPOGRAFICA:** inserire la sigla della carta tecnica regionale (scala 1:10.000 o scala 1:20.000) utilizzata come base di riferimento (es. 188130);
- **LOCALITA'/COMUNE/PROVINCIA:** inserire il riferimento alla localizzazione geografica;
- **QUOTA (m s.l.m.):** indicare la quota del sito ricavata dalla Carta Tecnica Regionale o tramite altri strumenti (esempio DTM o misura diretta con altimetro);
- **PENDENZA (%):** indicare la pendenza (voce particolarmente rilevante per le stazioni di montagna), rilevata nel sito con un clinometro, presente nella bussola da geologo;
- **DATI DELLE COORDINATE** in Gauss Boaga fuso ovest;
- **USO DEL SUOLO PREVALENTE:** riportare l'uso del suolo per il sito ove avviene il prelievo, utilizzando i codici riportati nel manuale di rilevamento ARPAV;
- **ASPETTI SUPERFICIALI RILEVANTI:** riportare gli aspetti superficiali rilevati nel sito, ove avviene il prelievo, utilizzando i codici riportati nel manuale di rilevamento ARPAV (ad es. si possono riportare eventuali recenti lavorazioni agrarie o fessurazioni presenti sulla superficie del terreno);
- **FALDA:** indicare l'eventuale presenza della falda, specificando se supposta o se misurata in pozzi/piezometri presenti nei dintorni del sito; in quest'ultimo caso indicarne la soggiacenza;
- **NOTE.**

Sarà inoltre opportuno realizzare una foto del paesaggio circostante il sito e una foto delle carote estratte.

Ogni punto di prelievo sarà identificato da un codice univoco composto dall'unione di tre campi, il codice rilevamento, di cui sopra, una lettera che identifica il tipo di osservazione (S) e un numero progressivo all'interno del rilevamento (es. F001S0032).

Il database che sarà fornito da ARPAV conterrà l'indicazione di quali dati siano di compilazione obbligatoria e quali invece facoltativa.

#### *Descrizione della trivellata*

Dopo aver eseguito la trivellata dovrà essere evidenziata la presenza di diversi orizzonti pedologici sulla base di differenze di colore, tessitura, presenza di screziature e concrezioni, la cui profondità andrà riportata nella scheda di descrizione del sito indicando il valore del limite inferiore; per ciascun orizzonte individuato dovranno essere descritte le proprietà di seguito elencate e si potranno infine descrivere brevemente eventuali annotazioni o particolarità riscontrate.

Le voci da compilare nella scheda sono le seguenti:

- **N\_ORIZZONTE:** si dovrà riportare il numero sequenziale dell'orizzonte;
- **LIMITE SUPERIORE (cm):** andrà indicato il limite superiore dell'orizzonte individuato;
- **LIMITE INFERIORE (cm):** andrà indicato il limite inferiore dell'orizzonte individuato;
- **COLORE:** riportare il colore rilevato secondo le Tavole Munsell riportando l'annotazione come: hue, value e chroma (es. 10YR3/2);
- **SCREZIATURE:** indicare, se presenti, il colore, la percentuale e le dimensioni in cm di screziature originate da processi ossido-riduttivi;
- **TESSITURA:** riportare le percentuali di sabbia totale, sabbia molto fine e argilla stimate in campagna e la classe tessiturale determinata con il triangolo tessiturale USDA. Per questa voce consultare il manuale di rilevamento ARPAV;
- **SCHELETRO:** riportare le percentuali, stimate in volume, di frammenti grossolani presenti nell'orizzonte, suddivisi in ghiaia fine (2-5mm), media (5-20mm), grossolana (20-75mm) e ciottoli (>75mm);

- **FIGURE DI PRECIPITAZIONE:** indicare, se presenti, tipo, natura, percentuale e dimensioni, delle figure pedogenetiche di precipitazione di carbonati e sali solubili o di ossidi e idrossidi. Per questa voce consultare il manuale di rilevamento ARPAV;
- **EFFERVESCENTZA ALL'HCl:** indicare la classe di effervescenza; per questa voce consultare il manuale di rilevamento ARPAV;
- **NOTE:** indicare eventuali annotazioni tipo presenza di materiali estranei (mattoni, resti di manufatti, ecc) o altre caratteristiche che possono essere ritenute rilevanti per evidenziare le caratteristiche del suolo.
- **CAMPIONE:** indicare se è stato prelevato il campione, riportando il numero di campioni prelevati (0, 1, 2, ecc.).

