

Campionamento di rifiuti solidi

Un modulo dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento di rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

Campionamento di rifiuti solidi

Un modulo dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento di rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPR)

Nota editoriale

Valenza giuridica

La presente pubblicazione è un aiuto all'esecuzione elaborato dall'UFAM in veste di autorità di vigilanza. Destinata in primo luogo alle autorità esecutive, essa concretizza le prescrizioni del diritto federale in materia ambientale (in merito a concetti giuridici indeterminati e alla portata e all'esercizio della discrezionalità) nell'intento di promuovere un'applicazione uniforme della legislazione. Le autorità esecutive che vi si attengono possono legittimamente ritenere che le loro decisioni sono conformi al diritto federale. Sono tuttavia ammesse anche altre soluzioni alternative, purché siano conformi al diritto vigente.

Editore

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

L'UFAM è un ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

Autori

R. Philipp (magma AG, Winterthur), F. Bühler (Bachema AG, Schlieren), R. Kettler (UFAM, Berna),
K. Morgan (KIBAG RE, Rotkreuz), H. Musch (UFAM, Berna),
St. Ringmann (IRU Linth, Niederurnen)

Accompagnamento UFAM

Hans Musch, divisione Rifiuti e materie prime, UFAM
Petar Mandaliev, divisione Rifiuti e materie prime, UFAM
Berenice Iten, Divisione Giuridica, UFAM

Indicazione bibliografica

UFAM (ed.) 2019: Campionamento di rifiuti solidi. Un modulo dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1826: 92 pagg.

Traduzione

Servizio linguistico italiano, UFAM

Grafica

Firstbrand

Grafica e impaginazione

Cavetti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Foto di copertina

© blanke1973, Adobe Stock

Link per scaricare il PDF

www.bafu.admin.ch/uv-1826-i

La versione cartacea non può essere ordinata.

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco e francese. La lingua originale è il tedesco.

Indice

Abstracts	6	6	Documentazione del campionamento	35
Prefazione	7	6.1	Protocollo di prelievo	35
Abbreviazioni e simboli	8	6.2	Mandato per il laboratorio	35
Termini	9	Parte II Procedure e metodi	36	
Riassunto	11	7	Pianificazione	37
1	Introduzione	7.1	Quantità minima del materiale da prelevare	37
1.1	Basi legali	7.2	Numero di campioni	38
1.2	Obiettivi	7.3	Sicurezza sul posto di lavoro e protezione della salute (checklist)	40
1.3	Limiti			
1.4	Struttura			
Parte I Il campionamento nella pratica	16	8	Elenco dei metodi	41
2	Strategia di campionamento	8.1	Metodo di delimitazione	42
2.1	Obiettivi	8.2	Metodi di campionamento	43
2.2	Ipotesi di lavoro relativa alle sostanze e alle loro proprietà	8.3	Metodi per il trattamento preliminare dei campioni	58
2.3	Piano di campionamento			
3	Campionamento	Parte III Basi teoriche del campionamento	66	
3.1	Delimitazione di domini di omogeneità	9	Omogeneità ed eterogeneità	67
3.2	Prelievo dei campioni	9.1	Analisi delle dimensioni delle particelle	67
3.3	Casi particolari	9.2	Eterogeneità su piccola scala	68
4	Trattamento preliminare dei campioni	9.3	Eterogeneità su larga scala	69
4.1	Preparazione di campioni compositi o misti	9.4	Eterogeneità temporale	70
4.2	Omogeneizzazione del materiale da campionare	9.5	Riassunto per la pratica	70
4.3	Suddivisione di un campione	10	Distribuzione delle sostanze nel materiale di matrice	71
5	Imballaggio e trasporto	10.1	Contaminazione particellare	72
5.1	Recipienti per campioni	10.2	Contaminazione superficiale del materiale di matrice	72
5.2	Marchiatura dei recipienti	10.3	Inquinanti sotto forma di fasi	72
5.3	Trasporto	10.4	Saturazione di inquinanti	73
5.4	Condizioni di conservazione	11	Quantità minima del materiale da prelevare	74
		11.1	Determinazione della quantità minima del materiale da prelevare in caso di contaminazione particellare	74
		11.2	Determinazione della quantità minima del materiale da prelevare in caso di contaminazione superficiale del materiale di matrice	76
		11.3	Determinazione della quantità minima del materiale da prelevare in caso di inquinanti sotto forma di fasi	76

12	Considerazione delle incertezze di misurazione	77
12.1	Incertezze legate al prelievo e all'analisi di campioni solidi	77
12.2	Considerazione dell'incertezza nella rappresentazione di valori misurati: numero di cifre significative	78
12.3	Incertezza e valori limite o altri valori legali determinanti: regole da applicare	79
<hr/>		
Allegato 1: Basi		80
<hr/>		
Allegato 2: Stima delle percentuali di inquinanti		83
<hr/>		
Allegato 3: Quantità minima di materiale da prelevare – basi teoriche		85
<hr/>		
Allegato 4: Esempio di un protocollo di prelievo		91
<hr/>		
Allegato 5: Esempio di un mandato per il laboratorio		92

Abstracts

The enforcement aid explains the legal basis for the "Sampling of Solid Waste" module. Undefined legal terms are clarified with a view to a more uniform enforcement of the sampling of solid waste. The enforcement aid is aimed primarily at the enforcement authorities in the cantonal and municipal administrations.

Keywords:

*sampling of solid waste,
enforcement aid ADWO*

Il presente aiuto all'esecuzione illustra le basi legali per il modulo «Campionamento di rifiuti solidi». Nel testo viene data concretezza a concetti giuridici indeterminati, nell'intento di uniformarne l'esecuzione nell'ambito del campionamento dei rifiuti solidi. La presente pubblicazione è destinata alle autorità incaricate dell'esecuzione nelle amministrazioni cantonali e comunali.

Parole chiave:

*campionamento di rifiuti
solidi, aiuto all'esecuzione
OPSR, ordinanza sui rifiuti*

Die Vollzugshilfe erläutert die gesetzlichen Grundlagen für das Modul «Probenahme fester Abfälle». Unbestimmte Rechtsbegriffe werden im Hinblick auf einen einheitlichen Vollzug bei der Beprobung von festen Abfällen konkretisiert. Die Vollzugshilfe richtet sich in erster Linie an die Vollzugsbehörden in den kantonalen und kommunalen Verwaltungen.

Stichwörter:

*Probenahme fester Abfälle,
Vollzugshilfe VVEA,
Abfallverordnung*

L'aide à l'exécution explique les bases légales pour le module «Échantillonnage des déchets solides». Elle concrétise des notions juridiques indéterminées en vue de permettre une application uniforme dans le cadre de l'échantillonnage des déchets solides. L'aide à l'exécution est destinée en premier lieu aux autorités d'exécution dans les administrations cantonales et communales.

Mots-clés:

*échantillonnage des déchets
solides, aide à l'exécution
OLED, ordonnance sur les
déchets*

Prefazione

L'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (OPSR, RS 814.600) è un'importante pietra miliare nella legislazione svizzera sui rifiuti. Rivista integralmente nel 2015, l'ordinanza rappresenta un passo innovativo dai contenuti coraggiosi. Comprende infatti i processi già consolidati e ulteriormente perfezionati e, al contempo, introduce nuove regole volte a preparare le basi per il futuro della gestione dei rifiuti in Svizzera.

La strategia alla base dell'ordinanza consiste nel considerare i rifiuti come una fonte di materie prime e quindi come parte di un ciclo di materiali di elevata qualità. L'esecuzione di questa ordinanza solleva però anche delle domande e pone le autorità dinnanzi a diverse sfide. Il presente aiuto all'esecuzione serve per affrontare e armonizzare questi compiti esecutivi complessi ma estremamente importanti.

L'aiuto all'esecuzione sull'OPSR è stato elaborato in collaborazione con i Cantoni, le associazioni di settore dell'economia e diversi uffici federali e possiede una struttura modulare: ogni modulo descrive le condizioni quadro che concretizzano un tema specifico (p. es. rifiuti edili, discariche, rendicontazione). Alcuni moduli sono ulteriormente suddivisi in parti tematiche. La pubblicazione è disponibile in formato elettronico in tedesco, francese e italiano all'indirizzo www.bafu.admin.ch/esecuzione-oprsr.

Il modulo «Campionamento di rifiuti solidi» descrive il prelievo di campioni dai rifiuti solidi e comprende le fasi che vanno dalla pianificazione del prelievo alla consegna dei campioni al laboratorio. Inoltre illustra le esigenze del campionamento di rifiuti solidi al fine di soddisfare gli obiettivi dell'OPSR nell'ambito della valutazione qualitativa. L'UFAM ringrazia tutti coloro che hanno contribuito alla presente pubblicazione, in particolare i membri dei gruppi d'accompagnamento dei singoli moduli che si sono impegnati a elaborare soluzioni pratiche e realistiche per uno smaltimento dei rifiuti biogeni rispettoso del diritto ambientale.

Karine Siegwart
Vicedirettrice
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

Abbreviazioni e simboli

α intervallo di confidenza, zona di confidenza	EN norma europea
ϵ margine d'errore di campionamento relativo tollerato, ovvero lo scarto relativo ammesso fra il valore misurato e il valore atteso causato dal processo di campionamento ([27])	g fattore di correzione applicato alla distribuzione granulometrica
ρ_s densità delle particelle inquinanti	HC idrocarburi
ω frazione massica delle particelle inquinanti	IUPAC International Union of Pure and Applied Chemistry
BTEX idrocarburi aromatici (benzene, toluene, etilbenzene e xilene)	LNAPL light non aqueous phase liquid: liquido difficilmente idro-solubile con una densità < 1, p. es. benzina, diesel
CHC idrocarburi clorurati	M_{min} quantità minima di materiale da prelevare tenuto conto dei valori α e ϵ fissati
COV composti organici volatili (Volatile Organic Compounds)	p proporzione della frazione di particelle che possiede la proprietà considerata
CV coefficiente di variazione	PAK idrocarburi aromatici policiclici
d_5 granulometria «minima» delle particelle potenzialmente contaminate, 5° percentile della curva granulometrica	PCB bifenili policlorurati
d_{max} diametro massimo delle particelle potenzialmente contaminate, 95° percentile della curva granulometrica	PE polietilene
DNAPL dense non aqueous phase liquid: liquido difficilmente idrosolubile con una densità > 1, p. es. tricloretilene (TRI), tetracloroetilene (PER)	PTFE politetrafluoroetilene

Termini

Campionamento

Procedura di prelievo o di costituzione di un campione.

Campione composito

Campione ottenuto mediante raccolta e miscelazione di campioni parziali o campioni misti (secondo [9], [17]).

Campione di analisi

Frazione ricavata dal campione di prova destinata all'analisi chimica o fisica.

Campione di laboratorio

Campione o campione parziale messo a disposizione del laboratorio. Si tratta generalmente di un campione pretrattato prelevato sul campo. Quando il campione di laboratorio viene suddiviso, miscelato, triturato o sottoposto a una combinazione di questi trattamenti (riduzione), si ottiene il campione di prova. Se non è necessaria alcuna preparazione preliminare, il campione di laboratorio corrisponde al campione di prova.

Campione di misura

Frazione prelevata dal campione di analisi e sottoposta a misurazioni che servono a determinare parametri chimici o fisici.

Campione di prova

Campione realizzato a partire dal campione di laboratorio, dal quale vengono prelevate delle frazioni al fine di eseguire analisi o misurazioni.

Campione di riserva

Campione parziale, materiale utilizzato:

- per analisi di controllo o conferme,
- per documentare un'evoluzione temporale nell'ambito di processi industriali.

Un campione di riserva deve presentare le stesse proprietà del materiale di base. Queste proprietà non devono cambiare durante lo stoccaggio.

Campione misto

Campione ottenuto mediante raccolta e miscelazione di campioni semplici prelevati da una quantità di base e che consente di ottenere un risultato medio per un dato parametro ([9]). Ogni campione semplice soddisfa le esigenze in materia di quantità minima di materiale.

Campione parziale

Frazione rappresentativa prelevata dal campione ([9]).

Campione prelevato sul campo

Materiale prelevato da una quantità di base (lotto) sotto forma di campioni semplici, misti o compositi.

Campione rappresentativo

Materiale le cui caratteristiche distintive corrispondono in larga misura alle proprietà medie della quantità di base e soddisfano le esigenze minime determinate secondo principi statistici, come per esempio la quantità di materiale da prelevare.

Campione semplice

Frazione prelevata da un lotto e corrispondente ad un solo prelievo effettuato in un momento e in un punto di prelievo precisi ([9], [17]). La massa minima dei campioni semplici può variare fortemente in funzione della distribuzione granulometrica e della ripartizione degli inquinanti.

Campione valutativo

Materia prelevata da un esperto sulla base delle sue conoscenze specialistiche e delle sue capacità di valutazione quando risulta impossibile prelevare un campione rappresentativo che consente di trarre conclusioni sulle caratteristiche della massa totale da analizzare. A tal fine l'esperto preleva in modo mirato delle frazioni di questa massa. La quantità da prelevare è generalmente inferiore a quella di un campione rappresentativo e non è conforme ai principi statistici applicabili a un campione rappresentativo ([6]).

Dominio di omogeneità

Parte della quantità di base o zona del sito che può essere considerata omogenea dal punto di vista di un parametro o di una caratteristica di interesse.

Eterogeneità

Ripartizione eterogenea di una caratteristica o di un componente all'interno di una quantità di materiale prelevata.

Incremento

Quantità di materiale (massa o volume) prelevata in una singola operazione. Possono essere necessari diversi incrementi per prelevare la quantità minima di materiale.

Lotto

Quantità di una sostanza o materiale che per la sua natura, le sue proprietà e la sua disposizione spaziale costituisce un'unità.

Omogeneità

Ripartizione omogenea di una caratteristica o di un componente all'interno di una quantità di materiale prelevata (cfr. cap. 9, pag. 67).

Preparazione del campione

Fasi del trattamento in laboratorio necessarie per la costituzione di un campione di analisi/valutazione a partire dal campione di laboratorio, come per esempio essiccazione, vagliatura, omogeneizzazione, divisione (cfr. [23]).

Quantità di base

Insieme del materiale da campionare.

Quantità di riferimento (= Misura di valutazione dell'eterogeneità), scala

Quantità minima (massa o volume) di materiale al sotto della quale la variabilità è ininfluente.

Esempio: ceneri provenienti da un IIRU: i tenori di inquinanti variano da un giorno all'altro. Ma se si considera il carico inquinante settimanale, queste variazioni sono attenuate. Se la natura del carico è determinante per la scelta della modalità di smaltimento, si prende come riferimento la quantità di ceneri prodotta in una settimana.

Rifiuti

Cose mobili delle quali il detentore si libera o che devono essere smaltite nell'interesse pubblico (art. 7 cpv. 6 LPAmb).

Scala

Cfr. quantità di riferimento

Trattamento del campione

Operazioni di trattamento in laboratorio allo scopo di ottenere un campione di analisi/di misura a partire dal campione di prova in base al parametro considerato (p. es. eluizione, estrazione, centrifugazione o distillazione).

Trattamento preliminare del campione

Fase successiva al campionamento e comprendente le fasi operative che devono essere realizzate sul sito per costituire un campione di laboratorio dal campione prelevato sul campo, come per esempio miscelazione, omogeneizzazione, divisione, rigenerazione (cfr. cap. 4, pag. 30).

Valutazione organolettica

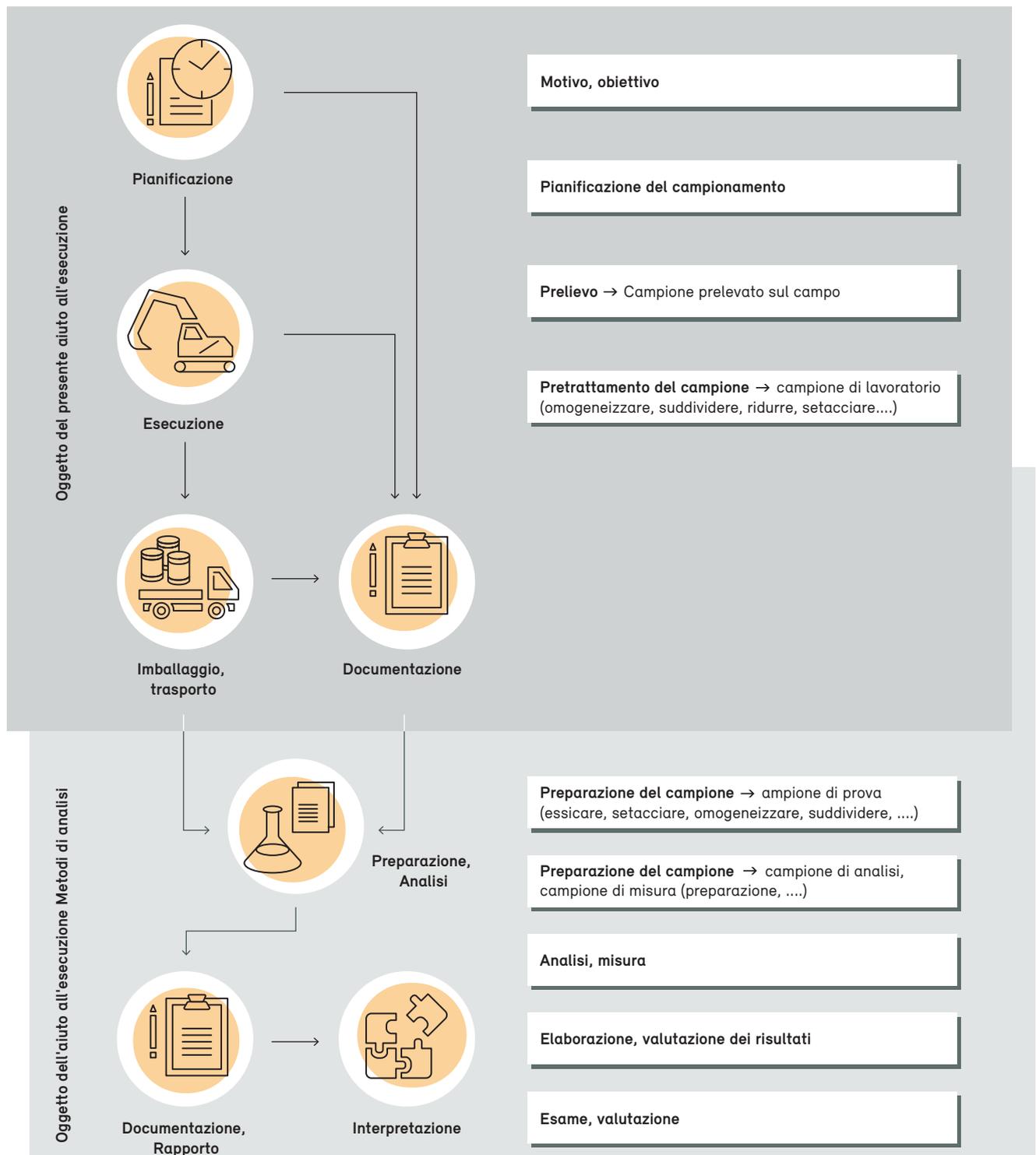
Valutazione del materiale attraverso gli organi sensoriali. Comprende l'aspetto esteriore del materiale (colore, consistenza, componenti macroscopici) e l'odore (cfr. 3.1.1, pag. 22 e procedura O, pag. 42).

Riassunto

L'analisi dei campioni solidi avviene secondo lo schema seguente:

Figura 1

Fasi dell'analisi dei campioni solidi (secondo [9])



Le considerazioni e i lavori effettuati nel corso delle fasi indicate nella fig. 1 sono descritti nel seguito.



Pianificazione del campionamento

La pianificazione segna l'inizio del processo di campionamento ed è un elemento centrale dell'assicurazione qualità. Durante questa fase vengono fissati gli obiettivi, lo spettro di

inquinanti possibili e la procedura di campionamento sul campo (cfr. cap. 2, pag. 17).



Esecuzione del campionamento

Nel corso di questa fase, si preleva una quantità di materiale sufficientemente grande dalla quantità di base. A tal fine si può utilizzare una grande varietà di tecniche di campionamento. Poiché, per motivi pratici, i laboratori non possono trattare campioni di qualsiasi dimensione, si utilizzano dei metodi di riduzione (cfr. cap. 3, pag. 22).



Imballaggio e trasporto dei campioni

I campioni prelevati sono imballati in contenitori di trasporto idonei e inviati il più rapidamente possibile al laboratorio di analisi. Un imballaggio in contenitori non idonei, in particolare in presenza di

sostanze organiche volatili, può comportare risultati che divergono sostanzialmente dal tenore effettivo di sostanze nocive (cfr. cap. 5.1, pag. 32).



Documentazione del campionamento

La documentazione deve essere eseguita progressivamente e parallelamente alle fasi di pianificazione, campionamento, trattamento preliminare dei campioni e imballaggio. La documentazione è importante

- per fornire al laboratorio di analisi informazioni sull'origine del campione e
- come base per valutare la plausibilità dei risultati (cfr. cap. 6, pag. 35).



Preparazione e misurazione

La preparazione dei campioni di laboratorio, i metodi di misurazione e la rendicontazione non sono oggetto del presente aiuto all'esecuzione. Queste operazioni sono descritte

nell'aiuto all'esecuzione [23] *Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich*.



Interpretazione dei risultati

Per l'interpretazione dei risultati di misurazione ottenuti devono essere rispettati e valutati criticamente i tre principi elencati nel seguito.

- **Rappresentatività:** Quale settore della massa totale da analizzare (lotto) rappresentano le misurazioni? A tal fine occorre considerare anche le incertezze di misurazione.
- **Coerenza:** I dati misurati, ponderati fra loro, forniscono un quadro coerente della situazione complessiva?
- **Plausibilità:** I valori misurati possono essere spiegati chiaramente? I risultati corrispondono a quelli ottenuti durante campionamenti e misurazioni effettuati in periodi precedenti o contemporanei? In caso contrario è possibile spiegare le differenze rilevate? (cfr. cap. 2.2, pag. 19, fig. 3, pag. 19).

1 Introduzione

Per smaltire i rifiuti in modo rispettoso dell'ambiente, è quasi sempre necessario determinare il loro tenore di sostanze nocive. I risultati delle misurazioni effettuate sui campioni di rifiuti possono avere delle conseguenze importanti sul piano ecologico e finanziario. Per questo motivo le autorità competenti per l'esecuzione e l'economia devono con urgenza armonizzare le esigenze relative alla catena di misurazione, a partire dal prelievo di campioni fino all'elaborazione del rapporto concernente i risultati.

Il presente documento descrive il campionamento di rifiuti solidi e comprende le fasi che vanno dalla pianificazione del prelievo alla consegna dei campioni al laboratorio.

Le fasi relative alla preparazione dei campioni in laboratorio, i metodi di analisi e le esigenze relative all'elaborazione del rapporto sono documentati nell'aiuto all'esecuzione [23] *Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich*.

1.1 Basi legali

L'articolo 30 della legge federale del 7 ottobre 1983 sulla protezione dell'ambiente (LPAmb, RS 814.01) stabilisce che i rifiuti devono essere riciclati nella misura del possibile e smaltiti in modo rispettoso dell'ambiente.

Dall'entrata in vigore, il 1° gennaio 2016, dell'ordinanza del 4 dicembre 2015 sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR, RS 814.600) la prevenzione dei rifiuti, il riciclaggio dei materiali e l'eliminazione degli inquinanti assumono un ruolo prioritario. Per i volumi di rifiuti importanti l'OPSR definisce i possibili metodi di riciclaggio in funzione del tenore di inquinanti. L'applicazione delle disposizioni dell'OPSR e degli aiuti all'esecuzione richiede quindi l'analisi di campioni solidi.

Nell'OPSR è stato ad esempio previsto l'obbligo di riciclare il materiale di scavo e di sgombero non inquinato (art. 19 OPSR). Il divieto di mischiare i rifiuti già introdotto dall'ordinanza tecnica sui rifiuti (OTR) è stato mantenuto (art. 9 OPSR). Per raggiungere gli obiettivi definiti

nell'OPSR, occorre separare e smaltire i rifiuti in funzione del loro grado di contaminazione. Per il materiale di scavo e di sgombero l'articolo 19 OPSR definisce quali metodi di riciclaggio possono essere impiegati in funzione del tenore di sostanze nocive. Il tenore totale di sostanze inquinanti ammesso per ogni metodo di riciclaggio del materiale di scavo e di sgombero è precisato nell'allegato 3 OPSR.

I rifiuti possono anche essere riciclati nell'ambito della produzione di calcestruzzo e cemento. Le esigenze relative all'utilizzo dei rifiuti come materia prima e come sostanza di correzione della farina cruda sono definite nell'allegato 4 cifra 1 OPSR. Se i rifiuti sono impiegati come combustibili, si applicano i valori limite dell'allegato 4 cifra 2 OPSR. In caso di loro utilizzo come costituenti secondari o aggiunte minerali devono essere rispettati i valori limite secondo l'allegato 4 cifra 3 OPSR.