Il database che sarà fornito da ARPAV conterrà l'indicazione di quali dati siano di compilazione obbligatoria e quali invece facoltativa.

### *Campionamento*

Il campione superficiale nei terreni coltivati va prelevato fino ad una profondità pari allo strato lavorato (generalmente 5-40 cm). Nel caso di suoli naturali il campione va prelevato dall'orizzonte superficiale (orizzonte A di colore più scuro rispetto agli orizzonti sottostanti) per uno spessore di almeno 10 cm.

Il campione di suolo profondo andrà prelevato in corrispondenza del primo orizzonte omogeneo presente ad una profondità superiore agli 80 cm.

Nel caso si rendesse necessario procedere ad una verifica delle concentrazioni presenti in strati a più di 200 cm dalla superficie si dovrà procedere al prelievo per strati omogenei dal punto di vista tessiturale (purché di spessore almeno pari a 50 cm) sulla base di una stratigrafia eseguita con idonea attrezzatura.

In tutti i casi il campione prelevato deve essere rappresentativo di tutto l'orizzonte descritto e deve esser diviso in due aliquote di almeno 100g ciascuna, di cui una va consegnata ad ARPAV. I campioni prelevati dovranno essere raccolti e chiusi in un sacchetto o altro contenitore pulito, asciutto e impermeabile all'acqua e alla polvere, su ogni sacchetto dovrà essere messa un'etichetta o dovrà essere scritto in modo indelebile il codice univoco composto dall'unione di tre campi, il codice rilevamento, il tipo di osservazione e il numero progressivo all'interno del rilevamento (es. F001S0032) e l'intervallo di profondità del prelievo.

I campioni così raccolti andranno quindi conservati in luogo asciutto e pulito avendo cura di trasportarli e stocarli in modo tale da non essere danneggiati, soprattutto quando vengano utilizzati sacchetti di plastica (a scopo preventivo, per evitare la perdita del campione, potrebbe essere utile utilizzare un doppio sacchetto).

### ANALISI DI LABORATORIO

Le determinazioni analitiche, che potranno essere limitate ai parametri per i quali è stato constatato un superamento dei limiti normativi in funzione della destinazione d'uso, devono essere eseguite sulla frazione granulometrica inferiore ai 2 mm (*terra fine*). A tal fine il campione di suolo, essiccato all'aria e disgregato, dovrà essere setacciato avendo cura di non introdurre, in alcuna fase del trattamento, contaminazioni da oggetti metallici.

Le metodiche analitiche utilizzate per la maggior parte dei parametri sono quelle individuate dal D.M. del 13 settembre 1999 "Metodi ufficiali di analisi chimica sul suolo", e ad integrazione, per tecniche analitiche non descritte dai citati metodi, le metodiche USEPA ed ISO.

Nei rapporti di prova dei terreni deve essere specificato che le procedure di campionamento ed i metodi di analisi sono conformi – per quanto applicabili – al D.M. 13 settembre 1999.

Di norma i risultati sono riferiti alla terra fine; qualora sia presente materiale grossolano di diametro compreso tra 2 e 20 mm i risultati devono essere espressi, oltre che sulla terra fine, anche considerando la frazione tra 2 e 20 mm così come previsto dal D. Lgs. 152/06. In ogni caso il valore di riferimento sarà quello espresso come previsto dal D.Lgs. n. 152/06.

Un'ampia rassegna dei metodi di analisi per i suoli è stata realizzata dal Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo (Rapporto APAT "Guida tecnica sui metodi di analisi dei suoli contaminati") e sono disponibili su [www.sinanet.apat.it](http://www.sinanet.apat.it).