Nonostante i tassi di riciclaggio in aumento, anche in futuro si dovranno depositare ogni anno diversi milioni di tonnellate di rifiuti. L'articolo 25 capoverso 1 OPSR prevede che nelle discariche possano essere depositati soltanto rifiuti che soddisfano le esigenze di cui all'allegato 5 OPSR. I detentori di impianti per i rifiuti devono controllare i rifiuti al momento della ricezione e garantire che negli impianti vengano smaltiti soltanto rifiuti autorizzati (art. 27 lett. b OPSR). Per le discariche di tipo B, C, D ed E l'allegato 5 OPSR definisce i valori limite non soltanto per il tenore complessivo di sostanze inquinanti nei campioni solidi, ma anche per la quantità di inquinanti emessi nei test di eluizione.

Secondo l'articolo 32c LPAmb i Cantoni provvedono affinché le discariche e gli altri siti inquinati da rifiuti vengano risanati se sono all'origine di effetti nocivi o molesti oppure se esiste il pericolo concreto che tali effetti si producano. A tale scopo, conformemente all'ordinanza del 26 agosto 1998 sul risanamento dei siti inquinati (OSiti, RS 814.680) l'autorità stabilisce sulla base di un'indagine storica e tecnica se un sito inquinato deve essere sorvegliato o risanato (art. 7 e segg. OSiti). Con l'indagine tecnica si accertano il tipo e la quantità di sostanze pre-

senti nel sito (art. 7 cpv. 4 OSiti). A tal fine devono essere spesso analizzati anche dei campioni di sostanze solide.

1.2 Obiettivi

Il presente aiuto all'esecuzione descrive gli approcci metodologici per il prelievo e il trattamento preliminare dei campioni e rappresenta una base essenziale per garantire la qualità dei risultati delle misurazioni effettuate sui rifiuti solidi. Infatti, soprattutto per i rifiuti che presentano una ripartizione eterogenea degli inquinanti, è opportuno tenere conto dei fattori indicati nel seguito.

Il prelievo di campioni rappresenta una tappa fondamentale per ottenere dei risultati di misurazione rappresentativi. La qualità di una dichiarazione di rifiuti dipende principalmente dal campionamento e, nella maggior parte dei casi, soltanto in seconda battuta dai metodi di analisi impiegati.

I metodi descritti nel seguito rappresentano una procedura pratica e uniforme per il prelievo di frazioni (ovvero campioni) in grado di determinare le caratteristiche distintive dei rifiuti.

Prelevare frazioni che siano sufficientemente rappresentative delle caratteristiche distintive di un rifiuto non è un compito banale. Per questo motivo il presente aiuto all'esecuzione contiene spiegazioni e istruzioni dettagliate relative alla:

- pianificazione del campionamento (cap. 2, pag. 17 e segg.),
- scelta della procedura di campionamento in funzione delle caratteristiche distintive del rifiuto (cap. 8, pag. 41 e segg.),
- definizione della massa minima dei singoli campioni in funzione della distribuzione granulometrica e della ripartizione degli inquinanti (cap. 11, pag. 74 e segg., cap. 7.1, pag. 37 e segg.),
- definizione del numero minimo di campioni semplici e composti in funzione della quantità di rifiuti (cap. 7.2, pag. 38 e segg.),

- procedura di trattamento preliminare e di riduzione della massa del campione sul campo (cap. 4, pag. 30).

Va osservato che queste istruzioni corrispondono a delle *esigenze minime di base* che variano in funzione dell'obiettivo perseguito (p. es. progetto di ricerca che richiede esigenze più elevate in fatto di affidabilità/attendibilità), dell'eterogeneità della composizione dei rifiuti nonché dell'assenza di omogeneità delle sostanze contenute nel materiale.

Il presente aiuto all'esecuzione è destinato alle autorità esecutive in seno alle amministrazioni cantonali e comunali. Indirettamente, si rivolge anche a laboratori di misura e uffici di consulenza peritale che si occupano dello smaltimento di rifiuti nel rispetto dell'ambiente.

1.3 Limiti

Il presente aiuto all'esecuzione tratta esclusivamente il campionamento di rifiuti solidi nell'ambito della pianificazione e dell'esecuzione di misure di smaltimento (cfr. fig. 1, pag. 11).

La costituzione e la preparazione dei campioni nonché l'esecuzione delle analisi chimiche sono descritte nell'aiuto all'esecuzione relativo ai metodi di misurazione [23].

Per il campionamento del materiale di scavo dei binari ([25]) e del legname di scarto ([22]) nonché per lo smaltimento dei fanghi provenienti dall'industria delle costruzioni ([24]) sono disponibili degli aiuti all'esecuzione specifici. Pertanto questi argomenti non vengono trattati nel presente documento. Il prelievo e la preparazione dei campioni per l'analisi del tenore di sostanze nocive nel suolo sono contenuti in una pubblicazione specifica ([28]).

Le strategie di campionamento per la valutazione dei siti inquinanti non sono oggetto della presente pubblicazione. Invece, i principi relativi alla preparazione e all'esecuzione dei prelievi di campioni solidi possono essere applicati per analogia anche a questo settore.

I rifiuti radioattivi sono di competenza dell'Ufficio federale della sanità pubblica e pertanto il loro campionamento non è stato incluso nel presente aiuto all'esecuzione.

1.4 Struttura

Il presente aiuto all'esecuzione è suddiviso in tre parti.

- **Parte I – Campionamento nella pratica** (pagg. 16 e segg.)

La prima parte è dedicata al campionamento da un punto di vista pratico. Descrive la catena dei processi, dalla strategia di campionamento, al prelievo di campioni e al loro trattamento preliminare (miscelazione, separazione) fino al loro imballaggio e trasporto. Questa parte si conclude con le esigenze in materia di documentazione.

- **Parte II – Procedure e metodi** (pagg. 36 e segg.)

Questa parte si presenta come un'opera di consultazione. È destinata ai professionisti e contiene delle informazioni appositamente concise sulla pianificazione (quantità minima di materiale e numero di campioni da prelevare, protezione della salute e sicurezza sul lavoro) e su una vasta gamma di metodi di campionamento.

- **Parte III – Fondamenti teorici per il campionamento** (pagg. 66 e segg.)

Questa parte riassume i fondamenti scientifici del campionamento. In particolare vengono illustrati i concetti di omogeneità ed eterogeneità delle caratteristiche distintive che rappresentano una quota elevata della dispersione dei risultati delle misurazioni. Sempre in questa parte vengono affrontati i temi della distribuzione delle sostanze (inquinanti), della quantità minima di materiale da prelevare e le incertezze che emergono nelle diverse fasi del processo.

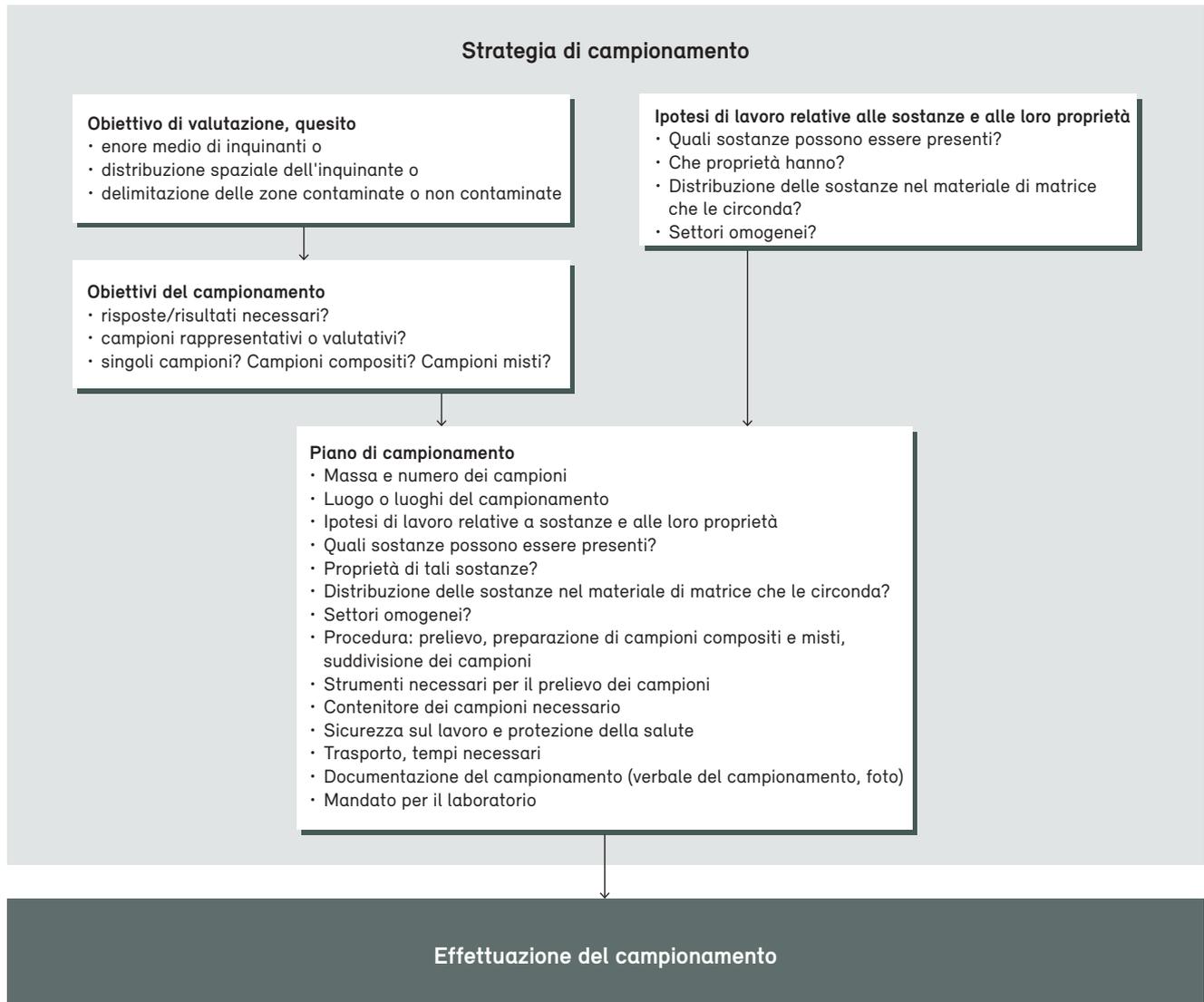
Parte I Il campionamento nella pratica

Questa prima parte è dedicata al campionamento dal punto di vista pratico. Descrive la catena dei processi (come rappresentata nella fig. 1 pag. 11) a partire dalla strategia di campionamento, passando per il prelievo e la preparazione dei campioni (miscelazione, divisione) fino all'imballaggio e al trasporto. Questa parte si conclude con le esigenze in materia di documentazione.

2 Strategia di campionamento

Figura 2

Elementi della strategia di campionamento



L'**obiettivo di valutazione** per il materiale da campionare è definito sulla base del quesito a cui rispondere. In generale si tratta di verificare il rispetto di esigenze legali. Gli **obiettivi del campionamento** si ricavano dai quesiti a cui si cerca di rispondere misurando il tenore di inquinanti.

Successivamente nell'ambito di un'**ipotesi di lavoro** si determina:

- quali sostanze possono essere presenti nei campioni e
- come possono essere distribuite le sostanze nel materiale di matrice che le circonda.

Il **piano di campionamento** è definito sulla base degli obiettivi del campionamento e dell'ipotesi di lavoro relativi alle sostanze presenti nel materiale da campionare e alle loro proprietà. Il presente aiuto all'esecuzione stabilisce le procedure di campionamento sotto forma di direttive concrete.

2.1 Obiettivi

In generale il campionamento ha per obiettivo il prelievo di campioni rappresentativi della ripartizione effettiva degli inquinanti, tenendo conto dei quesiti formulati negli obiettivi. In questo contesto la distribuzione spaziale e quindi l'eterogeneità dei parametri di misurazione assumono un ruolo fondamentale (cfr. cap. 9, pagg. 67 e segg. e cap. 10, pagg. 71 e segg.).

Gli obiettivi e le domande a cui rispondere sono alla base di un campionamento pianificato ed eseguito in modo mirato, efficiente e corretto e pertanto devono essere definiti fin dall'inizio.

Le domande a cui rispondere con il campionamento e l'analisi dei campioni prelevati possono riguardare:

- il tenore medio di inquinanti presenti nella massa totale da analizzare, la distribuzione spaziale degli inquinanti,
- la delimitazione delle zone contaminate e non contaminate,
- le caratteristiche del materiale (scelta della sostanza).

A seconda della domanda è opportuno distinguere fra **campioni rappresentativi** e **campioni valutativi**.

Il **campionamento rappresentativo** consente di analizzare le proprietà finora sconosciute o poco note di una massa totale (lotto). Può ad esempio essere utilizzato per stabilire la concentrazione media di inquinanti in un accumulo di materiale contenente rifiuti. Spesso in questi casi non si conosce a sufficienza né l'inventario di riferimento delle sostanze né la distribuzione spaziale di queste ultime nella massa totale da analizzare. Al momento della pianificazione del campionamento occorre in genere formulare delle ipotesi sull'eterogeneità e sulla distribuzione granulometrica e sulla (conseguente) quantità di materiale da prelevare.

I **campioni valutativi** vengono spesso prelevati quando non si può effettuare un campionamento rappresentativo perché:

- la quantità di materiale da campionare è insufficiente (p. es. carotaggi di diametro ridotto), oppure
- la quantità di materiale necessaria non può essere prelevata senza un onere sproporzionato (p. es. in presenza di materiale di granulometria molto grossa o molto frazionato).

Il campionamento valutativo consente inoltre di verificare che i processi in corso soddisfino le esigenze predefinite o già note. A intervalli periodici si prelevano ad esempio dei campioni valutativi e si verifica il rispetto di parametri e valori limite noti definiti nell'OPSR o nelle autorizzazioni di gestione al fine di controllare il deposito in discarica o il tenore di inquinanti delle scorie provenienti dagli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani. Nell'ambito del campionamento valutativo generalmente l'inventario di riferimento delle sostanze e la loro distribuzione nella massa totale da analizzare sono sufficientemente noti e determinano la procedura di campionamento.

Il campionamento valutativo è meno oneroso di quello rappresentativo, ma presenta un grado di incertezza maggiore. Pertanto può essere utilizzato soltanto come base per verificare il rispetto di valori limite quando i valori misurati sono nettamente inferiori ai valori limite.

La scelta del tipo di campionamento, rappresentativo o valutativo, dipende dall'obiettivo di valutazione definito e dalle possibilità tecniche. Laddove possibile, è preferibile prelevare campioni rappresentativi.

Le supposizioni e l'ipotesi di lavoro formulate devono essere valutate criticamente dopo il campionamento e in particolare nella fase di interpretazione dei dati misurati.

Se alcune supposizioni formulate durante la pianificazione del campionamento si rivelano errate, occorre verificare se il campionamento realizzato è sufficientemente affidabile o se procedere a un nuovo campionamento sulla base di supposizioni più pertinenti (fig. 3, pag. 19).

2.2 Ipotesi di lavoro relativa alle sostanze e alle loro proprietà

Nell'ambito della pianificazione del campionamento è consigliato formulare delle supposizioni relative ad esempio alla distribuzione della granulometria, allo spettro di sostanze o alle concentrazioni di inquinanti previsti in particolare quando il campionamento o l'analisi del materiale riguarda un lotto le cui proprietà sono poco note o sconosciute. Queste supposizioni possono rivelarsi più o meno esatte. Per questo motivo si formula generalmente un'ipotesi di base per la pianificazione del campionamento.

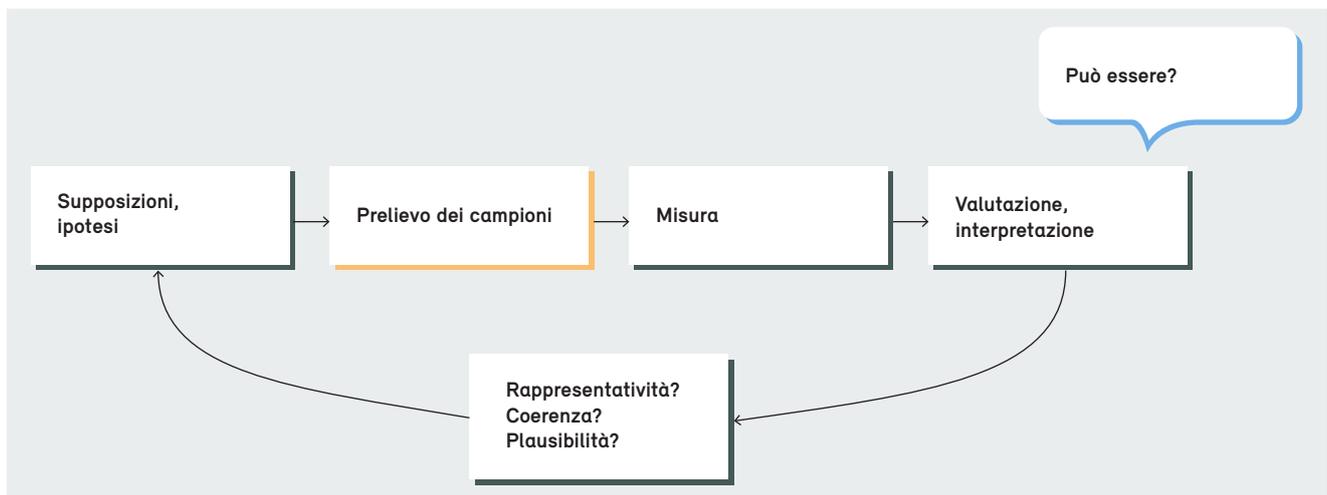
2.3 Piano di campionamento

Sulla base degli obiettivi di campionamento e dell'ipotesi di lavoro relativi alle sostanze presenti nel materiale da campionare e alle loro proprietà si definisce preventivamente il processo da seguire nell'ambito del piano di campionamento. Questo piano contiene le direttive destinate alla persona incaricata dei prelievi dei campioni.

Il piano di campionamento costituisce il cuore dell'assicurazione qualità e deve pertanto essere definito per iscritto.

Figura 3

Verifica dell'ipotesi di lavoro relativa alle sostanze e alle loro proprietà sulla quale si fonda il campionamento



2.3.1 Quantità minima del materiale da prelevare

Per i materiali soggetti a contaminazione particellare secondo la fig. 34 (pag. 75) e i materiali che presentano una contaminazione superficiale secondo la fig. 35 (pag. 76), è opportuno stimare in modo approssimativo la quantità minima di materiale da prelevare, tenendo conto delle direttive indicate nel seguito.

- Una riduzione o un frazionamento ulteriore della quantità minima di materiale definita secondo la fig. 34, pag. 75, o la fig. 35 pag. 76, *non sono consentiti* conformemente alle disposizioni della norma SN 670 800c cifra 7 ([19]). La *quantità minima totale* di materiale deve essere preparata (triturata e omogeneizzata) in modo da costituire un campione di laboratorio.
- La quantità minima di materiale è definita non sulla base del metodo di misurazione scelto ma secondo considerazioni statistiche relative alla ripartizione delle sostanze nella massa totale da analizzare.
- Qualsiasi differenza rispetto alle procedure standard definite in cap. 11.1, pag. 74, e cap. 11.2, pag. 76, deve essere discussa con il laboratorio di analisi e definita nel mandato per il laboratorio.

Il laboratorio di analisi trascrive la quantità di materiale fornita nel suo rapporto.

2.3.2 Numero di campioni

Sulla base delle informazioni sul sito disponibili, l'esperto definisce nell'ambito dell'ipotesi di lavoro relativa alle sostanze e alle loro proprietà uno o più domini omogenei caratterizzati da proprietà litologiche e chimiche costanti.

Il numero di campioni è definito nel cap. 7.2, pag. 38 e segg. Devono essere prelevati e analizzati almeno due campioni per ogni dominio omogeneo. Un singolo campione è ammesso solo per le piccole quantità di rifiuti.

Se la plausibilità dei risultati rimette in questione l'ipotesi di lavoro e l'omogeneità del materiale del sottosuolo in riferimento al parametro da analizzare,

- devono essere prelevati e analizzati ulteriori campioni dal dominio di omogeneità nel corso di un campionamento successivo, fintanto che non è possibile confermare la plausibilità, oppure

- deve essere eventualmente ridefinito il dominio di omogeneità nell'ambito di una verifica dell'ipotesi di lavoro formulata originariamente.

2.3.3 Campioni di riserva

Si raccomanda di prelevare dei campioni di riserva ad ogni campionamento e di conservarli fino alla conclusione della valutazione del sito. In questo modo, se sarà necessario ripetere un'analisi o effettuare misurazioni complementari, si potranno utilizzare i campioni di riserva senza dover eseguire un nuovo prelievo di campioni. I campioni di riserva devono permettere di riprodurre il processo non solo di misurazione ma anche di preparazione e di prelievo. Nota: i campioni di riserva costituiti durante il prelievo non sono identici ai campioni di riserva realizzati dal laboratorio secondo [23]!

I campioni di riserva *non* sono compresi nella quantità minima di materiale di cui al punto cap. 11.1, pag. 74 (fig. 34 pag. 75).

Si consiglia di prelevare e conservare un campione di riserva avente una massa almeno equivalente a quella del campione fornito al laboratorio di analisi.

Il campione di riserva deve essere costituito da materiale originale. I campioni di riserva costituiti durante le fasi di preparazione non soddisfano questo requisito.

I campioni di riserva sono prelevati indipendentemente dal campione originale e conservati in un recipiente separato.

I campioni di riserva devono essere conservati in condizioni idonee fino al momento della comunicazione della decisione delle autorità relativa ai risultati delle analisi.

Essi sono conservati imballati e all'asciutto nel luogo del prelievo o nei locali di chi esegue il prelievo o dell'esperto. I campioni di riserva contenenti sostanze volatili devono essere conservati al freddo.

2.3.4 Sicurezza sul lavoro e protezione della salute

La pianificazione del campionamento deve prevedere misure adeguate di sicurezza sul posto di lavoro. Tutti i lavori eseguiti nei siti inquinati e quindi le operazioni di campionamento svolte nell'ambito delle analisi sul sito richiedono almeno l'utilizzo dei seguenti dispositivi di protezione individuale:

- guanti monouso (cfr. EN 388 «Guanti di protezione contro i rischi meccanici»),
- maschera antipolvere,
- occhiali di protezione (cfr. EN 166).

A seconda delle sostanze previste, possono essere necessarie altre misure di sicurezza sul lavoro, come per esempio:

- una tuta di protezione contro i prodotti chimici,
- dei dispositivi di aerazione di fosse di scavo e pozzi,
- dei dispositivi di protezione delle vie respiratorie,
- dei dispositivi di comunicazione radio a sicurezza intrinseca dotati di funzione di sorveglianza automatica.

Durante i lavori di campionamento in cantiere è obbligatorio indossare i seguenti dispositivi di protezione individuale:

- calzature di sicurezza (cfr. EN 345),
- casco,
- giacca alta visibilità,
- protezione dell'udito.

Nelle situazioni pericolose possono essere necessari altri dispositivi di protezione, come per esempio una maschera di protezione del viso, una tuta di protezione e, in caso di sospetta presenza di amianto, una maschera di protezione delle vie respiratorie conformemente alle prescrizioni SUVA (cfr. [36]). Per maggiori informazioni sui dispositivi di protezione individuale (DPI): [38], www.suva.ch/waswo-i.

3 Campionamento

3.1 Delimitazione di domini di omogeneità

3.1.1 Valutazione organolettica

La valutazione organolettica (cfr. procedura O, pag. 42) consiste nel determinare, sulla base delle sensazioni visive e mediante le proprietà indicate nel seguito, le caratteristiche che consentono di distinguere fra differenti lotti di materiale [17]:

- colore,
- distribuzione granulometrica e ripartizione dei frammenti in base alle loro dimensioni,
- percentuale di corpi estranei,
- consistenza,
- odore,
- formazione di gas,
- eventuale prova al tatto (rispettare le misure di protezione individuali).

La valutazione organolettica viene effettuata principalmente per verificare se un lotto di rifiuti può essere considerato omogeneo o se deve essere suddiviso in diversi lotti parziali con caratteristiche distinte.

3.1.2 Valutazione visiva della percentuale di corpi estranei

La scheda informativa [33] contiene illustrazioni che facilitano la valutazione visiva della percentuale di corpi estranei (cfr. Allegato 2, pag. 83).

Non è sempre facile eseguire una valutazione visiva della percentuale di corpi estranei nei materiali compatti. Nel materiale limoso e umido la percentuale di corpi estranei può essere ampiamente sottovalutata o non rilevata poiché le particelle estranee possono essere ricoperte da un sottile strato di limo. Questo fenomeno riguarda anche, in misura ridotta, il materiale ghiaioso contenente frazioni limose-argillose ([33]).

Oltre alla valutazione organolettica diretta, la percentuale di corpi estranei può essere determinata anche sulla base di due metodi di trattamento preliminare:

- la setacciatura per via umida, divisione in due gruppi: > 8 mm e > 16 mm, conteggio,
- l'essiccazione, divisione in due gruppi: > 8 mm e > 16 mm, conteggio.