## UTILIZZAZIONE DI DATI ESISTENTI

Per la definizione dei valori di fondo di un'area possono essere utilizzati anche dati rilevati nel corso di precedenti indagini; in questo caso deve essere posta particolare attenzione alla qualità e confrontabilità dei dati che sono originati da fonti diverse.

I dati devono essere accompagnati da appropriate informazioni che consentano di risalire agli scopi dell'indagine ed alle metodologie utilizzate, e quindi devono essere armonizzati tra loro e con i dati provenienti da indagini eseguite ex novo attraverso una procedura di comparazione che verifichi la confrontabilità di obiettivi e metodi con le procedure evidenziate nei precedenti paragrafi. Tale processo di armonizzazione produrrà una valutazione di conformità dei dati ai metodi descritti nel presente documento. Gli aspetti che devono essere considerati per giungere alla valutazione conclusiva sono i seguenti:

- completezza delle informazioni rispetto ai requisiti minimi richiesti;
- comparabilità delle strategie di campionamento, dei riferimenti terminologici e descrittivi e dei metodi di analisi;
- identificazione ed eliminazione di eventuali campioni contaminati che, per definizione, devono essere esclusi dalla determinazione del valore di fondo.

## ELABORAZIONE DEI RISULTATI

L'elaborazione dei dati è il punto conclusivo dell'intero processo di determinazione del valore di fondo. L'elaborazione è fortemente dipendente dal numero di dati che si hanno a disposizione e quindi è importante determinare in fase di progettazione il numero adeguato di campioni da prelevare e analizzare secondo quanto descritto nei precedenti paragrafi.

L'elaborazione dei dati deve essere eseguita per ciascun gruppo di dati ricadenti all'interno delle aree definite come omogenee sulla base dei criteri descritti nella scelta dei punti di campionamento con approccio tipologico.

Inoltre i risultati ottenuti dall'analisi dei campioni prelevati dagli orizzonti superficiali devono essere elaborati separatamente da quelli relativi agli orizzonti profondi in quanto i due insiemi di dati costituiscono popolazioni diverse, l'una rappresentativa dell'eventuale valore di fondo antropico da inquinamento diffuso e l'altra del valore di fondo naturale.

Nel caso in cui il valore riscontrato nell'orizzonte superficiale sia più elevato di quello presente nell'orizzonte profondo si può infatti desumere che fenomeni di contaminazione diffusa abbiano determinato un incremento delle concentrazioni rispetto al contenuto naturale; quando invece i valori sono sostanzialmente allineati o qualora il valore più elevato tra i due sia quello dell'orizzonte profondo si può desumere che non ci siano stati apporti antropici significativi.

Nel caso di prelievo a profondità maggiori dovrà essere definito un valore di fondo naturale per ciascuno strato omogeneo per caratteristiche tessiturali.

I parametri di statistica descrittiva da determinare sono almeno i seguenti: valore medio, deviazione standard, coefficiente di variabilità (CV%), valore massimo, mediano e minimo, coefficienti di asimmetria (skewness) e di curtosi (kurtosis), test per la normalità. Poiché la distribuzione degli elementi nei suoli naturali spesso mostra una distribuzione di tipo log-normale, anziché di tipo gaussiano, può essere utile anche riportare la media geometrica dei dati e la relativa deviazione standard.

Per la determinazione del valore di fondo, come indicato in ISO 19258/2005, si procede alla determinazione dei percentili (25°, 50°, 75°, 90°, 95°), dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali evidenziati dalla trasformazione logaritmica delle osservazioni e dalla verifica della log-normalità della distribuzione.

I valori corrispondenti al 95° percentile sono assunti come limiti superiori dei valori di fondo.