La setacciatura a secco è più semplice da eseguire di quella per via umida, tuttavia non consente di ottenere risultati della stessa precisione. Poiché è una procedura difficile e complessa, la setacciatura per via umida non è molto rilevante ai fini pratici ([33]).

3.2 Prelievo dei campioni

3.2.1 Strumenti per il prelievo dei campioni

Gli strumenti impiegati per il prelievo di campioni devono essere realizzati con materiali che non influiscono sulle proprietà e sulle sostanze da analizzare.

È preferibile quindi impiegare apparecchi di acciaio inossidabile o di plastica di qualità superiore. La scelta dello strumento dipende dalla massa totale da analizzare, dallo stato fisico del materiale, dalle dimensioni massime dei componenti e dalle caratteristiche del campione.

Il diametro dell'apertura deve essere almeno di 10 mm o tre volte il diametro massimo dei componenti.

Strumenti utilizzati per il prelievo di campioni dal sottosuolo e da cumuli

Tabella 1

Idoneità di diversi strumenti per il prelievo di materiale del sottosuolo

Strumento per il prelievo	Suolo (strato superiore o sottosuolo)	Materiale del sottosuolo a grana fine		Materiale del sottosuolo a grana grossa	Procedura (cfr. cap. 8, pag. 41)
Sonda, trivella, paletta (osservare l'uniformità del volume)	+	-	-	-	U1, pagg. 43
Trivella a punta elicoidale	+	-	-	-	U2, pagg. 44
Pala meccanica	(+)	(+)	(+)	(+)	U3, pagg. 45
Apparecchi di perforazione di piccolo calibro: fori di carotaggio		+		(+)	U4, pagg. 46
Apparecchi di perforazione di grosso calibro: carotaggi 3", 4½"		+		+	U5, pagg. 47 U6, pagg. 48

Riserva relativa ai sondaggi mediante pala meccanica: per motivi di sicurezza, nella maggior parte dei casi è impossibile prelevare campioni direttamente sulle pareti e sul suolo dei pozzi di sondaggio di profondità superiore a un metro.

Strumenti per il prelievo di campioni da materiali depositati

Tabella 2

Idoneità di diversi strumenti per il prelievo di materiali stoccati

Strumento per il prelievo	Materiali sfusi coesivi, cumuli compatti	Materiali sfusi e cumuli non coesivi			Procedura (cfr. cap. 8, pag. 41)
		A grana fine, in polvere	A grana grossa	Materiale frammentato, parti di grandi dimensioni	
Esempi	Materiale di scavo limoso	Ceneri, polveri di filtri	Scorie	Rifiuti edili, scarti di materiali refrattari, rifiuti solidificati*	
Pala meccanica, pala caricatrice	+	-	+	(+)	L1, H1
Campionatore a paletta	+	+	+	(+)	L2, H1
Paletta	+	+	+	-	L2
Spatola	+	+	-	-	L4
Campionatore a lancia, campionatore a zone, campionatore a sonda	-	+	-	-	L4
Tubo campionatore, sonda, trivella	+	+	-	-	L4

Strumento per il prelievo	Materiali sfusi coesivi, cumuli compatti	Materiali sfusi e cumuli non coesivi			Procedura (cfr. cap. 8, pag. 41)
		A grana fine, in polvere	A grana grossa	Materiale frammentato, parti di grandi dimensioni	
Esempi	Materiale di scavo limoso	Ceneri, polveri di filtri	Scorie	Rifiuti edili, scarti di materiali refrattari, rifiuti solidificati*	
Trivella a vite, trivella a punta elicoidale, trivella a sgorbia, trapano da terra	+	-	+	-	L3, L4
Carotatore	-	-	-	(+)	L4
Martello per bulinare	-	-	-	(+)	L4

* non possono essere oggetto di campionamento rappresentativo

- I metodi di campionamento rappresentativo non possono essere applicati al materiale frammentato e alle parti di grandi dimensioni. Possono essere prelevati campioni superficiali mediante scalpelli e carotatori.
- I campionatori a paletta e le palette devono essere dotati di bordi rialzati. La larghezza delle pale e delle spatole deve essere almeno tre volte il diametro del componente (cfr. EN 932-1 ([14]): sezione 7).
- È importante che le trivelle (semplici, elicoidali o a punta), le sonde, i campionatori a lancia presentino una larghezza sufficiente all'ingresso. Il diametro dell'apertura deve essere almeno di 10 mm o tre volte il diametro massimo dei componenti.
- Le palette appuntite non sono sempre adatte. La larghezza della pala deve essere superiore a quattro volte il diametro dei componenti.
- Le trivelle a vite o a punta sono adatte per il campionamento di una vasta gamma di materiali coesivi (compost, sabbia, suolo). Per il compost la vite deve presentare un diametro minimo di 100 mm ([26]). Questo tipo di strumento non è tuttavia adatto per il prelievo di materiali non coesivi.

Figura 4a
Pala meccanica, pala caricatrice



Figura 4b
Campionatore a paletta con bordi rialzati



Figura 4c
Paletta



Figura 4d
Spatola



Figura 4e
Tubo campionatore, sonda, trivella



Figura 4f
Campionatore a lancia



Figura 4g
Trivella a vite, trivella a punta elicoidale



Figura 4h
Trivella a sgorbia, trapano da terra



Figura 4i
Carotatore (campionatore a zone)



Figura 4j
Perforatore bulinatore



Figura 4k
Perforatrice



- A causa del diametro interno ridotto, le sonde, le trivelle e gli altri campionatori a tubo sono adatti soltanto per il prelievo di materiali a grana fine. Occorre accertarsi che venga prelevata la quantità minima di materiale secondo la fig. 34, pag. 75.
- Gli strumenti ingrassati devono essere puliti prima dell'impiego (sgrassatura).
- Prima di ogni prelievo gli strumenti devono essere puliti al fine di evitare una contaminazione incrociata del campione successivo.

Strumenti per il prelievo dei campioni per materiali imballati

Figura 5

Prelievo di campioni da un sacco mediante il campionatore a zone



Gli imballaggi in tessuto o carta possono essere forati con gli strumenti di prelievo idonei. Questa procedura è applicabile soltanto per i materiali a grana fine ($d_{max} < 10$ mm). Per il prelievo possono essere impiegati:

- una spatola (appuntita),
- un tubo campionatore,
- una sonda,
- un campionatore a zone.

Strumenti per il prelievo dei campioni da materiali in movimento

Se si prelevano regolarmente campioni da flussi di rifiuti in movimento, può essere utile installare un campionatore automatico. Nel seguito un elenco non esaustivo delle

tecnologie impiegate più di frequente per questo tipo di prelievi.

Tabella 3

Tecnologie per il prelievo di campioni da materiali in movimento (selezione)

Luogo di prelievo	Tecnologia
Nastro trasportatore	Campionatore a martelli
Scivolo	Campionatore per scivolo
Condotta, tubo discendente	Campionatore con tubo discendente (a cucchiaio, rotativo), campionatore elicoidale

3.2.2 Metodi di campionamento

Tabella 4

Idoneità delle diverse tecniche di campionamento

Tecnica di campionamento	Campioni dal sottosuolo e da materiale stoccato			Materiale imballato	Materiale in movimento	Osservazione	Procedura (cfr. cap. 8, pag. 41)
	a grana grossa	a grana fine	contenenti sostanze volatili				
Prelievo con trivella	-	+	-			Vicino alla superficie	U1
Prelievo con trivella a punta elicoidale	(+)	+	-				U2, L3
Prelievo da pozzetti di scavo	+	+	(+)			Solo pozzetti di scavo di profondità <1 m	U3
Prelievo di campioni da carote di diametro ridotto	(+)	+	-			Profondità e quantità di materiale limitati	U4
Prelievo di campioni da carote di grande diametro	+	+	-				U5
Prelievo di campioni da carote intatte		+	(+)				U6
Campioni liner		+	+				U7
Prelievo da andane, cumuli, depositi mediante pala meccanica, pala caricatrice	+	+	-				L1

Tecnica di campionamento	Campioni dal sottosuolo e da materiale stoccato			Materiale imballato	Materiale in movimento	Osservazione	Procedura (cfr. cap. 8, pag. 41)
	a grana grossa	a grana fine	contenenti sostanze volatili				
Prelievo di campioni da cumuli di materiali omogenei: tagli di prospezione	+	+	-			Solo se il materiale del cumulo è omogeneo	L2
Prelievo di campioni da autocarri o container aperti verso l'alto	+	+	-				L4
Prelievo di campioni attraverso una valvola del contenitore				+			L5
Prelievo di campioni da big bags o fusti				+			V1, V2
Prelievo di campioni da flussi di materiale discendenti					+		B1
Prelievo di campioni da nastri di trasporto					+		B2
Prelievo di campioni durante operazioni di carico e scarico					+		B3
Prelievo di campioni da materiale di scavo dei binari							[25]

3.3 Casi particolari

3.3.1 Campioni solidi contenenti sostanze volatili

Sono rari i casi in cui si può effettuare un prelievo di sostanze volatili da un lotto di campioni rappresentativi. Le sostanze volatili si distinguono in genere per una ripartizione equilibrata delle fasi liquida e gassosa. Se durante il prelievo si distrugge la struttura granulare del materiale e si creano nuove superfici, una parte della fase liquida evapora immediatamente, causando importanti errori di campionamento.

Durante il prelievo devono perciò essere evitati i procedimenti che provocano un riscaldamento (p. es. carotaggi a rotazione) o un'alterazione (p. es. prelievo mediante pala) del materiale da campionare (cfr. 6.3.4 in [15]).

I campioni a grana fine contenenti composti aromatici volatili o contaminati da composti organici volatili COV devono essere introdotti in contenitori a chiusura erme-

tica (p. es. Head Space Vials o bottiglie per reagenti da 100 ml) (cfr. [23]). Questi contenitori consentono di prelevare soltanto quantità ridotte di materiale e pertanto non soddisfano le esigenze relative alla quantità minima di materiale (cfr. 11.1, fig. 34 pag. 75).

Subito dopo il prelievo il materiale può essere coperto con un solvente idoneo (p. es. metanolo), che consente di estrarre l'analita nella fase liquida e di abbassare notevolmente la pressione del vapore.

In genere è impossibile eseguire un campionamento rappresentativo delle sostanze volatili su materiale matrice con una granulometria superiore a quella della sabbia fine o media.

Perdite significative di sostanze volatili durante il campionamento non possono essere evitate né utilizzando dei contenitori speciali né ricoprendo i campioni.

Le misurazioni effettuate su campioni di sostanze solide contenenti sostanze volatili consentono di fornire indicazioni orientative e possono essere utilizzate a scopo comparativo. I valori sono tuttavia soggetti a un elevato grado di incertezza.

3.3.2 Campioni solidi contenenti metalli particolati

Per i campioni contenenti metalli particolati (p. es. materiale proveniente da parapalle negli impianti di tiro) non si applica il principio secondo il quale il campione deve essere successivamente triturato e separato. Infatti, dopo il processo di triturazione, i metalli particolati rimangono intatti all'interno del vaglio (p. es. frammenti di proiettile) e sono quindi esclusi dalle analisi effettuate dal laboratorio (cfr. [23]).

I campioni solidi contenenti metalli particolati devono essere preparati in modo che i frammenti metallici che non possono passare attraverso il vaglio vengano rimossi dal campione. Tuttavia i metalli particolati non riducibili devono essere inclusi nelle analisi, poiché in ultima analisi queste particelle sono presenti anche nel materiale da campionare e vengono emessi anche nell'ambiente in caso di deposito definitivo (cfr. [23]).

3.3.3 Sostanze liquide nei sistemi multifase

Le sostanze come gli idrocarburi clorurati (CHC) presentano una ridotta idrosolubilità. Se la loro concentrazione supera il limite di solubilità, oltre alla fase acquosa può formarsi un'altra fase organica sotto forma di gocce, grumi o micelle fra i granuli del materiale matrice. Se durante il campionamento la struttura granulare del materiale matrice viene distrutta o allentata, possono subentrare dei sistemi multifase di questo tipo. Si infiltrano in profondità nel materiale matrice e non sono quindi presenti nel campione prelevato (cfr. 10.3, pag. 72).

Il campionamento di materiali contenenti CHC comporta in molti casi la distruzione della struttura granulare e questo si traduce inevitabilmente in una perdita di CHC in fase liquida. Un campione di materiale solido non intatto nella maggior parte dei casi consente di rilevare il tenore di CHC soltanto in misura minima ([30]).

Le «carote intatte», raccolte generalmente mediante un tubo di campionamento in fori di carotaggio (carotatore doppio, liner), forniscono risultati più rappresentativi. In genere per il campione si dovrebbe utilizzare soltanto l'interno della carota ([30]; metodo U7, pag. 49).

3.3.4 Sostanze che richiedono il rispetto di esigenze particolari per lo stoccaggio e il trasporto

Occorre adottare delle precauzioni particolari per lo stoccaggio e il trasporto:

- di tutte le sostanze volatili o biodegradabili (p. es. benzina, cloruro di metilene, cloroformio),
- dei composti aromatici volatili (p. es. benzene, toluolo),
- del mercurio.

Le precauzioni per lo stoccaggio e il trasporto di campioni solidi contenenti queste sostanze sono descritte nel capitolo relativo ai Recipienti per campioni (cfr. 5.1, pag. 32). Si applicano i principi seguenti:

- il più rapidamente possibile,
- possibilmente al freddo,
- possibilmente al riparo della luce.

3.3.5 Sostanze che richiedono il rispetto di esigenze particolari in materia di sicurezza sul lavoro

Molte sostanze sono considerate nocive e richiedono, da parte delle persone coinvolte nel campionamento, l'adozione di misure particolari in materia di sicurezza sul lavoro. In tal ambito devono essere rispettate le prescrizioni SUVA corrispondenti (p. es. indumenti protettivi, in caso di presenza sospetta di amianto: maschera di protezione delle vie respiratorie conformemente alle prescrizioni SUVA, cfr. [36] ecc.). Si tratta in particolare di:

- polveri con fibre sospese e le polveri fini inalabili, in particolare i materiali contenenti amianto,
- sostanze pericolose per la pelle ([8]),
 - sostanze corrosive (p. es. cemento, cenere di legno),
 - sostanze note per favorire dermatiti allergiche per contatto,
 - plastiche e resine sintetiche non indurite,
 - componenti della produzione della gomma,
 - biocidi,

- ioni metallici (p. es. cemento e ceneri di legno a causa del loro tenore di cromo esavalente, composti solubili al nichel),
 - sostanze assorbibili attraverso la pelle ([8]),
 - amminoderivati e nitroderivati aromatici e alifatici come anilina, toluidina, nitrobenzene, trietilamina o anisidina,
 - numerosi composti fenolici come fenoli, cresoli o idrochinoni,
 - speciali solventi come dimetilformammide (DMF), glicoletere, etilbenzene,
 - idrocarburi alogenati come clorobenzene, cloroformio, tetracloruro di carbonio,
 - numerosi pesticidi, in particolare gli organofosfati come il parathion,
 - alcuni composti metallorganici, in particolare i composti molto tossici al metilmercurio,
 - dimetilsolfossido nonché
 - benzina, l'antigelo, i liquidi dei freni,
 - materiali di scavo contenenti metalli pesanti (p. es. materiale proveniente dalle zone di impatto degli impianti di tiro, materiale contaminato da mercurio, polveri contaminate da cadmio),
 - scorie contenenti diossina,
 - materiali contenenti idrocarburi aromatici policiclici come pavimentazioni contenenti catrame, materiale proveniente dal rifacimento di strade,
 - materiali contenenti PCB (sedimenti, fanghi, materiale di scavo),
- (elenco non esaustivo).

È opportuno pianificare tempestivamente le misure di sicurezza sul lavoro quando si intende prelevare campioni da sostanze nocive.

Se devono essere prelevate sostanze particolarmente nocive da contenitori, si consiglia di utilizzare una scatola a guanti (glovebox).

3.3.6 Procedura in caso di elevata quantità minima di materiale da prelevare

È già stato ricordato che le quantità minime di materiale determinate per i materiali soggetti a contaminazione particellare secondo la fig. 34 (pag. 75) comprendono un margine d'errore di campionamento relativo tollerato del 20 per cento ([23], [27]). Per ridurre questo margi-

ne d'errore tollerato, la quantità di materiale prelevato dovrebbe essere ulteriormente incrementata (cfr. Allegato 3, cpv. A3.1, pag. 85; cfr. fig. 40, pag. 88).

La fig. 34, pag. 75 indica però anche che a partire da un diametro dei componenti di $d_{max} \approx 50\text{mm}$ occorrono quantità di materiali la cui preparazione in laboratorio risulta troppo onerosa. In questo caso va considerato l'effetto del diametro dei componenti alla terza potenza nel calcolo della quantità di materiale. Pertanto un campionamento rappresentativo di materiale di granulometria molto grossa non è possibile nella prassi (cfr. Allegato 3, equazione(2), pag. 85).

Quando occorre analizzare materiale di questo tipo, i componenti più grossi possono essere separati da quelli più fini mediante vagliatura. La procedura può essere utile anche in caso di componenti dal diametro inferiore (cfr. procedura S1, pag. 60).

La frazione massica della frazione grossa separata non può semplicemente essere sommata come frazione massica netta alla frazione fine analizzata. Le due frazioni devono essere trattate separatamente:

- dalla frazione fine (sottoposta a vagliatura) si preleva un campione di laboratorio con la quantità minima necessaria secondo la fig. 34, pag. 75, e lo si analizza come campione di laboratorio;
- una parte della frazione grossa può essere analizzata a livello orientativo come campione valutativo. Invece per il materiale contenente parti grossolane di calcestruzzo o ghiaia grossa è inutile misurare la frazione grossa;
- il tenore complessivo del materiale può essere calcolato utilizzando la frazione grossa solo se si può presumere che la frazione grossa vagliata non è inquinata;
- la procedura comporta un grado di incertezza elevato di cui occorre tenere conto nella valutazione dell'incertezza complessiva del campionamento (cfr. cap. 12, pag. 77);
- la procedura non consente inoltre di dimostrare chiaramente il rispetto dei valori limite, quando il valore limite atteso si colloca nell'ambito del valore limite di riferimento. In questi casi la procedura deve essere concordata con le autorità competenti per l'esecuzione.

4 Trattamento preliminare dei campioni

4.1 Preparazione di campioni compositi o misti

Per ottenere un campione rappresentativo da un insieme, si possono raggruppare diversi campioni semplici in un campione misto. In questo caso si presuppone che il tenore del parametro analizzato nel campione misto corrisponda al tenore medio dell'insieme del materiale campionato, compensando ampiamente l'eterogeneità di quest'ultimo ([20], [28], [32]).

I campioni misti costituiti da diversi campioni semplici consentono anche di raggiungere la quantità minima di materiale necessaria a formare un campione di laboratorio (cfr. cap. 11, pagg. 74 e segg.).

Per costituire un campione misto è necessario definire il numero e la distribuzione dei campioni semplici all'interno dell'insieme. Si applicano i principi seguenti:

- l'incremento del numero di campioni migliora la riproducibilità dei risultati;
- l'incremento del numero di campioni semplici consente di aumentare l'eterogeneità di un parametro fino a un certo punto ([20]). Pertanto l'insieme, da cui è stato ricavato un campione misto, deve essere il più omogeneo possibile.

La procedura per costituire un campione misto (cfr. procedura M1, pag. 58) non può essere predefinita per tutti i casi, ma deve essere oggetto di un'analisi di plausibilità tenendo conto delle ipotesi formulate in materia di inquinamento ([28]). Va notato che la costituzione di un campione misto consente di ridurre le operazioni di analisi e il grado di incertezza (quattro campioni semplici riducono l'incertezza a circa la metà) ma potrebbe causare la perdita di informazioni per dispersione di dati (sul piano locale e temporale).

4.2 Omogeneizzazione del materiale da campionare

Se si ritiene che il materiale di un cumulo possieda determinate caratteristiche al centro e altre caratteristiche in superficie, occorre omogeneizzare il materiale prima di procedere al prelievo. Per prelevare campioni rappresentativi sia del nucleo che della superficie di un cumulo, si può utilizzare il metodo a letto misto H1 (cfr. procedura H1, pag. 58), che tuttavia risulta molto complesso e richiede un impiego di importanti risorse in termini di lavoro e/o macchine.

4.3 Suddivisione di un campione

Può essere necessario suddividere o ridurre il campione prelevato sul campo al fine di costituire un campione di laboratorio, in particolare nel caso dei campioni compositi.

La massa del campione suddiviso o ridotto non deve essere inferiore alla quantità minima di materiale da prelevare per l'analisi in laboratorio come definito nel capitolo 11 (pagg. 39 e segg.).

Le tecniche impiegate devono permettere di garantire che anche i campioni con una tendenza alla segregazione siano correttamente suddivisi.

Per la suddivisione si utilizzano generalmente le tecniche indicate nel seguito.

Tabella 5

Tecniche per la divisione o riduzione di un campione

Tecnica	Procedura	Osservazione
Divisione mediante divisore a comparti fissi	A1, p. 61	(Soltanto per il materiale scorrevole)
Divisione mediante spalatura incrementale	A2, p. 62	
Divisione mediante spalatura alternata	A3, p. 63	Complesso, raramente impiegato in pratica
Divisione su un telo	A4, p. 64	
Divisione mediante divisori a rotazione o altri divisori automatici	A5, p. 65	
Divisione mediante divisori a rotazione o altri divisori automatici	A6, p. 65	Soltanto per i flussi di materiali in uscita

5 Imballaggio e trasporto

5.1 Recipienti per campioni

I recipienti devono essere realizzati in modo da prevenire qualsiasi perdita di inquinanti durante il trasporto e lo stoccaggio ([23]).

I campioni di laboratorio devono essere conservati in recipienti chiusi, puliti, asciutti, impermeabili all'umidità, il più possibile ermetici e sufficientemente grandi. Si raccomanda di predisporre una riserva di recipienti per la suddivisione dei campioni e i campioni supplementari (cfr. 4.1 in [7]). I recipienti devono inoltre soddisfare le esigenze seguenti:

- lo spessore delle pareti deve essere sufficiente da garantire la resistenza alle sollecitazioni durante il prelievo e il trasporto dei campioni;
- i materiali dei contenitori devono garantire l'assenza di assorbimento di inquinanti attraverso le pareti e la contaminazione dei campioni;
- i materiali dei contenitori devono essere compatibile con il rifiuto e lo spettro di inquinanti possibili, al fine di prevenire qualsiasi rischio di deformazione o di rottura in caso di attacco chimico;
- i recipienti in plastica non sono adatti ai campioni contenenti inquinanti facilmente volatili. Per questo tipo di sostanze occorre utilizzare flaconi in vetro a collo largo muniti di tappo con battente in PTFE, da riempire fino al bordo;
- i campioni contenenti inquinanti fotosensibili devono essere protetti dalla luce, per esempio utilizzando recipienti in vetro ambrato;
- l'utilizzo di contenitori nuovi è in generale preferibile, al fine di prevenire il rischio di contaminazioni incrociate.

Tabella 6

Tipo e dimensioni del contenitore e condizioni di conservazione dei campioni solidi

Parametro	Tipo di contenitore e dimensioni	Conservazione	Osservazione
Idrocarburi C ₁₀ -C ₄₀ , aniline, nitroderivati, PAK, PCB, fenoli, metalli	Contenitori in vetro per campioni < 1 kg, scatole in PE, sacchetti in PE Secchi o sacchetti in plastica PE (p. es. Nalgene) per campioni > 1 kg Contenitori omologati dall'ONU per i grandi volumi di rifiuti speciali	Stoccaggio ermetico, al freddo e al riparo dalla luce	Si consiglia di utilizzare due sacchetti in plastica. In questo modo il materiale sarà protetto anche in caso di rottura di un sacchetto.
Sostanze volatili: HC _{C5-C10} , BTEX, mercurio, composti del mercurio	Contenitori in vetro a chiusura ermetica muniti di tappo con battente in PTFE	Stoccare al freddo e al riparo dalla luce. Eventuale conservazione con metanolo secondo [23]	Riempire completamente i contenitori e chiudere immediatamente. La quantità d'aria circostante deve essere la più ridotta possibile.
Materiale contenente amianto	Imballare ermeticamente il recipiente pieno in un sacco per rifiuti di amianto		cfr. schede tematiche SUVA[36], [37] Misure di protezione delle persone secondo prescrizioni SUVA

Figura 6

Recipienti per campioni solidi

Secchio in PE 15l Secchio in PE 10l Secchio in PE 3l Secchio in PE 1l Vasetto 0,5l Flacone EPA 40ml

Fonte: www.wessling-group.com, per gentile concessione della Wessling AG**5.1.1 Esigenze speciali per i campioni contenenti sostanze volatili**

I campioni solidi contenenti HCC possono perdere fino al 100 per cento di questi ultimi se sono esposti a temperature elevate e all'aria ambiente per un periodo prolungato, se vengono trasportati in secchi in plastica non impermeabili alla diffusione e se non è possibile mantenere la catena del freddo ([30]).

I campioni solidi contenenti sostanze volatili devono perciò essere trasportati in laboratorio in flaconi ermetici refrigerati (flaconi di vetro dotati di coperchio con battente in PTFE). In alternativa il campione può essere ricoperto da metanolo subito dopo il prelievo (cfr. metodi di misurazione [23]: metodo F-8; cfr. cap. 6.3.2 della norma DIN 19747, [9]).

I sondaggi con sistema «Direct-Push» consentono di prelevare in liner di plastica campioni solidi contenenti sostanze volatili direttamente dal foro praticato. Questo procedimento è adatto soltanto per il materiale del sottosuolo di granulometria fine. Poiché gli idrocarburi clorurati sono particolarmente soggetti alla diffusione attraverso il liner di plastica, questi ultimi devono essere immediatamente refrigerati e trasportati in laboratorio.

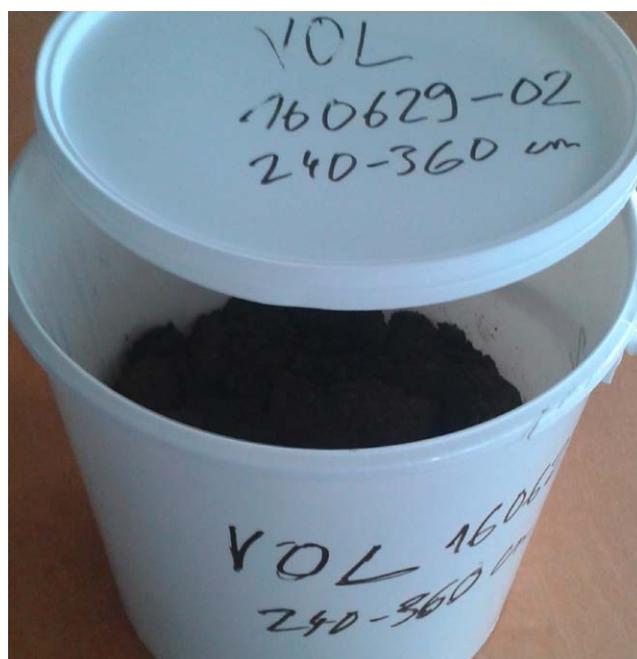
5.2 Marchiatura dei recipienti

Per non confondere i campioni, sui recipienti devono essere scritte in modo chiaro e semplice le seguenti informazioni:

- il numero del campione,
- la provenienza o il lotto del campione,
- la data di prelievo.

Le informazioni devono essere scritte con pennarello indelebile non solo sul coperchio ma anche sul recipiente stesso. Deve essere fornita anche una descrizione di accompagnamento dei campioni (protocollo di prelievo, mandato per il laboratorio) (cfr. cpv. 6, pag. 35).

Figura 7

Marchiatura di un recipiente

5.3 Trasporto

I campioni contenenti sostanze volatili, aniline o fenoli devono pervenire rapidamente al laboratorio di analisi per limitare al minimo i rischi di alterazione (cfr. cpv. 6.5 in [9]).

Per il trasporto di inquinanti volatili, deve essere rispettata la catena del freddo, utilizzando delle casse di trasporto speciali refrigerate con ghiaccio secco.

5.4 Condizioni di conservazione

I campioni devono essere conservati all'asciutto, al freddo e al riparo dalla luce

6 Documentazione del campionamento

6.1 Protocollo di prelievo

L'autore del prelievo deve allegare a ogni campione un protocollo di prelievo firmato e contenente almeno le informazioni seguenti:

- il numero univoco del campione,
- la data e l'ora del prelievo,
- il luogo e la profondità del prelievo,
- la designazione del materiale o del prodotto,
- la granulometria, le dimensioni dei componenti,
- le particolarità organolettiche (colore, odore ecc. cfr. procedura S1, pag. 60),
- l'inventario degli inquinanti visibili, la percentuale di corpi estranei,
- la quantità di materiale prelevata,
- il committente, il sito di produzione, l'autore del prelievo,
- le condizioni di prelievo (p. es. condizioni climatiche, temperatura, umidità ecc.).

Le eventuali divergenze rispetto alle prescrizioni di campionamento o altre particolarità devono essere annotate nel protocollo di prelievo.

Un esempio di protocollo di prelievo si trova nell'allegato 4 (pag. 91).

6.2 Mandato per il laboratorio

I campioni prelevati vengono consegnati al laboratorio unitamente a un mandato. Quest'ultimo contiene un elenco di tutti i campioni da analizzare con le seguenti informazioni per ciascun campione:

- il numero univoco del campione,
- la data e l'ora del prelievo,
- il luogo e la profondità del prelievo,
- il quadro legale relativo al campionamento e all'analisi (valori limite secondo OPSR, O suolo ecc.) e le istruzioni relative alla preparazione del campione,

- i parametri da analizzare (programmi di studio o singoli parametri).

Per facilitare lo scambio di informazioni fra l'autore del prelievo e il laboratorio di analisi, si raccomanda di trasmettere a quest'ultimo, oltre al mandato, le copie dei protocolli di prelievo.

Un esempio di mandato per il laboratorio si trova nell'allegato 5 (pag. 92).

Parte II Procedure e metodi

Questa seconda parte riassume le procedure pratiche per il campionamento di rifiuti solidi.

Contiene informazioni appositamente concise sulla pianificazione e su una vasta gamma di metodi di campionamento. Alcune informazioni presenti nella prima parte sono ripetute intenzionalmente.

7 Pianificazione

7.1 Quantità minima del materiale da prelevare

Cfr. cap. 11, pagg. 74 e segg.

7.1.1 Materiale soggetto a contaminazione particellare

Cfr. cap. 11, pag. 74; cfr. fig. 34, pag. 75

Il testo, la figura e la tabella seguenti si applicano ai campioni solidi contenenti inquinanti inorganici:

- il materiale di scavo contenente metalli pesanti,
- altri materiali contenenti metalli (pesanti) in forma particellare (p. es. frammenti di proiettili),

nonché

- il conglomerato bituminoso contenente PAK (p. es. materiale proveniente dalla demolizione di strade),
- le particelle di creosoto,
- le scorie e le sabbie di fonderie,
- il materiale di demolizione non separato contenente rifiuti edili contaminati da PCB (p. es. mastice per finestre e fughe),
- altri materiali contenenti sostanze in forma particellare.

Figura 8

Materiale soggetto a contaminazione particellare:
quantità minima del materiale da prelevare in funzione delle dimensioni massime dei componenti secondo [13], [16], [23], [27]. I campioni di riserva non sono compresi nella quantità minima di materiale da prelevare.

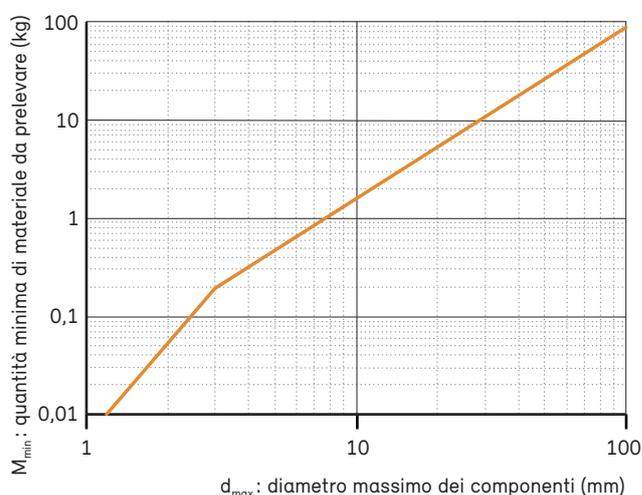


Tabella 7

Materiale soggetto a contaminazione particellare:
quantità minima del materiale da prelevare in funzione delle dimensioni massime dei componenti, esempi:

d_{max} : diametro max. dei componenti	M_{min} : quantità minima di materiale da prelevare
10 cm	100 kg
5 cm	30 kg
2 cm	6 kg
1 cm	1,5 kg
5 mm	500 g → consigliato: 1 kg
1 mm	5 g → consigliato: 1 kg

7.1.2 Materiale soggetto a contaminazione superficiale

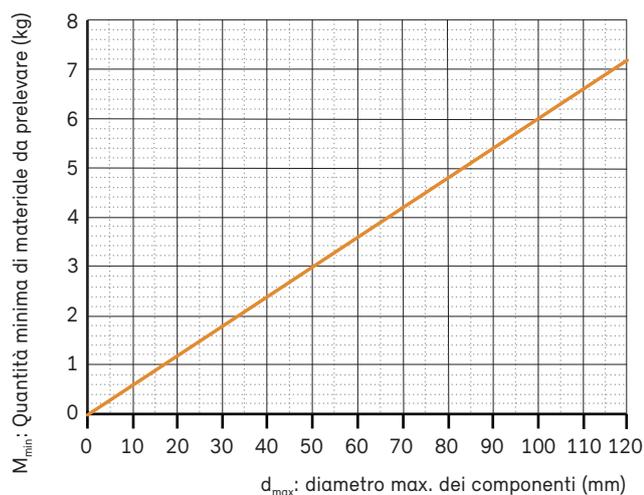
La quantità minima di materiale da prelevare dipende anche dalle sostanze contenute nella matrice e nella forma in cui sono presenti (cfr. cap. 11, pag. 74; cfr. fig. 35, pag. 76).

Il testo, la figura e la tabella seguenti si applicano ai campioni solidi soggetti a contaminazione superficiale con inquinanti organici:

- idrocarburi aromatici alifatici e monociclici (KW_{C5-C10}, KW_{C10-C40}, BTEX),
- benzina, olio da riscaldamento, diesel, cherosene,
- oli contenenti PCB,
- idrocarburi clorurati (CHC),
- altre sostanze in fase liquida.

Figura 9

Contaminazione superficiale del materiale della matrice:
quantità minima del materiale da prelevare in funzione delle dimensioni massime dei componenti del campione, secondo [13].
I campioni di riserva non sono compresi nella quantità minima di materiale da prelevare.



$M_{min} \approx 0,06 d_{max}$ M_{min} in kg
 d_{max} in mm

Tabella 8

Contaminazione superficiale del materiale della matrice:
quantità minima del materiale da prelevare in funzione delle dimensioni massime dei componenti del campione, secondo [11].
Esempi:

d _{max} : diametro max. dei componenti	M _{min} : quantità minima di materiale da prelevare
10 cm	6 kg
5 cm	3 kg
2 cm	1,2 kg
1 cm	600 g → consigliato: 1 kg
5 mm	300 g → consigliato: 1 kg
1 mm	60 g → consigliato: 1 kg

7.2 Numero di campioni

Cfr. 2.3.2, pag. 20

7.2.1 Campionamento di un dominio omogeneo nel sottosuolo

Da un dominio omogeneo nel sottosuolo vanno prelevati e analizzati almeno due campioni misti.

7.2.2 Campionamento di materiali in cumuli

I diversi campioni semplici devono essere prelevati in modo uniforme sull'intero lotto. I punti di prelievo devono essere trascritti nel relativo protocollo. I campioni semplici devono presentare un peso o un volume pressoché uguale. Il capitolo 8.1, pag. 42, e l'allegato 2 a pagina 83 (scheda informativa [33]) contengono istruzioni per l'esecuzione dell'esame organolettico nonché illustrazioni pratiche che facilitano la valutazione visiva della percentuale di corpi estranei nei cumuli.

7.2.3 Accompagnamento dei lavori di scavo e smaltimento nonché della vagliatura del materiale di scavo

L'omogeneità del lotto di rifiuti deve essere accertata mediante un esame organolettico. In presenza di particolarità organolettiche, devono essere delimitati diversi lotti parziali e campionati separatamente (cfr. cap. 3.1.1, pag. 22; cfr. procedura O, pag. 42).

Tabella 9

Numero minimo di campioni da prelevare da lotti di rifiuti con caratteristiche omogenee

Volume del lotto di rifiuti	Numero di campioni semplici	Numero di campioni misti	Numero di campioni di laboratorio
fino a 20 m ³ alla rinfusa	1	1	1
fino a 100 m ³ alla rinfusa	4	1	1
fino a 200 m ³ alla rinfusa	8	2	2
Per ogni volume supplementare di 100 m ³ alla rinfusa	+4	+1	+1

7.2.4 Campionamento di materiali in recipienti

L'omogeneità del lotto di rifiuti deve essere accertata con un esame sensoriale. I recipienti da sottoporre a esame sensoriale o da campionare sono scelti a caso.

È consigliato costituire campioni misti da almeno quattro sondaggi, sia al centro che ai bordi del recipiente.

Se il recipiente contiene materiali diversi, questi devono essere campionati come lotti separati.

Tabella 10

Numero minimo dei recipienti (fusti, big bags, tamburi, altri recipienti) da campionare

Numero di recipienti	Numero minimo di recipienti da sottoporre a esame organolettico	Numero minimo di recipienti a partire dal quale devono essere costituiti dei campioni misti
Fino a 5	ciascun recipiente	1
Fino a 10	ciascun recipiente	2
Fino a 30	10	2
Fino a 60	15	3
Fino a 100	20	4
Ogni 100 recipienti supplementari		+5

7.2.5 Campionamento di materiali stoccati in benne (escluse benne impiegate nei processi industriali)

Procedura per la valutazione di materiale di scavo stoccato in benne

Tabella 11

Numero minimo di campioni da prelevare dal materiale di scavo stoccato in benne

Volume del materiale di scavo stoccato nella benna	Numero di campioni semplici	Numero di campioni misti	Numero di campioni di laboratorio
fino a 20 m ³ alla rinfusa	1	1	1
fino a 100 m ³ alla rinfusa	4	1	1
fino a 200 m ³ alla rinfusa	8	2	2
Per ogni volume supplementare di 100 m ³ alla rinfusa	+4	+1	+1

Procedura per la valutazione di altri rifiuti stoccati in benne

Per costituire un campione misto vanno prelevati almeno due campioni semplici. Per ogni benna deve essere costituito almeno un campione di laboratorio.

Tabella 12

Numero minimo di benne contenenti rifiuti speciali da campionare

Numero di benne	Numero minimo di benne da sottoporre all'esame sensoriale	Numero minimo di benne a partire dal quale devono essere costituiti dei campioni misti
Fino a 5	ciascuna benna	1
Fino a 10	ciascuna benna	2
Fino a 30	10	2
Fino a 60	15	3
Fino a 100	20	4
Ogni 100 benne supplementari		+5

7.3 Sicurezza sul posto di lavoro e protezione della salute (checklist)

Standard minimo:

- guanti monouso (cfr. EN 388 «Guanti di protezione contro i rischi meccanici»),
- maschera antipolvere,
- occhiali di protezione (cfr. EN 166).

Lavori di campionamento in cantiere:

- calzature di sicurezza,
- casco,
- giacca alta visibilità,
- protezione dell'udito.

Altri dispositivi di protezione richiesti in situazioni pericolose:

- maschera di protezione del viso,
- dispositivi di protezione delle vie respiratorie,
- tuta di protezione contro i prodotti chimici,
- dispositivi di comunicazione radio a sicurezza intrinseca dotati di funzione di sorveglianza automatica.
- in caso di sospetta presenza di amianto: maschera di protezione delle vie respiratorie secondo [36].

Cfr. cpv. 2.3.4, pag. 21. Per maggiori informazioni sui dispositivi di protezione individuale (DPI): [38],

www.suva.ch/waswo-i.

8 Elenco dei metodi

Tabella 13

Elenco dei diversi metodi

	Pagina
8.1 Metodo di delimitazione	42
O Esame organolettico	42
8.2 Metodi di campionamento	43
8.2.1 Prelievo di campioni da materiale del sottosuolo	43
U1 Prelievo di campioni con trivella	43
U2 Prelievo di campioni con trivella a punta elicoidale	44
U3 Prelievo di campioni da pozzetti di scavo	45
U4 Prelievo di campioni da carote di diametro ridotto	46
U5 Prelievo di campioni da carote di grande diametro	47
U6 Prelievo di campioni da carote intatte	48
U7 Prelievo di campioni liner	49
8.2.2 Prelievo di campioni da materiale stoccato	50
L1 Prelievo di campioni da andane, cumuli, depositi mediante pala meccanica, pala caricatrice	50
L2 Prelievo di campioni da cumuli di materiali omogenei: tagli di prospezione	51
L3 Prelievo di campioni da andane, cumuli, depositi mediante trivella a punta elicoidale	52
L4 Prelievo di campioni da autocarri o container aperti verso l'alto	52
L5 Prelievo di campioni attraverso una valvola del contenitore	53
8.2.3 Prelievo di campioni da materiale imballato	53
V1 Prelievo di campioni da big bags	53
V2 Prelievo di campioni da fusti	54
8.2.4 Prelievo di campioni da materiale in movimento	56
B1 Prelievo di campioni da flussi di materiale discendenti	56
B2 Prelievo di campioni da nastri di trasporto	57
B3 Prelievo di campioni durante operazioni di carico e scarico	57
B4 Prelievo di campioni da materiali di scavo dei binari	57
8.3 Metodi per la preparazione dei campioni	58
8.3.1 Preparazione di un campione misto	58
M1 Preparazione di un campione misto	61
8.3.2 Omogeneizzazione del materiale da campionare	61
H1 Metodo a letto misto	58
8.3.3 Riduzione delle dimensioni dei componenti (vagliatura)	60
S1 Vagliatura sul campo/in cantiere	60
8.3.4 Divisione di un campione	61
A1 Divisione mediante divisore a comparti fissi	61
A2 Divisione mediante spalatura incrementale	62
A3 Divisione per quartatura mediante divisore meccanico a setti	63
A4 Divisione mediante spalatura alternata	64
A5 Divisione su un telo	65
A6 Divisione mediante divisori a rotazione o altri divisori automatici	65

8.1 Metodo di delimitazione

O Esame organolettico	
Dimensioni dei lotti	Lotti di tutte le dimensioni.
Obiettivo, scopo	<p>Si procede generalmente all'esame organolettico del lotto di materiale da campionare prima di ogni prelievo. Gli obiettivi principali di questo esame sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> · descrivere in modo comprensibile il materiale da campionare, · verificare le ipotesi formulate al momento della pianificazione del campionamento e · se necessario, provvedere alla divisione del lotto in domini di omogeneità. <p>Se l'esame organolettico accerta che alcune supposizioni determinanti formulate nell'ipotesi di lavoro (p. es. diametro massimo dei componenti, distribuzione degli inquinanti) non sono corrette, occorre esaminare ed eventualmente correggere la pianificazione del campionamento, ad esempio verificando la quantità minima di materiale e il numero di campioni da prelevare.</p>
<p>Figura 10: Cumulo di materiale di scavo contenente rifiuti</p> 	
Procedura per i campioni del sottosuolo	<p>L'esame organolettico dei campioni del sottosuolo contenenti rifiuti si esegue mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> · valutazione visiva e olfattiva delle carote oppure · valutazione visiva delle pareti del pozzetto di sondaggio. <p>A seconda della profondità e delle condizioni di luminosità, l'esame delle pareti del pozzetto di sondaggio può essere difficile. È vietato entrare in pozzi e fosse di oltre un metro di profondità non protetti. In questi casi deve essere esaminato il materiale scavato disposto in cumuli (cfr. sotto).</p>
Procedura per il materiale stoccato	<p>Per i materiali stoccati in cumuli, l'intera superficie deve essere sottoposta a esame visivo e olfattivo. Se il cumulo ha dimensioni importanti, può accadere che il centro presenti caratteristiche diverse da quelle dai materiali aggiunti successivamente visibili in superficie. In questo caso deve essere prelevato un campione al centro mediante uno strumento (trivella, sonda, pala, pala meccanica) da confrontare con i materiali che si trovano in superficie.</p>
Procedura per i materiali imballati	<p>Se devono essere campionati diversi fusti, si prelevano campioni su tutta la profondità del recipiente e si sottopone il materiale a un esame organolettico di omogeneità. Il numero minimo di recipienti da sottoporre a tale esame è definito in cap. 7.2.4, pag. 39, tab. 10, pag. 39.</p> <p>La quantità minima di materiale per i campioni da sottoporre a esame organolettico non è soggetta a un requisito particolare, tuttavia il diametro dello strumento di prelievo deve essere scelto in funzione della dimensione massima dei componenti.</p> <p>Procedura per l'esame organolettico di un fusto:</p> <ul style="list-style-type: none"> · aprire il fusto con precauzione poiché può essere sotto pressione; · prelevare un campione dal centro e un campione sui bordi con uno strumento (trivella, sonda, campionatore a zone), ritirare lo strumento e introdurre il campione in un recipiente il più possibile trasparente; · richiudere il fusto. <p>Terminato il prelievo, si confrontano le caratteristiche organolettiche dei campioni prelevati:</p> <ul style="list-style-type: none"> · se l'omogeneità del lotto è confermata, si procede al campionamento secondo la procedura V1, pag. 53, o V2 pag. 54; · se l'omogeneità del lotto <i>non</i> è confermata, si sottopone ogni recipiente a esame organolettico e lo si divide in lotti parziali in funzione dei risultati.
Documentazione	<ul style="list-style-type: none"> · Le considerazioni emerse durante l'esame organolettico devono essere annotate sul protocollo di prelievo (cfr. 6.1, pag. 35 e all. 4, pag. 91).

O Esame organolettico

Caratteristiche da valutare (cfr. 3.1.1, pag. 22)	<ul style="list-style-type: none"> · colore, · distribuzione granulometrica e ripartizione dei frammenti in base alle loro dimensioni, · frazione di corpi estranei, · consistenza, · odore, · formazione di gas, · eventuale prova al tatto (rispettare le misure di protezione individuali).
---	---

Riferimento [17]

8.2 Metodi di campionamento**8.2.1 Prelievo di campioni da materiale del sottosuolo****U1 Prelievo con trivella**

Presupposti	<p>La profondità di prelievo della trivella è limitata a circa un metro. La trivella viene perciò impiegata principalmente per il prelievo di campioni del suolo (cfr. [28]).</p> <p>Il diametro interno della trivella deve essere almeno tre volte il diametro del componente di dimensioni maggiori del materiale da campionare (cfr. 3.1.1, pag. 22).</p> <p>La trivella viene impiegata principalmente sui materiali compatti a grana fine. Con i materiali a grana grossa o stoccati su cumuli compatti è spesso impossibile sondare fino alla profondità richiesta.</p>
-------------	--

Figura 11: Trivella

Procedura	<p>Il prelievo di campioni rappresentativi di una superficie (con diversi sondaggi) è indicato quando l'ipotesi di lavoro prevede che i tenori di inquinanti <i>non</i> abbiano un gradiente orizzontale significativo. L'esperienza mostra che per una superficie di prelievo di 100 m² sono sufficienti da 16 a 25 campioni semplici per formare un campione misto ([32]).</p> <p>I campioni rappresentativi di una sezione (con diversi sondaggi) devono essere prelevati quando l'ipotesi di lavoro prevede che i tenori di inquinanti abbiano un gradiente significativo. La sezione di prelievo deve essere scelta verticalmente al gradiente atteso. I campioni semplici devono essere disposti su tutta la lunghezza della sezione a distanza regolare.</p> <p>I sondaggi per prelevare i campioni semplici vengono eseguiti manualmente con la trivella. A tal fine si prelevano delle carote alla profondità desiderata.</p>
-----------	---

Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	Le carote dei campioni semplici vengono raccolte in un recipiente idoneo (generalmente un secchio di plastica, cfr. fig. 6, pag. 33) per formare un campione misto (procedura M1, pag. 58).
--	---

Divisione del campione composito	Poiché generalmente la trivella consente di prelevare soltanto quantità ridotte di materiale, nella maggior parte dei casi non occorre dividere il campione.
----------------------------------	--

U1 Prelievo con trivella

Osservazione	Per i materiali a grana grossa generalmente è difficile raggiungere la quantità minima di materiale da prelevare definita al capitolo 11 (pagg. 74 e segg.) con uno sforzo ragionevole. In questo caso deve essere aumentato il margine d'errore tollerato (cfr. fig. 40, pag. 88).
Riferimento	[28], [32]

U2 Prelievo con trivella a punta elicoidale

Presupposti	La profondità di prelievo della trivella a punta elicoidale è limitata a circa un metro/un metro e cinquanta centimetri. La trivella a punta elicoidale viene pertanto impiegata principalmente per il prelievo di campioni del suolo (cfr. [28]) oppure di rifiuti accumulati ricoperti da uno strato di spessore ridotto. La trivella a punta elicoidale viene impiegata principalmente sui materiali compatti a grana fine. Con i materiali a grana grossa o raccolti in cumuli compatti, l'utilizzo di questo strumento è limitato.
-------------	---

Figura 12: Prelievo di campioni con la trivella a punta elicoidale da un accumulo di rifiuti

Procedura	<p>Il prelievo di campioni rappresentativi di una superficie (con diversi sondaggi) è indicato quando l'ipotesi di lavoro prevede che i tenori di inquinanti <i>siano privi</i> di un gradiente orizzontale significativo. L'esperienza mostra che per una superficie di prelievo di 100 m² sono sufficienti da 16 a 25 campioni semplici per formare un campione misto ([32]).</p> <p>I campioni rappresentativi di una sezione (con diversi sondaggi) devono essere prelevati quando l'ipotesi di lavoro prevede che i tenori di inquinanti possiedano un gradiente significativo. La sezione di prelievo deve essere scelta verticalmente al gradiente atteso. I campioni semplici devono essere disposti su tutta la lunghezza della sezione a distanza regolare.</p> <p>I sondaggi per prelevare i campioni semplici vengono eseguiti manualmente con la trivella a punta elicoidale. Il materiale viene prelevato dalla trivella mediante una pala o una spatola.</p>
-----------	--

Ulteriore trattamento costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
---	--

Divisione del campione composito	Poiché in genere la trivella a punta elicoidale consente di prelevare soltanto quantità ridotte di materiale, nella maggior parte dei casi non occorre dividere il campione.
----------------------------------	--

Osservazione	Per i materiali a grana grossa generalmente è difficile raggiungere la quantità minima di materiale da prelevare definita al capitolo 11 (pagg. 74 e segg.) con uno sforzo ragionevole. In questo caso deve essere aumentato il margine d'errore tollerato (cfr. fig. 40, pag. 88).
--------------	---

Riferimento	[28], [32]
-------------	------------

U3 Prelievo da pozzetti di scavo

Sicurezza sul lavoro

È vietato entrare in pozzi e fosse di oltre un metro di profondità non protetti: motivi di sicurezza impongono nella maggior parte dei casi di non prelevare campioni direttamente sulle pareti e sul suolo dei pozzi di sondaggio profondi oltre un metro.