8) **BIBLIOGRAFIA**

- Adriano D.C. 2001. *"Trace elements in terrestrial environments"*. II Edition Springer-Verlag, pagg. 867.
- Alloway, 1995. *"Heavy metals in soils"* Blackie –London
- Amorosi A., Sammartino I., 2005. *"Geologically-oriented geochemical maps: a new frontier for geochemical mapping?"* Geoacta, vol. 4, pp.1-12
- APAT – Settore Sistemi Integrati Ambientali; Centro Tecnico Nazionale Territorio e Suolo, 2005. *"Proposta di guida tecnica sui metodi di campionamento dei siti contaminati"*. <http://www.fonti.sinanet.apat.it>
- APAT, 2003. *"Proposta di guida tecnica sui metodi di analisi dei suoli contaminati"*.
- ARPAV – Comune di Venezia – Provincia di Venezia, 2002. *"Determinazione del livello di fondo di metalli pesanti nei suoli dell'entroterra Veneziano"*.
- ARPAV, 2004. *"Manuale per la descrizione del suolo"*. [www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)
- Decreto Ministeriale 13 settembre 1999. *"Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"* supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 248 del 21 ottobre 1999.
- Decreto Legislativo n. 152 del 03 aprile 2006. *"Testo Unico recante le Norme in materia ambientale"*.
- De Vivo B., Lima A., Siegel F.R., 2004. *"Geochimica ambientale. Metalli potenzialmente tossici"*. Liguori Editore, Napoli, 449 pp.
- Giandon P., Vinci I., Fantinato L., 2000. *"Heavy metal concentration in soil of the basing draining in the Venice lagoon"*. In: Bollettino S.I.S.S. 49 (1-2) pp. 359-366.
- Giandon P., Cappellin R., Ragazzi F., Vinci I., 2004. *"Confronto tra livello naturale ed "usuale" dei metalli pesanti nei suoli della pianura veneta in relazione al materiale parentale"*. In: Bollettino S.I.S.S. 53 (1-2) pp. 540-544
- FAO, 2006. *"Guidelines for soil description"* 4th Edition
- FAO, 2006. *"World references base for soils resources 2006"* World soil resources report 103.
- ISO 19258, 2005. *"Soil quality – Guidance on the determination of background values"*.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Magistrato alle Acque di Venezia per tramite del suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, 2004. *"Indagini integrative a supporto della progettazione degli interventi sulle sponde dei canali di Porto Marghera. Indagini ed elaborazioni per la determinazione del livello di fondo di metalli pesanti e PCB nei suoli di aree della conterminazione lagunare e limitrofe"*.
- Provincia di Milano, 2003. *"Linee guida per la determinazione dei valori del fondo naturale nell'ambito della bonifica dei siti contaminati"*.
- Ungaro F., 2005. *"Contenuto in metalli pesanti negli orizzonti superficiali dei suoli della pianura del Brenta. Analisi statistica e analisi spaziale esplorativa"*. Rapporto 1.1 CNR-IRPI Firenze
- Ungaro F. 2005. *"Contenuto in metalli pesanti negli orizzonti sottosuperficiali dei suoli della pianura del Brenta. Analisi statistica, analisi spaziale esplorativa e definizione dei livelli di fondo usuali"*. Rapporto 2.1 CNR-IRPI Firenze
- Ungaro F.; Ragazzi F.; Cappellin R.; Giandon P., 2007. Arsenic concentration in the soils of the Brenta Plain (Northern Italy): mapping the probability of exceeding contamination threshold. *Journal of Geochemical Exploration* 96 (2008), 117-131.
- Utermann J., Duwel O., Nagel I., 2006. *"Background values in European soils and sewage sludges. Part II – Contents of trace elements and organic matter in European soils"*. EUR 22265 EN.
- U.S.D.A., 2002. *"Field Book for describing and sampling soils"*. Version 2.0 NSSC
- U.S.E.P.A., 2002. *"Guidance for Comparing Background and Chemical Concentrations in Soil for CERCLA"*. EPA 540-R-01-03.
- U.S.E.P.A. QA/G-5S, 2002. *"Guidance for Choosing a Sampling Design for Environmental data Collection"* EPA/240/R-02/005.