Figura 13: Sondaggio con pala meccanica



Procedura

Campioni possono essere prelevati direttamente solo da parete o dal fondo di pozzetti e fosse *poco profondi* (<1 m) e accessibili. In questi casi deve essere garantita l'omogeneità dei materiali e la quantità minima di materiale da prelevare (cfr. 11, pagg. 74 e segg.).

Per i pozzetti di sondaggio di oltre un metro di profondità, i campioni devono essere prelevati dal materiale scavato dalla parete (procedura da L1 pag. 50 a L3 pag. 52)

Il prelievo può essere effettuato direttamente dalla pala meccanica soltanto se il materiale è *omogeneo*.

Osservazione

Precauzioni particolari per i campioni contenenti sostanze volatili: adottando determinati accorgimenti i campioni intatti di materiale contenente sostanze volatili (p. es. campioni estratti da zolle [30]) possono essere prelevati anche in suoli compatti. Occorre evitare che il campione rimanga in contatto a lungo con l'aria ambiente.

Riferimento

–

U4 Prelievo di campioni da carote di diametro ridotto

Presupposti	<p>La carota corrisponde a una «puntura» nella massa totale da valutare. L'esperto verifica le considerazioni relative al dominio di omogeneità formulate nell'ipotesi di lavoro (cfr. 2.2, pag. 19) sulla base delle caratteristiche litologiche e delle proprietà delle sostanze della sezione di carota da campionare e di confronti con sondaggi nelle zone circostanti.</p> <p>La larghezza dell'apertura (o il diametro del carotatore) deve essere almeno di 10 mm o pari a tre volte il diametro del componente di dimensioni maggiori del materiale da campionare (cfr. 3.1.1, pag. 22). Si noterà che nella fig. 14 il carotatore centrale non soddisfa questa condizione.</p> <p>Figura 14: Carotatori contenenti materiale estratto mediante sondaggio a percussione</p> 
Procedura	<p>L'intera carota viene prima sottoposta a esame organolettico (cfr. procedura O, pag. 42) e quindi protocollata e fotografata per il profilo di foratura.</p> <p>Su una sezione con una certa costanza in materia di caratteristiche litologiche e di proprietà dei componenti si prelevano mediante pala o spatola dei frammenti di carota che serviranno come campioni semplici.</p> <p>La quantità del materiale carotato prelevato deve corrispondere alla quantità minima di materiale da prelevare definita al capitolo 11, pagina 2. Per i materiali a grana grossa non si può sempre prelevare la quantità minima di materiale con carotaggi di diametro ridotto. In questi casi l'errore di campionamento è necessariamente più elevato.</p> <p>Si può stimare il margine d'errore di campionamento sulla base del rapporto fra la quantità di materiale effettivamente prelevata e la quantità da prelevare definita nella fig. 40 (pag. 88).</p>
Ulteriore trattamento costituzione del campione composito	<p>I frammenti di carota vengono raccolti in un recipiente idoneo (generalmente un secchio di plastica cfr. fig. 6, pag. 33) per formare un campione misto (procedura M1, pag. 58).</p>
Divisione del campione composito	<p>Poiché generalmente le carote di diametro ridotto consentono di prelevare soltanto quantità ridotte di materiale, nella maggior parte dei casi non occorre dividere il campione.</p>
Osservazione	<p>Precauzioni particolari per i campioni contenenti sostanze volatili: l'interfaccia fra campione e carotatore può riscaldarsi sensibilmente a causa dell'attrito meccanico. Inoltre, il carotaggio distrugge inevitabilmente la struttura granulare. Questa procedura per il prelievo di materiale contenente sostanze volatili non può quindi essere applicata.</p>
Riferimento	-

U5 Prelievo di campioni da carote di grande diametro**Presupposti**

La carota corrisponde a una «puntura» nella massa totale da valutare. L'esperto verifica le considerazioni relative al dominio di omogeneità formulate nell'ipotesi di lavoro (cfr. 2.2, pag. 19) sulla base delle caratteristiche litologiche e delle proprietà delle sostanze della sezione di carota da campionare e di confronti con sondaggi nelle zone circostanti.

Il diametro interno del carotatore deve essere almeno tre volte il diametro del componente di dimensioni maggiori del materiale da campionare (cfr. 3.1.1, pag. 22).

Figura 15: Scatole contenenti materiali a grana grossa prelevati mediante carotaggio di 4½" di diametro.

**Procedura**

L'intera carota viene prima sottoposta a esame organolettico (cfr. procedura O, pag. 42) e quindi protocollata e fotografata per il profilo di foratura.

Su una sezione con una certa costanza in materia di caratteristiche litologiche e di proprietà dei componenti si prelevano mediante pala o spatola dei frammenti di carota che serviranno come campioni semplici.

La quantità del materiale carotato prelevato deve corrispondere alla quantità minima di materiale da prelevare definita al capitolo 11, pagina 74.

**Ulteriore trattamento:
costituzione del campione
composito**

I frammenti di carota vengono raccolti come campioni semplici in un recipiente idoneo (generalmente un secchio di plastica cfr. fig. 6, pag. 33) per formare un campione misto (procedura M1, pag. 58).

**Divisione del campione
composito**

Poiché in generale i carotaggi consentono di prelevare quantità di materiale sufficiente soltanto se quest'ultimo presenta una grana fine, nella maggior parte dei casi non occorre dividere il campione.

Osservazione

Precauzioni particolari per i campioni contenenti sostanze volatili:

l'interfaccia fra campione e carotatore può riscaldarsi sensibilmente a causa dell'attrito meccanico. Inoltre, il carotaggio distrugge inevitabilmente la struttura granulare. Campioni di sostanze volatili possono quindi essere prelevati soltanto su carote intatte composte da materiale compatto e a grana fine (procedura U6, pag. 48).

Riferimento

–

U6 Prelievo di campioni da carote intatte

Presupposti	<p>Durante il prelievo di campioni solidi contenenti sostanze volatili, l'attrito meccanico può riscaldare sensibilmente l'interfaccia fra campione e carotatore. Inoltre, il carotaggio distrugge inevitabilmente la struttura granulare. Il prelievo di campioni su carote provoca quindi inevitabilmente fenomeni di degassaggio e un'eventuale perdita della fase liquida per scorrimento. L'alterazione della struttura granulare è molto meno probabile nei carotaggi a rotazione rispetto ai sondaggi a percussione. L'alterazione è inoltre decisamente inferiore in presenza di sottosuolo a grana fine e compatto rispetto a quello a grana grossa ([30]).</p> <p><i>I campioni costituiti da materiale compatto e a grana fine contenente sostanze volatili devono perciò essere prelevati possibilmente intatti da carotaggi di grande diametro (p. es. diametro interno $k 4\frac{1}{2}$" , diametro esterno $k 168\text{ mm}$) e dal nucleo centrale della carota.</i></p> <p>Figura 16: Carote a grana fine da un carotaggio $4\frac{1}{2}$"</p> 
Procedura	<p>Per i campioni solidi contenenti sostanze volatili il prelievo deve avvenire subito dopo il carotaggio. Le carote non devono essiccarsi. In genere per il campione si dovrebbe utilizzare soltanto l'interno della carota. Occorre evitare che il campione rimanga in contatto a lungo con l'aria ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Triturare la carota con la pala, liberare il nucleo e prelevare il campione dal centro della carota, • inserire il campione in un recipiente a chiusura ermetica (generalmente un vasetto di vetro, cfr. fig. 6, pag. 33), • trasportare immediatamente il campione refrigerato al laboratorio di analisi.
Quantità di materiale da prelevare	<p>Poiché le carote intatte sono in genere costituite da materiali a grana fine con un diametro massimo (d_{max}) inferiore a 0,063 mm (p. es. limo argilloso, argilla sabbiosa e limacciosa), nella maggior parte dei casi è semplice prelevare la quantità minima di materiale necessaria secondo la fig. 34 (pag. 75) e fig. 35 (pag. 76).</p>
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	<p>I frammenti di carota vengono raccolti come campioni semplici in un recipiente idoneo (generalmente un secchio di plastica cfr. fig. 6, pag. 33) per formare un campione misto (procedura M1, pag. 58).</p>
Divisione del campione composito	<p>Nella maggior parte dei casi non occorre dividere il campione.</p>
Osservazioni	<p>Si possono raccogliere campioni intatti di materiali a grana fine contenenti sostanze volatili su carote raccolte con un tubo campionatore (= campioni liner, procedura U7, pag. 49). Non si possono per contro prelevare campioni intatti su carote costituite da materiale a grana grossa (fig. 15, pag. 47).</p>
Riferimento	<p>[30]</p>

U7 Campioni liner

Presupposti	Questo procedimento è adatto soltanto per il materiale del sottosuolo di granulometria fine.
Procedura	I sondaggi con sistema «Direct-Push» consentono di prelevare in liner di plastica (tubi di plastica chiudibili) campioni solidi contenenti sostanze volatili direttamente dal foro praticato. Questo procedimento consente di prelevare campioni generalmente intatti e di limitare al minimo le perdite di sostanze volatili per degassaggio o contatto con l'aria.

Figura 17: Prelievo di un liner di plastica dal carotatore



Figura 18: Campioni solidi a grana fine contenenti sostanze volatili in liner di plastica



Ulteriore trattamento	Poiché gli idrocarburi clorurati sono particolarmente soggetti alla diffusione fuoriuscendo dai liner di plastica, questi ultimi devono essere immediatamente refrigerati e trasportati in laboratorio. I liner di plastica non devono essere aperti e svuotati in recipienti sul luogo di prelievo. È preferibile invece trasportarli direttamente in laboratorio e aprirli al loro arrivo.
-----------------------	--

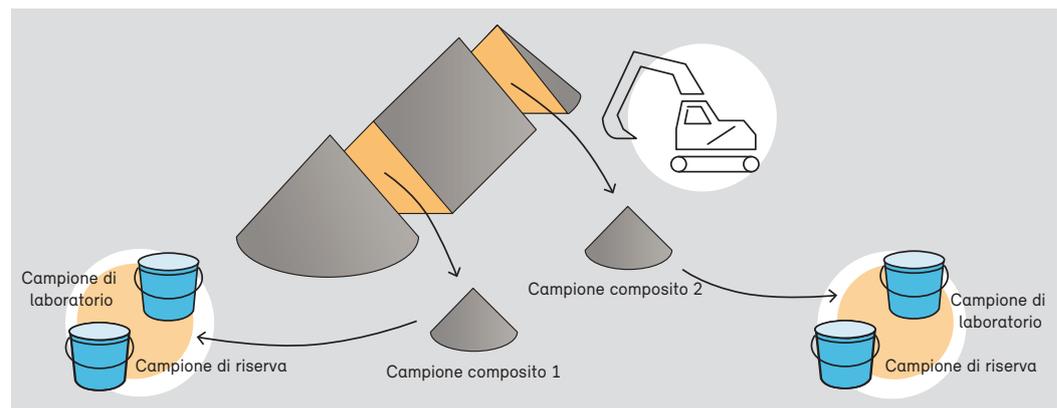
Riferimento [30]

8.2.2 Prelievo di campioni da materiale stoccato

L1 Prelievo da andane, cumuli, depositi mediante pala meccanica, pala caricatrice

Dimensioni dei lotti	Andane, cumulo o deposito di materiale da circa 100 m ³
Procedura	<ul style="list-style-type: none"> • Fino a 500 m³: praticare almeno 2 aperture mediante pala meccanica, • a partire da 500 m³: praticare almeno 4 aperture mediante pala meccanica. <p>Per ogni apertura si preleva una sezione trasversale completa nell'andana/nel cumulo/nel deposito. Successivamente si può procedere secondo le seguenti opzioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'intera sezione trasversale prelevata viene utilizzata come campione misto; • dalla superficie della sezione trasversale si preleva uno strato di spessore regolare con un volume da 30 a 40 litri e lo si impiega come campione misto; • si prelevano dei campioni semplici distribuiti in modo uniforme sulla superficie della sezione trasversale e si costituisce un campione misto. <p>I campioni semplici vengono miscelati in un recipiente oppure depositati immediatamente su un telo di plastica e qui miscelati (campione misto nella fig. 19).</p>

Figura 19: Realizzazione di 2 aperture su un cumulo mediante pala meccanica



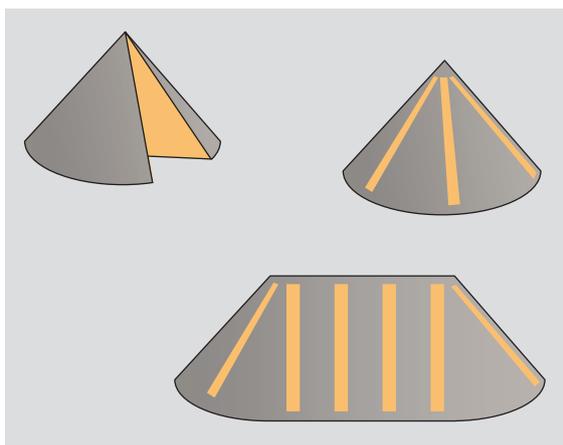
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
Divisione del campione composito	Il campione composito viene diviso sul telo per formare un campione di laboratorio secondo la procedura A5 (pag. 65).
Osservazione	La procedura L1 non è adatta per il prelievo di campioni solidi contenenti sostanze volatili: la distruzione della struttura granulare e l'esposizione prolungata all'aria ambiente provocano perdite di sostanze volatili non quantificabili.
Riferimento	[26]

L2 Prelievo di campioni da cumuli di materiali omogenei: Tagli di prospezione

Dimensioni dei lotti	Cumuli a partire di un volume di circa 1 m ³
Procedura	<p><i>Questa procedura è adatta soltanto se si ritiene che il materiale di un cumulo a forma conica possieda le stesse caratteristiche sia al centro che in superficie. Se non è possibile formulare questa ipotesi, il cumulo deve essere omogeneizzato secondo la procedura H1 con il metodo a letto misto. (pag. 59)</i></p> <p>Nei piccoli cumuli ($\varnothing < 5$ m) di forma conica devono essere praticati almeno tre tagli assicurandosi che siano ripartiti in modo simmetrico sulla superficie del cumulo e praticati per tutta l'altezza, dalla punta alla base del cono (fig. 20 in alto).</p> <p>Nei cumuli più grandi ($\varnothing > 5$ m) i tagli devono essere ripartiti su tutto il cumulo e secondo una griglia regolare (fig. 20 in basso) ([17]).</p> <p>Da ciascun taglio si preleva un campione semplice.</p> <p><i>I campioni semplici vengono miscelati in un recipiente oppure depositati immediatamente su un telo di plastica e poi miscelati.</i></p>

Figura 20: Disposizione dei tagli di prospezione sulla superficie di cumuli aventi contenuto omogeneo (secondo [17]).

Ipotesi: cumulo omogeneizzato, nessuna differenza di qualità (caratteristiche all'interno del cumulo).



Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
Divisione del campione composito	Il campione composito viene diviso sul telo per formare un campione di laboratorio secondo la procedura A5 (pag. 65).
Osservazione	La procedura L2 non è adatta per il prelievo di campioni solidi contenenti sostanze volatili: la distruzione della struttura granulare e l'esposizione prolungata all'aria ambiente provocano perdite di sostanze volatili non quantificabili.
Riferimento	[17], [26]

L3 Prelievo da andane, cumuli, depositi mediante trivella a punta elicoidale

Dimensioni dei lotti	Andana, cumulo o deposito di materiale da ca. 10 m ³
Procedura	<ul style="list-style-type: none"> • Fino a 500 m³: prelevare almeno 60 – 80 l di materiale da campionare, • a partire da 500 m³: Prelevare almeno 120 – 160 l di materiale da campionare. <p>Mediante la trivella a punta elicoidale, che deve presentare un diametro due o tre volte superiore al diametro minimo dei componenti da campionare, si prelevano campioni semplici in punti e profondità diversi. I campioni semplici vengono miscelati in un recipiente oppure depositati immediatamente su un telo di plastica e poi miscelati. Se il cumulo presenta una forma conica o trapezoidale, occorre tenere conto della distribuzione variabile dei volumi in altezza, ovvero nella parte inferiore del cumulo devono essere prelevati più campioni che in quella superiore.</p>
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
Divisione del campione composito	Se necessario, dividere il campione composito su un telo per formare un campione di laboratorio secondo la procedura A5 (pag. 65).
Osservazione	La procedura L3 non è adatta per il prelievo di campioni solidi contenenti sostanze volatili: la distruzione della struttura granulare e l'esposizione prolungata all'aria ambiente provocano perdite di sostanze volatili non quantificabili.
Riferimento	[12]

L4 Prelievo di campioni da autocarri o container aperti verso l'alto

Dimensioni dei lotti	Lotti di qualsiasi dimensione
Presupposti	<ul style="list-style-type: none"> • Prelievi di campioni rappresentativi da container o autocarri sono in genere impossibili, in quanto si accede solo a una piccola frazione dei materiali stoccati e non basta effettuare prelievi dalla superficie. • Prelievi con una sonda possono essere effettuati solo in presenza di materiale a granulometria fine ($d_{max} < 15$ mm). • Il prelievo di campioni rappresentativi di materiali con una granulometria più grossa richiede lo svuotamento completo del container. Per questi materiali si consiglia quindi di effettuare i prelievi durante le operazioni di carico e scarico secondo il metodo B3 (pag. 57). • Diametro massimo del componente: $< \frac{1}{3}$ del diametro interno dello strumento impiegato per il prelievo.
Procedura	<p>Materiale a granulometria fine ($d_{max} < 10$ mm): Prelevare i campioni mediante uno strumento (trivella, sonda, campionatore a zone) su punti selezionati casualmente. Rimuovere il campione dallo strumento e introdurlo nel recipiente di trasporto. Ripetere l'operazione fino a raggiungere la quantità minima fissata nel piano di campionamento.</p> <p>Materiale a granulometria grossa ($d_{max} > 15$ mm): Vuotare completamente il recipiente e depositare i materiali su un cumulo. Precedere al campionamento secondo i metodi da L1 pag. 50 a L3 pag. 52.</p>
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
Divisione del campione composito	Il campione viene diviso per formare un campione di laboratorio secondo una procedura da A2 a A5 (pag. 62 e segg.).
Osservazione	Nella maggior parte dei casi è preferibile prelevare i campioni durante le operazioni di carico e scarico secondo il metodo B3 (pag. 57).
Riferimento	[4], [6], [17]

L5 Prelievo di campioni attraverso una valvola del contenitore

Dimensioni dei lotti	Tramogge di stoccaggio, carri silo (autocarri e ferrovie)
Presupposti	<p>Prelievi di campioni rappresentativi di sostanze solide attraverso la valvola di campionamento del contenitore sono in genere impossibili, perché si formano fenomeni di segregazione sia durante lo svuotamento che durante il riempimento del materiale. Inoltre, il materiale contenuto può essere formato da diversi riempimenti corrispondenti a lotti differenti, pertanto un campione prelevato in un singolo punto ha un carattere aleatorio. Un campionamento rappresentativo dell'intero contenuto è possibile soltanto formando un campione misto a partire da diversi campioni semplici prelevati secondo il metodo (pag. 57) B3 al momento del carico o dello scarico completo del contenitore. In genere non si possono prelevare campioni rappresentativi.</p> <p>Questo metodo è adatto soltanto per il prelievo di campioni valutativi.</p>
Procedura	<p>Quando è indispensabile prelevare un campione semplice e non rappresentativo attraverso la valvola, occorre tenere conto delle indicazioni seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In corrispondenza dei punti di prelievo il materiale può essere sotto alta pressione. La valvola deve perciò essere aperta lentamente con cautela. • Il materiale che si trova fra il contenitore e la valvola (spazio morto) non deve essere utilizzato per il campionamento. Occorre quindi lasciare scorrere una quantità di materiale pari almeno a tre volte il suo volume prima del prelievo. • Possono formarsi delle volte all'interno del silo che impediscono il prelievo di materiale. In questi casi occorre richiudere la valvola e concordare l'ulteriore procedura con il superiore responsabile. • Al termine del campionamento la valvola deve essere richiusa completamente.
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
Divisione del campione composito	Il campione viene diviso per formare un campione di laboratorio secondo una procedura da A2 a A5 (pag. 62 e segg.).
Riferimento	[6]

8.2.3 Prelievo di campioni da materiale imballato**V1 Prelievo di campioni da big bags**

Dimensioni dei lotti	Lotti costituiti da materiali omogenei stoccati in uno o più big bags di un volume compreso fra 0,3 e 2,5 m ³ .
Presupposti	<ul style="list-style-type: none"> • Campioni rappresentativi possono essere prelevati soltanto se il materiale presenta una granulometria fine ($d_{max} < 10 \text{ mm}$). • Diametro massimo dei componenti: $d_{max} < \frac{1}{3}$ del diametro interno dello strumento impiegato per il prelievo.
Preparazione, pianificazione	<p>Omogeneità del lotto L'omogeneità del lotto deve essere confermata innanzi tutto mediante un esame organolettico (metodo O, pag. 42).</p> <p>Numero minimo di campioni Il numero minimo di big bags da cui prelevare campioni si basa sul capitolo 7.2.4, tab. 10 (pag. 71).</p> <p>Strumento per il prelievo Il tipo e il diametro dello strumento devono essere scelti conformemente al capitolo 3.2.1 (pag. 22) in funzione delle caratteristiche del materiale e del diametro massimo dei componenti d_{max}.</p>
Istruzioni concernenti i materiali coesivi e a grana fine	I campioni devono essere prelevati possibilmente per tutta la profondità del recipiente utilizzando gli strumenti seguenti: tubo campionatore, sonda, trivella, trivella a vite, trivella a sgorbia, trapano da terra. In casi eccezionali si può anche utilizzare una paletta o una spatola, che tuttavia consente di eseguire soltanto un campionamento di superficie. Questa circostanza deve essere annotata sul protocollo di prelievo.

V1 Prelievo di campioni da big bags

Istruzioni concernenti i materiali non coesivi e a grana fine	Non è raro osservare fenomeni di segregazione al momento del trasporto, anche a breve distanza, di materiali sfusi non coesivi. Per raccogliere campioni rappresentativi, è indispensabile prelevare materiale per tutta la profondità del recipiente. Per questa operazione si utilizza principalmente un campionatore a lancia, un campionatore a zone o un campionatore a sonda. Se viene eseguito un prelievo in prossimità della superficie mediante paletta o spatola, il campione può essere impiegato soltanto come campione valutativo.
Istruzioni concernenti il materiale non coesivo a grana grossa, il materiale frammentato o le parti di grandi dimensioni	<i>È impossibile prelevare campioni rappresentativi da materiali a grana grossa ($d_{max} > 10\text{ mm}$) o parti di grandi dimensioni da un big bag.</i> In questi casi il campionamento deve essere eseguito possibilmente soltanto durante il carico e lo scarico (cfr. metodo B3 pag. 57). In alternativa è possibile svuotare completamente il contenuto del big bag e procedere al campionamento secondo il metodo L1 (pag. 50) mediante tagli di prospezione (cfr. anche CEN/TR 15310-2, [6]: cap. 12.1.3).
Procedura	Procedimento generale per il prelievo di campioni da materiali coesivi e non coesivi sfusi <ul style="list-style-type: none"> • Aprire il big bag. • Introdurre lo strumento dall'alto o dal lato, prelevare campioni parziali al centro e negli angoli e poi collocarli nei recipienti di trasporto. Per prelevare un campione semplice devono essere eseguiti almeno quattro sondaggi (due al centro e due agli angoli). Dopo ogni sondaggio, prelevare il materiale dallo strumento e collocarlo nel recipiente di trasporto. • Se necessario ripetere l'operazione, con una ripartizione uniforme dei punti di sondaggio sulla sezione trasversale fintanto che non è stata prelevata la quantità minima di materiale definita nel piano di campionamento. • Richiudere il bag e, in caso di sondaggio laterale, chiudere i punti di prelievo mediante etichette adesive.
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
Divisione del campione composito	Il campione viene diviso per formare un campione di laboratorio secondo una procedura da A2 a A5 (pag. 62 e segg.).
Riferimento	[3], [5], [2], [6], [17]

V2 Prelievo di campioni da fusti

Dimensioni dei lotti	Lotti costituiti da materiali omogenei stoccati in uno o più fusti di un volume compreso fra 50 e 250 litri.
Presupposti	<ul style="list-style-type: none"> • Si possono prelevare campioni rappresentativi soltanto se il materiale presenta una granulometria fine ($d_{max} < 10\text{ mm}$). • Diametro massimo dei componenti: $d_{max} < \frac{1}{3}$ del diametro interno dello strumento impiegato per il prelievo. • Nei fusti può essere stoccata e trasportata una vasta gamma di materiali più o meno pericolosi. Prima di aprire un fusto, occorre quindi identificarne chiaramente il contenuto e indossare i dispositivi di protezione individuale indicati nel piano di campionamento.
Preparazione, pianificazione	Omogeneità del lotto L'omogeneità del lotto deve essere confermata innanzi tutto mediante un esame organolettico (metodo O, pag. 42). Numero minimo di campioni Il numero minimo di fusti da cui prelevare campioni si basa sul capitolo 7.2.4 (pag. 39), tab. 10 (pag. 39). Strumento per il prelievo Il tipo e il diametro dello strumento devono essere scelti conformemente al capitolo 3.2.1 (pag. 22) in funzione delle caratteristiche del materiale e del diametro massimo dei componenti d_{max} .
Istruzioni concernenti i materiali coesivi e a grana fine	I campioni devono essere prelevati possibilmente per tutta la profondità del recipiente utilizzando gli strumenti seguenti: tubo campionatore, sonda, trivella, trivella a vite, trivella a sgorbia, trapano da terra. In casi eccezionali si può anche utilizzare una paletta o una spatola, che tuttavia consente di eseguire soltanto un campionamento di superficie. Questa circostanza deve essere annotata sul protocollo di prelievo.

V2 Prelievo di campioni da fusti

Istruzioni concernenti i materiali non coesivi e scorrevoli	Non è raro osservare fenomeni di segregazione al momento del trasporto, anche a breve distanza, di materiali sfusi non coesivi. Per raccogliere campioni rappresentativi, è perciò indispensabile prelevare del materiale per tutta la profondità del recipiente. Per questa operazione si utilizza principalmente un campionatore a lancia, un campionatore a zone o un campionatore a sonda. Se viene eseguito un prelievo in prossimità della superficie mediante paletta o spatola, il campione può essere impiegato soltanto come campione valutativo.
---	--

Istruzioni per materiale non coesivo a grana grossa, il materiale frammentato o le parti di grandi dimensioni

È impossibile prelevare campioni rappresentativi di materiali a grana grossa ($d_{max} > 10\text{ mm}$) o parti di grandi dimensioni da un fusto.
In questi casi il campionamento deve essere eseguito possibilmente soltanto durante il carico e lo scarico (cfr. metodo B3 pag. 57). Se è indispensabile eseguire un campionamento, generalmente si possono prelevare soltanto campioni in prossimità della superficie (p. es. manualmente o mediante carotaggio) e senza alcun carattere rappresentativo.

Procédure	<p>Procedimento generale per il prelievo di campioni da materiali coesivi e non coesivi sfusi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aprire il fusto con precauzione poiché può essere sotto pressione, • prelevare dei campioni al centro e ai margini, rimuoverli dallo strumento e collocarli nei recipienti di trasporto, • per prelevare un campione semplice devono essere eseguiti almeno quattro sondaggi. Se necessario, ripetere l'operazione, con una ripartizione uniforme dei punti di sondaggio sulla sezione trasversale fintanto che non è stata prelevata la quantità minima di materiale, • richiudere il fusto.
-----------	---

Figura 21: Prelievo di campioni da un fusto: esempio con quattro punti di sondaggio.



Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito

I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).

Divisione del campione composito

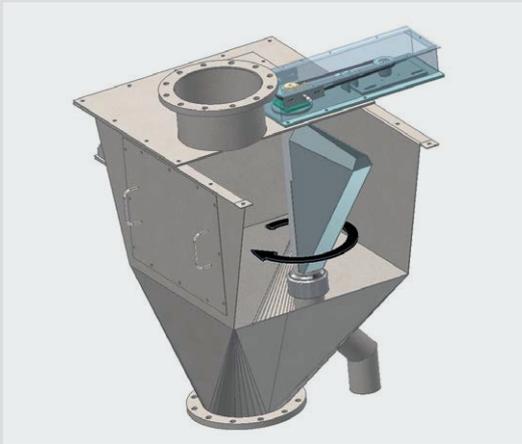
Il campione viene diviso per formare un campione di laboratorio secondo una procedura da A2 a A5 (pag. 62 e segg.).

Riferimento

[3], [5], [2], [6], [17]

8.2.4 Prelievo di campioni da materiale in movimento

B1 Prelievo di campioni da flussi di materiale discendenti

Dimensioni dei lotti	Lotti di tutte le dimensioni.
Presupposti	Il flusso di materiali discendenti deve essere accessibile da punti adatti. Se il prelievo è effettuato manualmente, prestare attenzione alla sicurezza delle persone.
Procedura	<p>Il flusso di materiali è attraversato per tutta la sua lunghezza o raccolto completamente per un lasso di tempo determinato mediante un recipiente di raccolta. Al momento del campionamento, il recipiente di raccolta deve coprire l'intero flusso di materiale e prelevarne una sezione trasversale rappresentativa. Il recipiente non deve trascinare. Per raccogliere campioni rappresentativi non è sufficiente procedere a un campionamento puntuale del flusso.</p> <p>A seconda della larghezza e dello spessore del flusso, possono essere applicate diverse tecniche (cfr. CEN TR 15310-2 [6]).</p> <p>Flusso di materiali di larghezza e spessore ridotti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tenere una paletta di campionamento nel flusso di materiali orientandola nella direzione desiderata fino al raggiungimento della quantità di materiale definita nel piano di campionamento. • Ritirare la paletta dal flusso di materiali orientandola nella stessa direzione. • Versare il campione nel recipiente di raccolta. <p>Flusso di materiali largo e di spessore ridotto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muovere il recipiente di raccolta a velocità costante in modo che attraversi il flusso di materiali e si riempia sempre dallo stesso lato. <p>Flusso di materiali largo e spesso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effettuare il prelievo in due passaggi, applicando la tecnica del campionamento dei flussi di materiale di larghezza e diametro ridotti e modificando l'orientamento della paletta di 90° fra i due passaggi. <p>Se durante un passaggio non si riesce a raccogliere materiale sufficiente per costituire un campione semplice, ripetere subito l'operazione fino a raggiungere la quantità minima di materiale da prelevare.</p> <p>Campionatore trasversale per condotte</p> <p>Idealmente il campionamento rappresentativo avviene con un campionamento trasversale automatico (procedura A6, pag. 65). Informazioni dettagliate si trovano nel metodo del Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung (ZAR) ([40], cap. 3.1).</p>
	<p>Figura 22: Esempio di un campionatore per flussi di materiali discendenti (www.vock-gmbh.de)</p> 
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
Divisione del campione composito	Dividere il campione composito su un telo per formare un campione di laboratorio secondo la procedura A5 (pag. 65) o utilizzare un divisore a rotazione o altri divisori automatici (procedura A6, pag. 65).
Riferimento	[6], [17], [40]

B2 Prelievo di campioni da nastri di trasporto	
Dimensioni dei lotti	Flussi di materiali in uscita a partire da ca. 10 m ³ .
Presupposti	Il materiale può segregarsi sul nastro, pertanto quest'ultimo deve essere accessibile per tutta la sua lunghezza durante il campionamento.
Procedura	<p>Poiché il materiale può segregarsi quando viene riversato sul nastro, devono essere prelevate almeno le seguenti quantità minime anche se dovessero superare le quantità minime definite secondo il capitolo 11 (pagg. 74 e segg.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • fino a 500 m³: prelevare almeno 60 – 80 l di materiale, • a partire da 500 m³: prelevare almeno 120 – 160 l di materiale. <p>Con uno strumento idoneo devono essere prelevate delle sezioni trasversali complete. I prelievi si effettuano in momenti diversi quando il nastro trasportatore è in movimento o in punti diversi quando il nastro è fermo. Il fatto di prelevare una sezione trasversale completa permette di garantire che i materiali che cadono e si segregano sul nastro siano campionati nella loro interezza.</p> <p>Le sezioni trasversali vengono miscelate in un recipiente oppure depositati immediatamente su un telo di plastica e qui miscelati.</p>
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
Divisione del campione composito	Dividere il campione composito su un telo per formare un campione di laboratorio secondo la procedura A5 (pag. 65) o utilizzare un divisore a rotazione o altri divisori automatici (procedura A6, pag. 65).
Osservazione	Sul piano tecnico è spesso più semplice prelevare i campioni al livello del punto di riversamento o di un punto di trasferimento fra due nastri trasportatori rispetto al prelievo dal nastro. In questo caso i campioni semplici vengono prelevati dal flusso di materiale discendente secondo il metodo B1 (pag. 56).
Riferimento	[1], [6], [17], [40]
B3 Prelievo di campioni durante operazioni di carico e scarico	
Dimensioni dei lotti	Lotti di qualsiasi dimensione
Presupposti	<ul style="list-style-type: none"> • Il flusso di materiali deve essere accessibile. • La sicurezza delle persone deve essere garantita.
Procedura	<p>Nella maggior parte dei casi è preferibile prelevare i campioni durante i processi di carico e scarico piuttosto che da contenitori o autocarri.</p> <p>I campioni sono prelevati a intervalli regolari durante il processo di carico o scarico. Il numero di campioni e l'intervallo secondo il quale devono essere prelevati sono fissati durante il processo di pianificazione.</p> <p>Si possono applicare i metodi di campionamento seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • il prelievo di campioni da flussi di materiale discendenti: metodo B1, pag. 56, • il prelievo di campioni da nastri di trasporto: metodo B2, pag. 57, • materiali trasportati da benne: prelevare a intervalli regolari tutto o una parte del materiale che si trova all'interno di una benna.
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).
Divisione del campione composito	Dividere il campione composito su un telo per formare un campione di laboratorio secondo la procedura A5 (pag. 65).
Riferimento	[6]
B4 Prelievo di campioni da materiale di scavo dei binari	
Osservazione	Il prelievo di campioni dal materiale di scavo dei binari è descritto nell'aiuto all'esecuzione «Direttiva sul materiale di scavo dei binari» [25].
Riferimento	[25]

8.3 Metodi per il trattamento preliminare dei campioni

8.3.1 Preparazione di un campione misto

M1 Preparazione di un campione misto	
Dimensioni dei lotti	Lotti di qualsiasi dimensione
Obiettivo, scopo	Raggruppare diversi campioni semplici <ul style="list-style-type: none"> · per compensare l'eterogeneità di un lotto e quindi formare un campione rappresentativo prelevato sul campo, · per raggiungere la quantità minima di materiale necessaria definita nel capitolo 11 (pagg. 74 e segg.) e formare un campione di laboratorio.
Numero di campioni semplici	Principio di base: l'incremento del numero di campioni migliora la riproducibilità dei risultati.
Procedura di raggruppamento di campioni parziali di massa o volume ridotti	Le carote dei sondaggi (prelevati mediante trivella o nei carotaggi) o i campioni semplici di materiale imballato vengono raccolti in un recipiente idoneo (generalmente un secchio di plastica, cfr. fig. 6, pag. 33) per formare un campione misto.
Procedura di raggruppamento di campioni parziali di massa o volume importanti	Stendere il materiale su un telo. Separare i grumi dal resto del materiale, tritarli e quindi miscelare nuovamente. Questa operazione può essere eseguita sollevando in modo alternato il telo agli angoli in modo che il materiale si misceli rotolando verso l'angolo opposto oppure utilizzando una pala. Se il materiale è già molto omogeneo, generalmente è sufficiente miscelarlo due volte. Se il materiale è disomogeneo occorre ripetere l'operazione fino a ottenere un campione visivamente omogeneo.
Ulteriore trattamento divisione del campione misto	Se deve essere costituito un campione misto al fine di compensare l'eterogeneità del lotto, il campione misto deve essere ridotto per formare un campione di laboratorio (procedure da A1 a A5 (pagg. 61 e segg.).
Osservazione	La procedura per costituire un campione misto non può essere predefinita per tutti i casi, ma deve essere oggetto di un'analisi di plausibilità tenendo conto delle ipotesi formulate in materia di inquinamento ([20]).
Riferimento	[20], [28]

8.3.2 Omogeneizzazione del materiale da campionare

H1 Metodo a letto misto	
Dimensioni dei lotti	Cumuli a partire da ca. 1 m ³
Presupposti	<i>Se si ritiene che il materiale di un cumulo a forma conica possieda determinate caratteristiche al centro e altre caratteristiche in superficie, il campionamento con tagli di prospezione sulla superficie del cumulo secondo il metodo L2 non è ammesso. Questo caso si presenta spesso quando si scava il materiale proveniente da parapalle contenente metalli pesanti quando si perfora prima al centro del parapalle poi verso l'esterno, ovvero verso le zone meno contaminate. Per prelevare campioni rappresentativi del nucleo e della superficie di un cumulo, è possibile utilizzare il metodo a letto misto descritto nel seguito.</i>

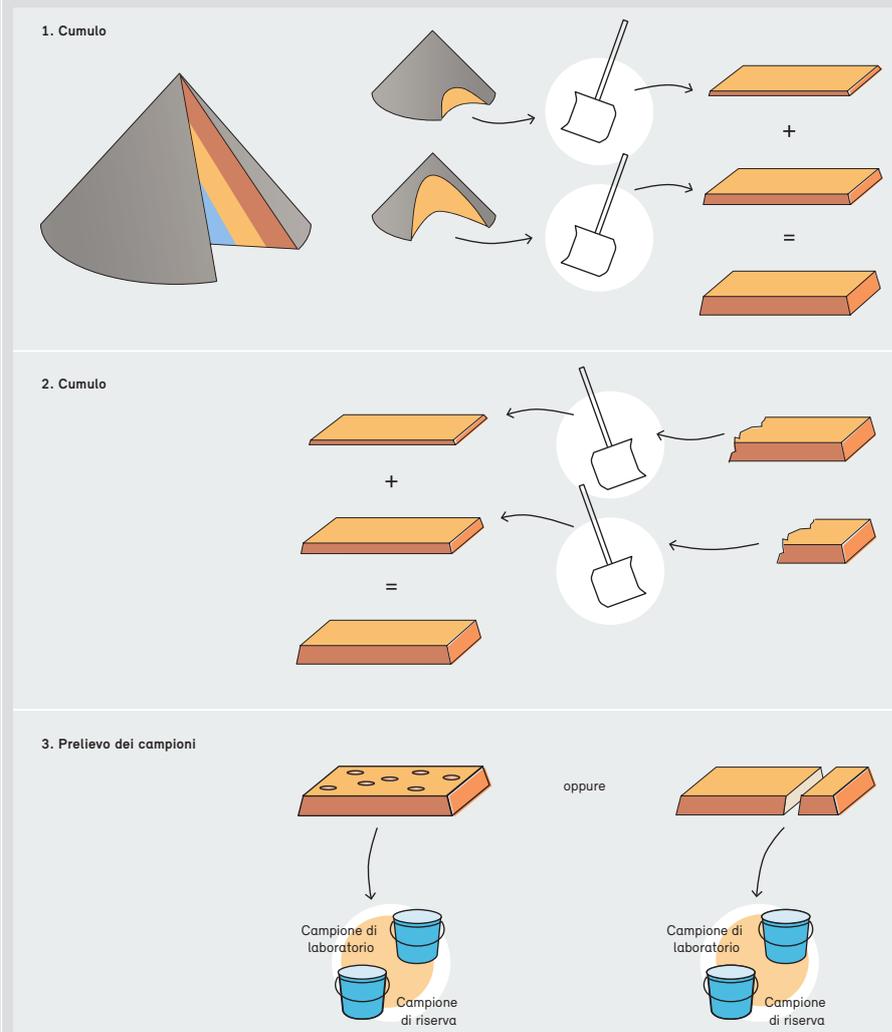
H1 Metodo a letto misto

Procedura

Quando il materiale non è ben miscelato o è accumulato in modo eterogeneo, deve prima essere miscelato per ottenere un «letto di omogeneizzazione». A tal fine il materiale del cumulo viene ampiamente distribuito su una base liscia mediante pala. Per ogni pala di materiale, lo spandimento deve iniziare e terminare in un punto diverso. Si procede così fino a formare un letto di omogeneizzazione rettangolare con tutto il materiale del cumulo. Per ottenere una miscela ancora più omogenea, su questo letto si scava da un lato e si distribuisce nuovamente il materiale a strati in modo da costituire un secondo letto di omogeneizzazione. Da questo secondo letto vengono prelevati campioni semplici. A tal fine in almeno cinque punti vengono praticati dei fori verticali nel letto (cfr. fig. 23 in basso a sinistra). È importante che tutti i fori raggiungano il fondo del letto. Se il materiale scivola, è necessario piantare dei tubi o dei telai di forma quadrata nel letto al fine di separare nettamente i campioni semplici dal resto ([40]). In alternativa si possono praticare uno o due tagli completi del letto di omogeneizzazione (cfr. fig. 23 in basso a destra) e prelevare dalla superficie della sezione trasversale uno strato di spessore regolare con un volume da 30 a 40 litri.

Figura 23: Omogeneizzazione con il metodo del letto misto (secondo [40]).

Ipotesi: cumuli non omogenei il cui centro può avere proprietà differenti da quelle in superficie.



Ulteriore trattamento:
costituzione del campione
composito

I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).

H1 Metodo a letto misto	
Divisione del campione composito	Se necessario, il campione composito viene diviso sul telo per formare un campione di laboratorio secondo la procedura A5 (pag. 65).
Osservazione	Dal letto di omogeneizzazione vengono prelevati separatamente il campione di laboratorio e il campione di riserva. La procedura H1 non è adatta per il prelievo di campioni solidi contenenti sostanze volatili: la distruzione della struttura granulare e l'esposizione prolungata all'aria ambiente provocano perdite di sostanze volatili non quantificabili. Il metodo a letto di omogeneizzazione risulta molto complesso e richiede un impiego di importanti risorse in termini di lavoro e/o macchine.
Riferimento	[17], [26]

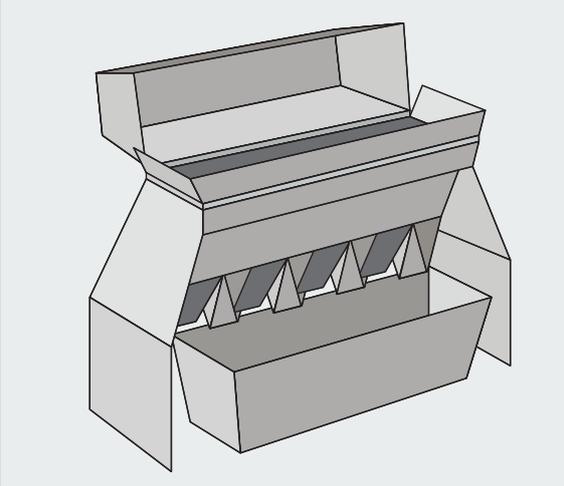
8.3.3 Riduzione delle dimensioni dei componenti (vagliatura)

S1 Vagliatura sul campo / in cantiere	
Osservazioni preliminari	<ul style="list-style-type: none"> • Questo procedimento è adatto soltanto per il materiale scorrevole. • Può essere applicato soltanto se il valore atteso è sufficientemente distante dal valore limite di riferimento, ovvero molto superiore o inferiore a quest'ultimo. • Le tappe di trattamento preliminare del campione (vagliatura dei componenti più grossi) allo scopo di ridurre i campioni di suolo prelevati secondo l'O suolo sono descritte nel manuale [28].
Dimensioni dei lotti	Cumuli a partire da ca. 1 m ³
Procedura	<p>Per i materiali a grana grossa soggetti a contaminazione particellare, a partire da un diametro massimo dei componenti (d_{max}) di circa 32 mm, occorre prelevare campioni di una dimensione tale che rende troppo complicata la loro preparazione in laboratorio (cfr. fig. 34, pag. 75). Pertanto un campionamento rappresentativo di materiale a grana grossa non è possibile. Qualora si debba analizzare materiale di questo tipo, i componenti più grossi possono essere separati da quelli più fini mediante vagliatura. Questa procedura può essere utile anche in caso di componenti dal diametro inferiore.</p> <p>A seconda dell'obiettivo fissato e della quantità di materiale, si possono utilizzare sul campo o in cantiere diversi vagli che permettono di separare i componenti più grossi.</p> <p>Figura 24: Esempi di vagli per separare i componenti a grana grossa: vibrovaglio, setaccio per compost, vaglio a tamburo rotante</p>  <p>Le due frazioni devono essere trattate separatamente.</p>
Frazione fine passante al vaglio	Dalla frazione fine viene prelevato un campione di laboratorio con la quantità minima necessaria secondo la fig. 34 (pag. 75) e quindi analizzato come campione di laboratorio.
Frazione grossa trattenuta al vaglio	Una parte della frazione grossa può essere analizzata a livello semiquantitativo e orientativo (campione valutativo). Invece per il materiale contenente parti grossolane di calcestruzzo o ghiaia grossa non è utile misurare la frazione grossa. Il tenore complessivo del materiale può essere calcolato utilizzando la frazione grossa soltanto quando è lecito presumere che quest'ultima non è inquinata.
Ulteriore trattamento: costituzione del campione composito	I campioni parziali vengono uniti per formare un campione composito secondo la procedura M1 (pag. 58).

S1 Vagliatura sul campo / in cantiere

Divisione del campione composito	Dividere il campione composito su un telo per formare un campione di laboratorio secondo la procedura A5 (pag. 65).
Osservazione	L'autore dei prelievi deve spiegare in modo dettagliato, nel protocollo di prelievo o in un rapporto, perché tale frazione granulometrica è stata sottoposta a vagliatura e a un trattamento separato. Inoltre devono essere fornite per iscritto le informazioni relative alla procedura di vagliatura, agli strumenti utilizzati e alla frazione massica delle parti a grana grossa e fine. Questa procedura comporta un grado di incertezza elevato di cui occorre tenere conto nella valutazione dell'incertezza complessiva del campionamento.
Riferimento	–

8.3.4 Divisione di un campione**A1 Divisione mediante divisore a comparti fissi**

Dimensioni dei lotti	Per i divisori di laboratorio: alcuni kg Per i grandi divisori di cantiere: alcuni m ³
Presupposti	Materiale scorrevole
Apparecchiature	<p>L'apparecchiatura deve essere scelta in funzione delle dimensioni dei componenti del materiale. Per la divisione o la riduzione di materiale i cui componenti presentano un diametro superiore a 32 mm, si può utilizzare un divisore a comparti fissi da laboratorio.</p> <p>Alcune imprese del genio civile dispongono di grandi divisori su rimorchi che consentono di dividere o ridurre il materiale da campionare in cantiere.</p> <p>Il divisore deve essere costituito da un numero pari di comparti che non possono essere inferiori a otto. La larghezza dei comparti deve essere almeno tre volte superiore al diametro massimo dei componenti.</p> <p>Figura 25: Divisore a comparti fissi</p> 
Procedura	<p>Il materiale da campionare deve essere versato nel divisore mediante l'apposito recipiente o una pala larga. Il recipiente o la pala devono avere una larghezza sufficiente per coprire quella del divisore e quindi tutti i comparti di quest'ultimo.</p> <p>Il materiale non deve essere versato nel divisore direttamente o mediante un secchio o «sparso» sopra ai comparti mediante una pala, ma deve cadere nei comparti nel modo più verticale possibile.</p> <p>Al momento del riempimento dei recipienti può verificarsi un fenomeno di segregazione del materiale, il quale tuttavia non influisce sulla divisione.</p>
Osservazione	L'apparecchiatura deve essere pulita dopo ogni operazione di divisione.
Riferimento	[19], [40]

A2 Divisione mediante spalatura incrementale

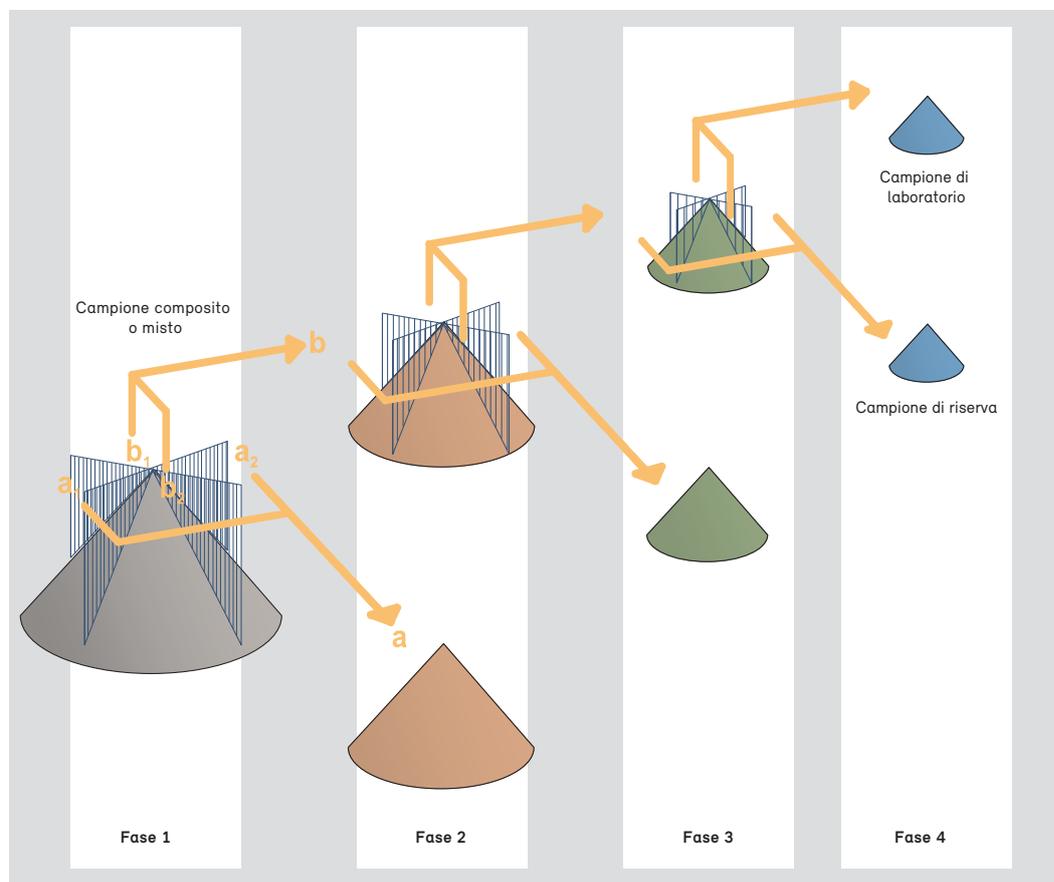
Dimensioni dei lotti	Per motivi pratici questa procedura può essere applicata soltanto ai piccoli campioni composti o ai lotti di un volume inferiore o uguale a 1 m ³ circa.
Presupposti	Questo metodo è utilizzato quando il materiale non può essere diviso mediante un divisore a comparti (procedura A1, pag. 61) o un divisore a rotazione (procedura A6, pag. 65), ad esempio perché è umido o non scorrevole, o quando non si dispone di un divisore delle dimensioni richieste.
Procedura	<p>Questa procedura consiste nel dividere un campione misto o composto per costituire diversi campioni parziali di dimensioni equivalenti (massa, volume). Di seguito si sceglie uno di questi campioni che servirà come campione di laboratorio.</p> <p>Si definisce innanzi tutto la massa del campione di laboratorio e in questo modo il numero di campioni parziali che devono essere formati a partire dal grande campione composto. Successivamente da quest'ultimo si effettuano dei prelievi mediante un pala che si aggiungono a ciascun campione parziale fino ad esaurire l'intera quantità di materiale del campione composto o del lotto.</p> <p>Si utilizza una pala di dimensioni tali da attribuire almeno 25 pale di materiale a ciascun campione parziale. Durante questa operazione non occorre tenere conto dell'eterogeneità o della variabilità visibile del materiale. Tutte le spalte devono comprendere all'incirca la stessa quantità di materiale. Non è necessario cercare di «compensare» le presunte disparità di distribuzione.</p> <p>Il materiale viene così diviso in campioni parziali di dimensioni uguali la cui massa deve corrispondere a quella del campione finale. Fra questi campioni parziali si sceglie il campione di laboratorio. I restanti campioni parziali possono essere utilizzati come campioni di riserva o scartati.</p>
Osservazione	Una volta completata la divisione, tutto il materiale che costituisce il campione parziale scelto deve essere utilizzato come campione di laboratorio. I campioni di riserva devono essere formati a partire dal materiale scartato.
Riferimento	[17], [40]

A3 Divisione per quartatura mediante divisore meccanico a setti

Dimensioni dei lotti Per motivi pratici questa procedura può essere applicata soltanto ai piccoli campioni composti o ai lotti di un volume inferiore o uguale a 1 m³ circa.

Procedura Il materiale che costituisce il grande campione composto viene versato su una superficie di lavoro idonea (p. es. un telo di plastica), accuratamente miscelato e quindi disposto in modo da formare un cumulo a forma di cono. Successivamente il cumulo viene diviso per quartatura mediante un divisore meccanico a setti. Si selezionano quindi due quarti opposti da conservare, mentre gli altri vengono scartati. La procedura viene ripetuta fino a raggiungere la massa necessaria a formare il campione di laboratorio (cfr. fig. 26).
 Va osservato che la divisione di materiali costituiti da componenti di dimensioni diverse può comportare un leggero fenomeno di segregazione e quindi la formazione di campioni parziali non validi.

Figura 26: Divisione di un campione misto o composto secondo il metodo della quartatura (secondo [17]).



Osservazione Una volta completata la divisione, tutto il materiale che costituisce il campione parziale scelto deve essere utilizzato come campione di laboratorio. I campioni di riserva devono essere formati a partire dal materiale scartato.
 Il metodo della quartatura è molto complesso e pertanto nella prassi è impiegato raramente. Il metodo della spatatura alternata, più semplice, rappresenta l'alternativa impiegata più di frequente (procedura A4, pag. 64).

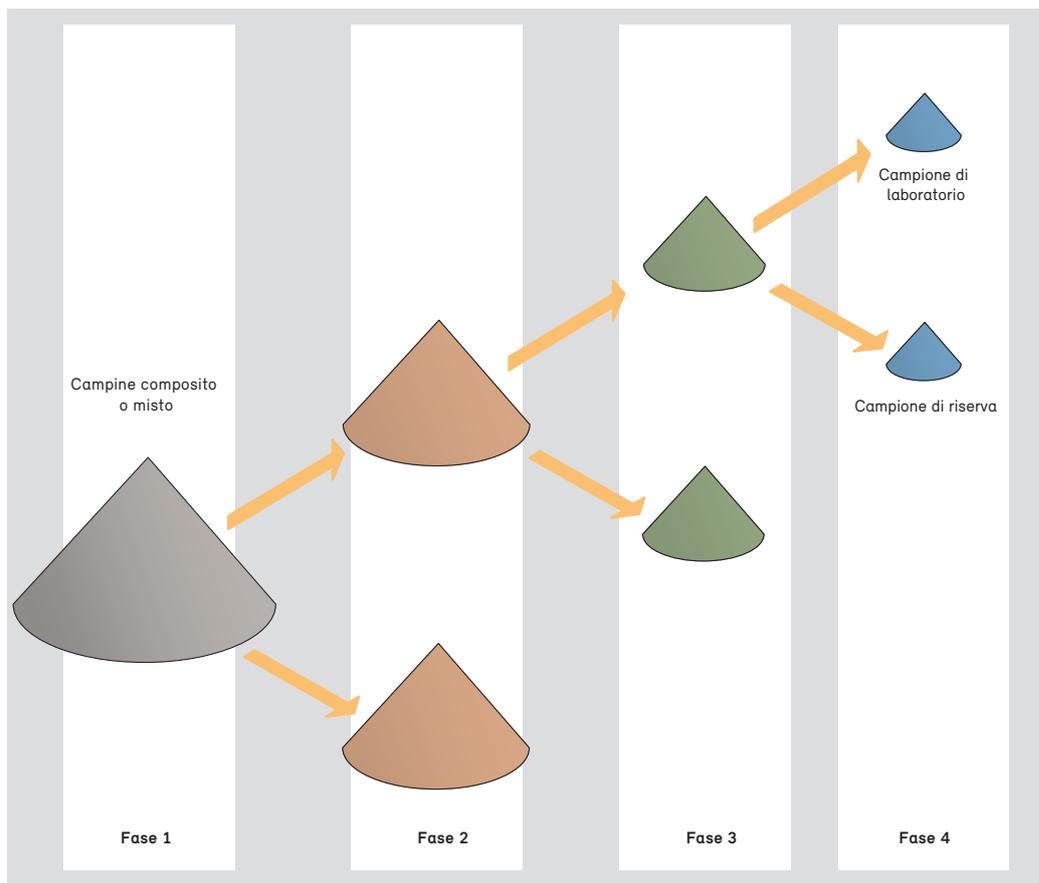
Riferimento [17]

A4 Divisione mediante spalatura alternata

Dimensioni dei lotti Per motivi pratici questa procedura può essere applicata soltanto ai piccoli campioni composti o ai lotti di un volume inferiore o uguale a 1 m³ circa.

Procedura Il metodo della spalatura alternata è da preferire a quello della quartatura mediante divisore meccanico a setti, in particolare quando il materiale tende a segregarsi e contiene parti grossolane che rendono difficile la quartatura.
 Si preleva con una pala tutto il materiale che costituisce il grande campione composto e si formano diversi cumuli (almeno due) dello stesso volume, attribuendo alternativamente una spatola a un cumulo e poi all'altro. Tutte le spatolate devono comprendere all'incirca la stessa quantità di materiale. Se si divide il campione composto in più di due campioni parziali, le spatolate sono attribuite secondo l'ordine di formazione dei diversi cumuli. Una volta conclusa la spalatura, si sceglie a caso il campione parziale che servirà per la successiva fase di lavoro o come campione di laboratorio.
 La procedura viene ripetuta fino a raggiungere la massa necessaria a formare il campione di laboratorio.

Figura 27: Procedura semplificata per la divisione di un campione misto o composto secondo il metodo della spalatura incrementale.



Osservazione Una volta completata la divisione, tutto il materiale che costituisce il campione parziale scelto deve essere utilizzato come campione di laboratorio. I campioni di riserva devono essere formati a partire dal materiale scartato.

Riferimento [10]

A5 Divisione su un telo

Dimensioni dei lotti	Per motivi pratici questa procedura può essere applicata soltanto ai piccoli campioni composti o ai lotti di un volume inferiore o uguale a 1 m ³ circa.
Procedura	<p>Sul campione composito sparso sul telo si tracciano due diagonali per dividere il materiale in quattro settori. Un settore (ca. il 25% del materiale) del campione composito viene scartato e si procede a miscelare nuovamente il materiale restante. Successivamente si ripete la stessa operazione fino a raggiungere la quantità di materiale necessaria per formare il campione di laboratorio.</p> <p>Se si devono dividere campioni composti di grandi dimensioni, si possono anche scartare due quarti (ovvero il 50% del materiale), miscelare nuovamente il materiale restante e procedere in questo modo fino a raggiungere la quantità di materiale necessaria per formare il campione di laboratorio. In questo caso il processo di divisione deve essere eseguito almeno due volte.</p>
Osservazione	Una volta completata la divisione, tutto il materiale che costituisce il campione parziale scelto deve essere utilizzato come campione di laboratorio. I campioni di riserva devono essere formati a partire dal materiale scartato.
Riferimento	–

A6 Divisione mediante divisori a rotazione o altri divisori automatici

Dimensioni dei lotti	Flussi di materiali in uscita a partire da ca. 10 m ³ .
Presupposti	<p>Tutte le esigenze relative al campionamento dei flussi di materiale (procedura B1, pag. 56) si applicano anche alle operazioni di divisione eseguite con un divisore a rotazione. Informazioni dettagliate si trovano nel metodo del Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung (ZAR) ([40], cap. 3.1).</p> <p>I divisori a rotazione possono essere impiegati soltanto se il materiale è molto scorrevole. Non sono invece adatti per i materiali che contengono fili o altri componenti voluminosi.</p>
Procedura	I divisori a rotazione funzionano secondo il principio del prelievo di campioni da un flusso di materiale, come descritto nella procedura B1 (pag. 56). Ciascuna rotazione determina automaticamente un incremento della quantità di materiale prelevata.
Riferimento	[40]

Parte III Basi teoriche del campionamento

Questa parte raggruppa alcune considerazioni fondamentali e di portata generale sul campionamento dei rifiuti solidi. In particolare queste osservazioni riguardano:

- le caratteristiche delle sostanze da analizzare che possono influenzare il processo di campionamento,*
- la forma delle sostanze da analizzare e la loro ripartizione nel materiale di matrice che le circonda,*
- la rappresentatività del campione prelevato rispetto al lotto da valutare e le esigenze in materia di quantità minima di materiale da prelevare e di numero minimo di campioni.*

9 Omogeneità ed eterogeneità

Il concetto di omogeneità ed eterogeneità è uno dei parametri principali per valutare un rifiuto (cfr. Definizione dei termini «omogeneità» ed «eterogeneità», pag. 10 e segg.). Secondo l'Unione internazionale di chimica pura e applicata (IUPAC) [31] questi due termini indicano il grado di uniformità della distribuzione di una proprietà o di una caratteristica distintiva in una quantità di materiale data.

9.1 Analisi delle dimensioni delle particelle

Un rifiuto solido si compone di diverse particelle. Ciascuna può portare una certa quantità della caratteristica distintiva (p. es. di un metallo pesante o di un inquinante organico). Questa osservazione di per sé banale riveste un'enorme importanza per il campionamento, come spiegato nel seguito.

Se le particelle portatrici della caratteristica distintiva (a una concentrazione identica) sono distribuite in modo perfettamente uniforme, si considera che questa caratteristica presenti una distribuzione *omogenea*. In questo caso un piccolo campione è sufficiente poiché possiede quasi le stesse caratteristiche della quantità di base e pertanto è *rappresentativo*.

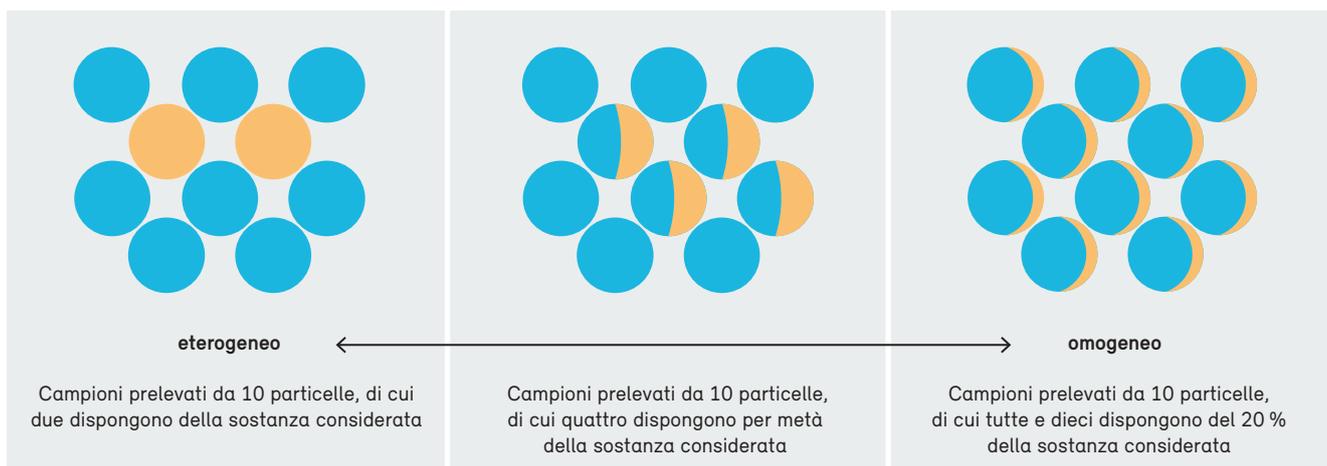
Se invece le particelle portatrici della caratteristica distintiva sono distribuite in modo casuale nella quantità di base, si considera che questa caratteristica presenti una distribuzione *eterogenea*. In questo caso il campione deve avere una dimensione sufficiente per garantire, con una certa affidabilità, che la caratteristica della quantità di base sia presente anche nel campione.

Questo principio è chiaramente esposto nella fig. 28:

- se come campione si prende una particella proveniente da una popolazione omogenea, quest'ultima sarà perfettamente rappresentativa della quantità di base costituita dalle dieci particelle (cfr. fig. 28, schema di destra).
- Invece, se si prende come campione una particella proveniente da una popolazione eterogenea, i risultati delle analisi mostreranno nell'80 per cento dei casi che la caratteristica considerata è assente e nel 20 per cento dei casi che è presente in proporzione decisamente maggiore al valore reale (cfr. fig. 28, schema di sinistra).

Figura 28

Particelle contenenti le proprietà ricercate. In questi tre esempi la sostanza considerata è presente in quantità identica, cfr. allegato B della norma DIN EN 15002 ([13])



Da questa semplice osservazione si deduce che, quando il materiale è omogeneo, è sufficiente una piccola quantità di materiale per costituire un campione semplice, mentre quando il materiale è più eterogeneo conviene prelevare una quantità di materiale sufficientemente elevata.

Questo principio è chiaramente esposto nella fig. 29 sulla base di uno schema più conforme alla prassi:

il materiale rappresentato nella fig. 29 contiene delle particelle inquinanti (p. es. pavimentazione stradale), indicate in rosso, circondate da una matrice non inquinata (particelle bianche su sfondo giallo chiaro). La concentrazione degli inquinanti presenti nella massa totale da analizzare non è nota.

- Il piccolo volume parziale 1 contiene 7 particelle rosse.
- Il piccolo volume parziale 2 contiene 1 particella rossa.
- Il volume parziale tratteggiato, nove volte più grande, contiene 27 particelle rosse, pari a 3 particelle rosse per ogni volume parziale piccolo.

L'eterogeneità e la causa principale degli errori di campionamento. Il campionamento deve perciò essere effettuato in modo che il campione prelevato sia rappresentativo delle caratteristiche dell'intero lotto da valutare, nonostante l'eterogeneità di quest'ultimo. Per tutti i rifiuti solidi si applicano i principi indicati nel seguito in funzione del grado di eterogeneità e della scala considerata:

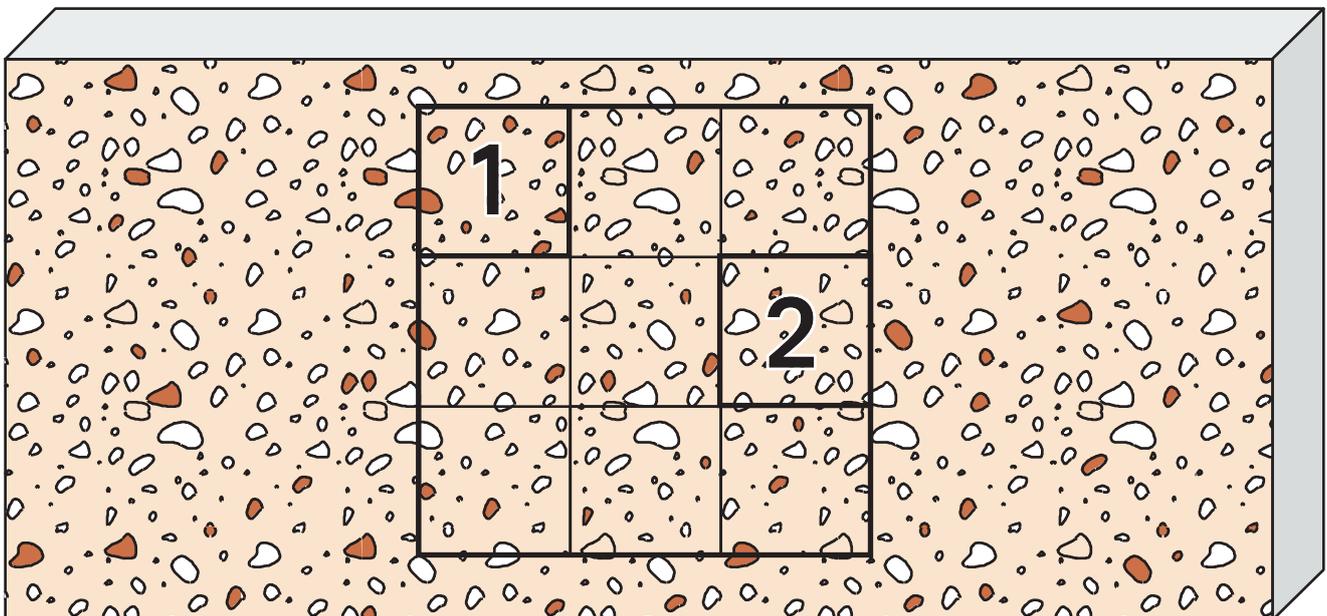
- i campioni devono essere costituiti a partire da una quantità sufficiente di materiale,
- i campioni devono essere prelevati in numero sufficiente.

9.2 Eterogeneità su piccola scala

Il fatto che un materiale sia omogeneo o eterogeneo dipende anche dalla scala considerata. Infatti, se si considera una porzione della quantità di base un po' più grande di quella esaminata nel punto precedente, si osservano spesso degli altri fenomeni (esame organolettico: riconoscimento di settori non omogenei, cfr. Definizione dei termini, pag. 9 e segg. e 3.1.1, pag. 22).

Figura 29

Volume di campionamento in materiale non omogeneo (rappresentato con uno schema)

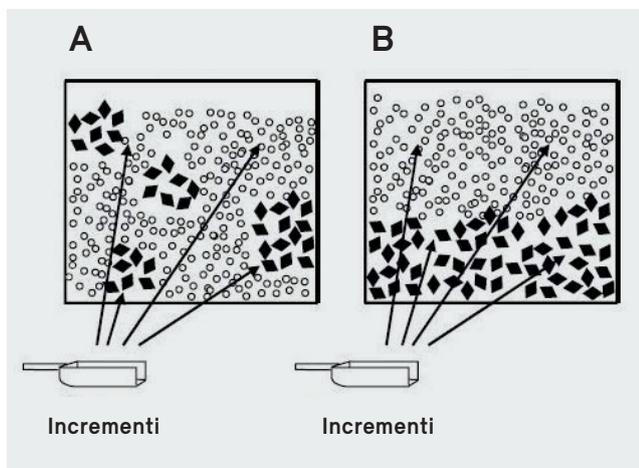


Allo stesso modo si può anche constatare un'eterogeneità su piccola scala quando le particelle inquinanti si agglomerano (A) o si segregano (B).

Questi fenomeni di agglomerazione (A) o segregazione (B) si verificano spesso durante il trasporto dei materiali e sono legati per esempio al fatto che i loro componenti non presentano tutti le stesse caratteristiche in fatto di densità, caratteristiche superficiali, composizione chimica o carica elettrica.

Se si preleva un campione alla superficie di un recipiente contenente materiale segregato, la sua composizione differirà notevolmente da quella di un campione prelevato negli strati più profondi.

Figura 30
Impatto dell'agglomerazione (A) e della segregazione (B) di particelle sul campionamento (secondo [15])



Il fatto di costituire un campione semplice a partire da diversi incrementi consente di ridurre notevolmente il rischio d'errore di campionamento.

9.3 Eterogeneità su larga scala

Nei paragrafi precedenti abbiamo esaminato il tema dell'eterogeneità legata a un ripartizione casuale delle particelle portatrici della caratteristica considerata. La scala considerata copriva uno spazio piuttosto ridotto di alcuni metri soltanto.

Quando si esamina una quantità di materiale più importante, è spesso interessante porsi la domanda seguente:

- il lotto di rifiuti può essere considerato omogeneo e trattato di conseguenza, o deve essere diviso in diversi lotti parziali?

Per rispondere a questa domanda, occorre valutare l'omogeneità su una scala di diversi metri.

Per i rifiuti di produzione bisogna tenere conto anche di fattori temporali (cfr. 9.4 pag. 70).

9.3.1 Esame preliminare dei materiali di scavo e di sgombero nonché dei rifiuti edili

In Svizzera sono i materiali provenienti da scavi, demolizioni e altre attività edili a generare la quantità maggiore di rifiuti. La tempestiva separazione dei rifiuti in funzione del loro grado di contaminazione e delle modalità di smaltimento corrispondenti riveste perciò un'enorme importanza sul piano ecologico ed economico e contribuisce a raggiungere gli obiettivi fissati dell'OPSR.

Se si può compensare l'eterogeneità su piccola scala prelevando una quantità sufficiente di materiale o formando il campione con diversi incrementi, la valutazione dell'eterogeneità su larga scala richiede una riflessione più approfondita (p. es. acquisizione di ulteriori informazioni, indagine storica ecc.).

Gli accertamenti preliminari devono essere eseguiti in modo che, una volta iniziati i lavori, si disponga di lotti parziali che possano essere considerati omogenei ai sensi della legislazione sui rifiuti e smaltiti di conseguenza.

9.3.2 Caratteristiche della massa totale da analizzare e campionamento di hotspot

Se gli accertamenti preliminari hanno permesso di concludere che il lotto dei rifiuti è omogeneo e non presenta alcuna particolarità organolettica, si può determinare le caratteristiche del lotto prelevando campioni conformi alle esigenze indicate al capitolo 11 e 7.1. (L'esame organolettico permette di riconoscere le zone particolarmente contaminate o di spiccata eterogeneità; cfr. Definizioni dei termini, pag. 9 e segg. e 3.1.1, pag. 22).

Se invece si constata la presenza di una zona sospetta (hotspot) nel materiale, quest'ultima deve essere oggetto di un campionamento separato dal resto dei rifiuti.

9.4 Eterogeneità temporale

Al momento della pianificazione del campionamento di rifiuti provenienti da processi industriali, è necessario tenere conto non solo dell'eterogeneità spaziale ma anche della variazioni temporali o stagionali.

Se l'obiettivo è quello di caratterizzare la massa totale da analizzare per procedere a un campionamento rappresentativo, bisogna prelevare a intervalli regolari dei campioni della stessa massa provenienti dal processo. Questi potranno essere raggruppati in seguito per formare un campione misto.

Quando si prelevano campioni da un cumulo di dimensioni importanti (p. es. a livello di siti di stoccaggio intermedio), i risultati raramente possono essere considerati rappresentativi e generalmente hanno soltanto un carattere stimativo.

Si osservano variazioni simili, legate alle stagioni e alle condizioni climatiche, con i rifiuti contaminati da composti di idrocarburi volatili.

9.5 Riassunto per la pratica

Nel presente contesto si applica il principio seguente: quando un materiale solido presenta sostanze in forma particellare ma suddivise in un materiale solido, quest'ultimo è considerato omogeneo.

- Pertanto sono considerati **omogenei** nell'ambito del presente aiuto all'esecuzione (cfr. [15]):
 - i materiali provenienti da processi industriali costanti,
 - gli altri materiali la cui omogeneità è verificabile mediante controllo visivo nella pratica o che presentano una composizione costante nel tempo e nello spazio (esempi: residui di processi di produzione costanti come rifiuti dell'industria della plastica, trucioli metallici, polveri, fanghi provenienti da pittu-

re o vernici, polveri di filtri e altri prodotti di reazione derivanti dalla depurazione dei fumi degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani).

- Sono considerati **eterogenei** tutti gli altri materiali, in particolare quelli derivanti da processi di produzione variabili nel tempo. Di norma, i rifiuti solidi sono eterogenei.

Si possono differenziare i materiali omogenei da quelli eterogenei o delimitare dei domini di omogeneità applicando come criteri:

- le proprietà organolettiche: colore, proporzione di corpi estranei, dimensione delle particelle, odore ecc.;
- tutte le informazioni disponibili sulla variabilità dei materiali solidi da campionare (evoluzione in materia di composizione, luoghi di stoccaggio, stratificazione ecc.).

Figura 31

Materiale di riempimento contenente rifiuti domestici



Di norma, i rifiuti domestici sono considerati eterogenei e in genere non è quindi possibile prelevarne dei campioni rappresentativi.

10 Distribuzione delle sostanze nel materiale di matrice

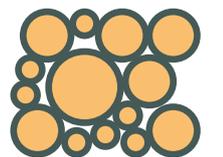
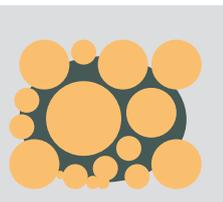
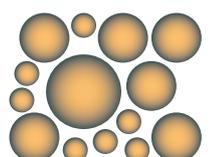
Nel paragrafo precedente l'eterogeneità è stata presentata come un indicatore della ripartizione regolare o irregolare degli inquinanti nel materiale di matrice. A tale scopo è stato utilizzato un modello semplice applicabile alle ripartizioni particellari.

Nella prassi gli inquinanti possono essere ripartiti in modi diversi. È fondamentale conoscere la ripartizione degli inquinanti per definire la quantità minima di materiale da prelevare e la procedura di campionamento.

Si distinguono le ripartizioni indicate nel seguito.

Tabella 14

Ripartizioni degli inquinanti, esempi

	Ripartizione degli inquinanti	Esempi	Descrizione
	Contaminazione particellare = proporzionale al volume	<ul style="list-style-type: none"> • materiali di scavo contenenti residui di pavimentazioni stradali, particelle di creosoto, • materiali provenienti da parapalle contenenti frammenti di proiettili, • scorie provenienti dagli IIRU 	L'inquinante considerato è presente in forma particellare fra i granuli non contaminati del materiale di matrice.
	Contaminazione superficiale del materiale della matrice = proporzionale alla superficie	<ul style="list-style-type: none"> • materiali di scavo contenenti olio da riscaldamento, diesel, benzina, • pietrisco dei binari contaminato con PAK, idrocarburi alifatici 	L'inquinante considerato è assorbito sulla superficie dei granuli del materiale di matrice e forma degli strati sottili sui granuli.
	Inquinanti sotto forma di fasi	<ul style="list-style-type: none"> • materiali di scavo contenente solventi clorurati, • materiali di scavo contenenti olio da riscaldamento, diesel, benzina, • materiali di scavo contenenti particelle di creosoto 	Gli inquinanti in fase liquida formano gocce, grumi o micelle fra i granuli del materiale matrice.
	Saturazione di inquinanti	<ul style="list-style-type: none"> • materiali contenenti percloroetilene (Per), • materiali contenenti piombo in forma ossidata 	L'inquinante considerato si è depositato o integrato nei micropori o nella struttura cristallina dei granuli del materiale di matrice.

10.1 Contaminazione particellare

Esempi: materiali di scavo contenenti residui di pavimentazioni stradali (PAK), particelle di creosoto, frammenti di proiettili (piombo metallico)

L'inquinante considerato è presente in forma particellare ripartito casualmente fra i granuli non contaminati del materiale di matrice. Il tenore di inquinanti delle particelle è indipendente dalle dimensioni dei granuli del materiale di matrice (= ripartizione proporzionale al volume). La frazione di particelle contenente l'inquinante considerato è ripartita casualmente nel materiale di matrice.

Più la frazione di particelle contenente l'inquinante è ridotta, più aumenta l'eterogeneità su piccola scala.

La quantità minima di materiale da prelevare è perciò inversamente proporzionale alla frazione massica della frazione di particelle contenente l'inquinante.

10.2 Contaminazione superficiale del materiale di matrice

Esempi: materiali di scavo contenenti olio da riscaldamento, diesel, benzina; pietrisco dei binari contaminato

Le immissioni liquide o allo stato gassoso comportano generalmente una contaminazione superficiale del materiale di matrice con l'inquinante considerato.

L'inquinante assorbito sulla superficie dei granuli del materiale di matrice e forma degli strati sottili. L'interno dei granuli non è contaminato. Il tenore di inquinanti dipende dalla superficie specifica del materiale di matrice (= ripartizione proporzionale alla superficie). Il materiale a granulometria fine (p. es. sabbia fine, limo) presenta per unità di volume dei tenori di inquinanti superiori rispetto al materiale a granulometria grossa (p. es. ghiaia).

I materiali contaminati in superficie possono essere considerati quasi omogenei. La quantità di materiale da prelevare deve essere sufficiente per rappresentare l'intero spettro granulometrico.

10.3 Inquinanti sotto forma di fasi

Le **sostanze in fase liquida** formano gocce, grumi o micelle fra i granuli del materiale del sottosuolo. Si distingue fra sostanze con un peso specifico >1 (DNAPL) e sostanze con un peso specifico <1 (LNAPL).

Esempi: DNAPL come percloroetilene (Per), olio di catrame LNAPL come olio da riscaldamento, diesel, benzina

Spesso si tratta di materiali contenenti un fase volatile per i quali il prelievo di campioni liner è perfettamente indicato.



La *saturazione residuale* indica la quantità massima di liquido che può essere assorbita da un materiale di matrice senza che la fase liquida fuoriesca per l'effetto della gravità.

In fisica questo fenomeno si spiega così: gli accumuli di liquidi presenti in uno spazio poroso non sono collegati fra loro macroscopicamente, pertanto il liquido non può scorrere. La porosità residuale dipende dalla porosità utile, dalla fluidità e dal tenore di acqua e aria del materiale.

Per campionare un materiale che presenta una saturazione residuale, si procede come per i materiali soggetti a contaminazione particellare.

Nel presente aiuto all'esecuzione il tema delle *sostanze in fase solida* (p. es. metalli) è descritto nel paragrafo relativo alla contaminazione particellare.

Esempio:

materiali provenienti da parapalle contenenti frammenti di proiettili (p. es. piombo, leghe di rame)

10.4 Saturazione di inquinanti

Esempi: tetracloroetilene (percloroetilene, Per), piombo in forma ossidata, cromati nei granulati di ghiaia

L'inquinante si è depositato o integrato nei micropori dei granuli del materiale di matrice. Poiché generalmente non si conosce il grado di incorporazione degli inquinanti nel materiale di matrice, questo tipo di inquinamento è relativamente difficile da valutare. Se la diffusione è ridotta, la ripartizione degli inquinanti può essere valutata come nel caso di una contaminazione superficiale. Se la diffusione è estesa, occorre tenere conto della ripartizione degli inquinanti sia sotto il profilo di una contaminazione particellare sia sotto quello di una contaminazione superficiale.

Per campionare un materiale saturo, si procede come per i materiali soggetti a contaminazione particellare.

11 Quantità minima del materiale da prelevare

La quantità minima di materiale da prelevare corrisponde alla massa del materiale da prelevare e analizzare dopo essere stata eventualmente preparata sul campo (p. es. vagliatura o divisione) per formulare una supposizione rappresentativa sul tenore di inquinanti in un dominio considerato omogeneo. La massa dei campioni semplici incide direttamente sul campo di dispersione (= varianza) dei risultati misurati per quanto riguarda il tenore medio reale di inquinanti della massa totale da analizzare.

Quando si definisce la quantità minima di materiale da prelevare, occorre distinguere, sulla base dell'ipotesi di lavoro relativa alle proprietà degli inquinanti, fra

- il materiale soggetto a contaminazione particellare, e
- la contaminazione superficiale del materiale di matrice. (cfr. 2.2, pag. 19).

In caso di dubbi conviene definire la quantità minima di materiale da prelevare partendo dal presupposto che il materiale è soggetto a contaminazione particellare.

11.1 Determinazione della quantità minima del materiale da prelevare in caso di contaminazione particellare

Le basi teoriche che consentono di determinare la quantità minima di materiale da prelevare in caso di contaminazione particellare sono descritte nell'allegato 3 (pagg. 85 e segg.). Si può inoltre fare riferimento alla letteratura specializzata: [13], [16], [27].

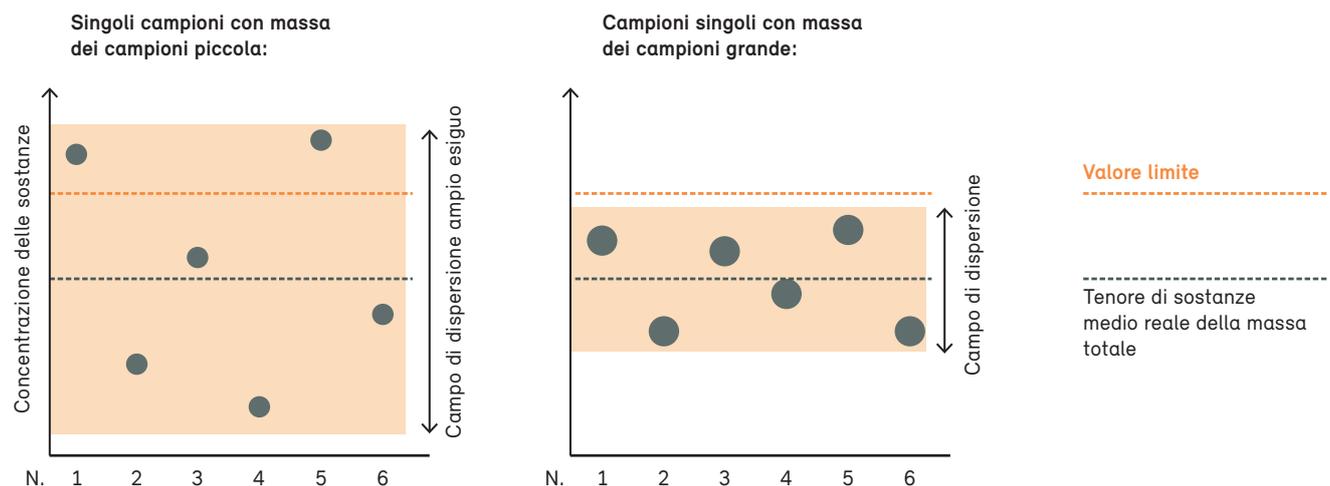
Da queste basi teoriche si ricavano i principi fondamentali della quantità minima di materiale da prelevare applicabili nella pratica. Questi principi, descritti nel seguito, rappresentano un compromesso ragionevole fra errore statistico accettabile, facilità di manipolazione dei campioni e ripartizioni tipiche delle particelle inquinanti.

11.1.1 Stima del diametro massimo dei componenti

La quantità minima di materiale da prelevare è definita in funzione del diametro massimo dei componenti del materiale da campionare.

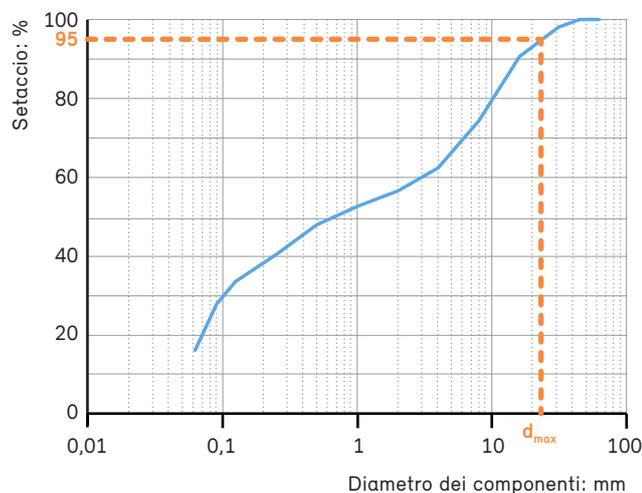
Figura 32

campioni provenienti dallo stesso materiale, incidenza della massa dei campioni semplici sul campo di dispersione dei risultati misurati per quanto riguarda il tenore medio reale di inquinanti della massa totale da analizzare (rappresentazione schematica)



Per diametro massimo si intende il diametro superiore o uguale a quello del 95 per cento dei componenti del materiale.

Figura 33
Esempio di curva granulometrica, determinazione del diametro massimo dei componenti d_{max}



La presenza di componenti di grandi dimensioni che devono essere vagliati ed esclusi dal campione (p. es. le grandi pietre e i blocchi) deve essere indicata nel protocollo di prelievo.

Al momento della pianificazione di un campionamento, si dispone tuttavia raramente di una curva granulometrica che serva da base per determinare il diametro massimo dei componenti d_{max} . In questi casi occorre quindi stimare il valore d_{max} mediante un esame visivo del materiale.

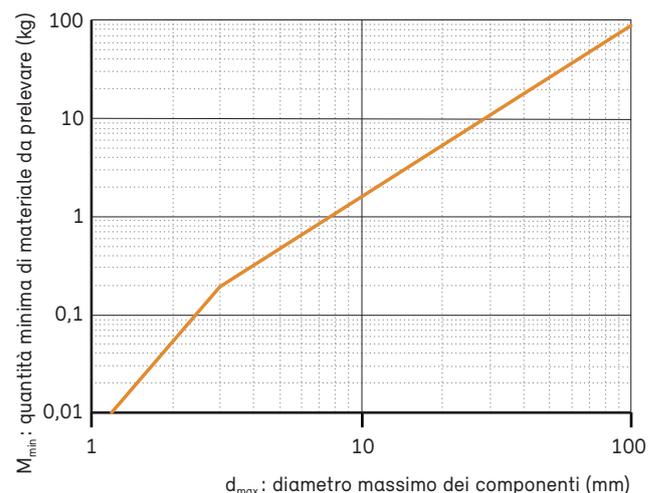
11.1.2 Determinazione della quantità minima del materiale da prelevare

- Per i campioni i cui componenti presentano un diametro massimo inferiore o uguale a 50 mm, la quantità minima di materiale da prelevare è definita secondo la fig. 34.
- La quantità minima di materiale da prelevare è proporzionale al cubo del diametro massimo dei componenti. Per questo motivo i campioni che presentano un diametro dei componenti superiore a 50 mm non possono essere valutati secondo questa regola generale. In

questi casi, infatti, occorre tenere conto di considerazioni particolari per determinare la quantità minima da prelevare.

- La regola sopra menzionata non si applica nemmeno al compost per il quale deve essere prelevata almeno la quantità seguente ([26]):
 - fino a 500 m³: prelevare almeno 60 – 80 l di materiale da campionare
 - a partire da 500 m³: prelevare almeno 120 – 160 l di materiale da campionare
- Definendo la quantità minima di materiale da prelevare con questo metodo, si prende come base un margine d'errore di campionamento relativo tollerato ϵ del 20 per cento (determinato in funzione della frazione massica di inquinanti e della dimensione dei componenti; [13], [16], [23], [27], cfr. A3.1 nell'all. 3, pag. 85 e segg., e fig. 39, pag. 88).

Figura 34
Materiale soggetto a contaminazione particellare: quantità minima del materiale da prelevare in funzione delle dimensioni massime dei componenti. (secondo [13], [16], [23], [27]). I campioni di riserva non sono compresi nella quantità minima di materiale necessaria.



11.2 Determinazione della quantità minima del materiale da prelevare in caso di contaminazione superficiale del materiale di matrice

Le basi teoriche che consentono di determinare la quantità minima di materiale da prelevare in caso di contaminazione particellare sono descritte nell'allegato 3 (pagg. 85 e segg.). Si può inoltre fare riferimento alla norma DIN 15002 ([13]).

Per i materiali di matrice in larga parte omogenei o per quelli con superficie contaminata e una densità elevata (p. es. la sabbia), si può definire la quantità minima di materiale da prelevare sulla base della formula riportata nel seguito:

$$M_{\min} \approx 0,06 d_{\max} \quad \begin{array}{l} M_{\min} \text{ in kg} \\ d_{\max} \text{ in mm} \end{array}$$

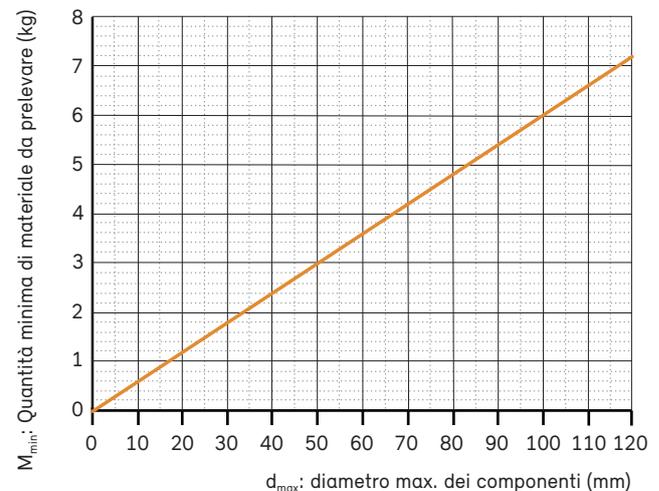
La quantità minima di materiale da prelevare è definita sempre in funzione del diametro massimo dei componenti del materiale da campionare. Per diametro massimo si intende il diametro superiore o uguale a quello del 95 per cento dei componenti del materiale (fig. 33, pag. 75).

Figura 35

Contaminazione superficiale del materiale di matrice:

Quantità minima del materiale da prelevare in funzione delle dimensioni massime dei componenti del campione, secondo [13].

I campioni di riserva non sono compresi nella quantità minima di materiale necessaria.



11.3 Determinazione della quantità minima del materiale da prelevare in caso di inquinanti sotto forma di fasi

Per le **particelle solide** si possono seguire le istruzioni contenute nella parte dedicata alla contaminazione particellare (cfr. 11.1, pag. 74).

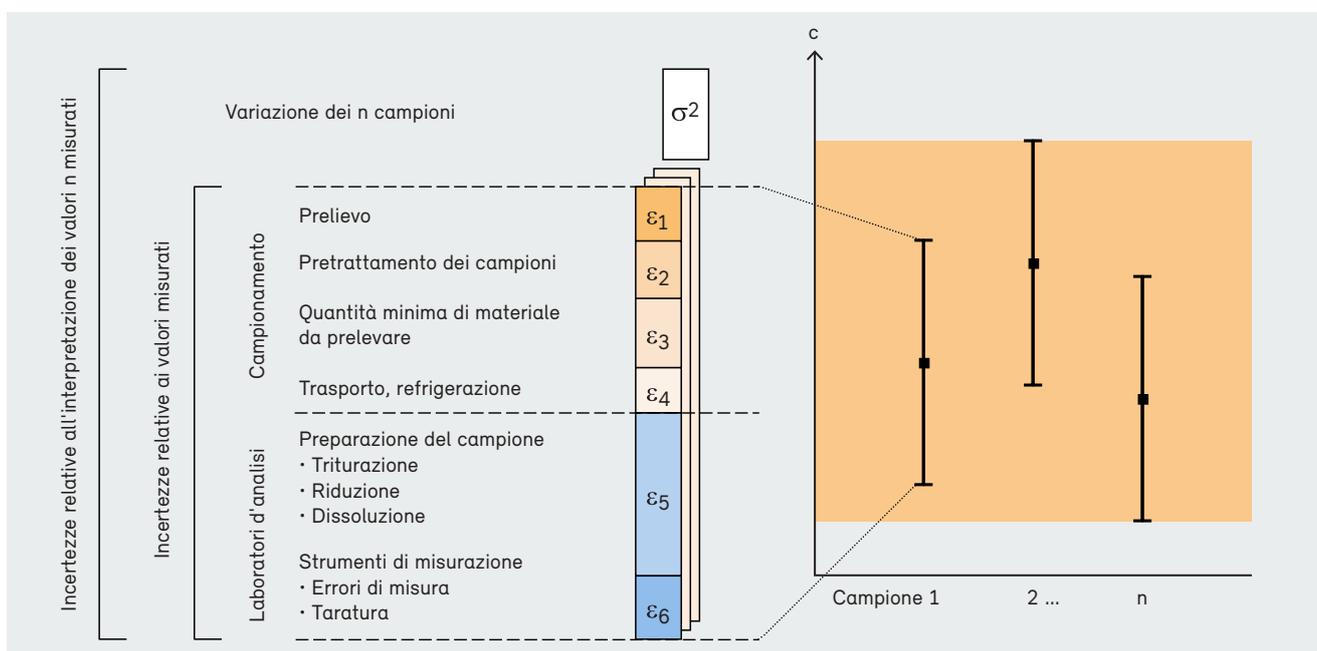
In senso stretto, gli **inquinanti in fase liquida** sono ripartiti «proporzionalmente allo spazio poroso». Il volume dello spazio poroso utile dipende dalle dimensioni dei componenti e dal grado di irregolarità granulometrica. Per determinare la quantità minima di materiale da prelevare, procedere come nel caso di una contaminazione superficiale (cfr. 11.2, pag. 76).

Se le proprietà delle particelle ripartite in forma particellare rappresentano un interesse particolare, si determina la quantità minima di materiale da prelevare seguendo le istruzioni contenute nella parte dedicata alla contaminazione particellare (cfr. 11.1, pag. 74).

12 Considerazione delle incertezze di misurazione

Figura 36

Elementi di cui tenere conto per la valutazione delle incertezze di misurazione e l'interpretazione di diversi valori misurati nello stesso dominio di omogeneità (schema, gli elementi non sono rappresentati in scala).



12.1 Incertezze legate al prelievo e all'analisi di campioni solidi

La catena dei processi che comprende il prelievo e l'analisi dei campioni è rappresentata nella fig. 36. In ciascuna tappa si verificano delle deviazioni ϵ_i del valore misurato dal valore reale che possono avere un carattere sistematico o aleatorio.

12.1.1 Stima dell'incertezza totale del valore misurato su un determinato campione

L'incertezza aleatoria totale di un valore misurato ϵ_{tot} è determinata nel modo seguente, sulla base dei diversi elementi sopra specificati ($\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n$) e secondo la funzione di Gauss di propagazione degli errori:

$$\epsilon_{tot} = \sqrt{\frac{\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2 + \dots + \epsilon_n^2}{n - 1}}$$

Le incertezze si propagano. I fattori che contribuiscono all'incertezza che compaiono in una fase della catena di processi possono essere compensati da altri fattori parziali. Ciascuna fase della catena di processi deve essere attuata con cura e conformemente allo stato della tecnica. Per questo motivo nella seconda parte del presente aiuto all'esecuzione viene presentata una vasta gamma di metodi consolidati per le diverse fasi del campionamento (cfr. **Parte II: Procedure e metodi**, pagg. 36 e segg.).

In generale l'incertezza sistematica ϵ_{tot} può essere stimata soltanto in modo approssimativo. Ulteriori indicazioni relative alla valutazione delle incertezze sono contenute ad esempio in [35].

12.1.2 Contributi parziali all'incertezza di campionamento

I contributi parziali all'incertezza di campionamento possono essere classificati secondo il modello seguente.

Luogo di prelievo ϵ_1

- Quando i rifiuti da campionare presentano un'eterogeneità su larga scala, la localizzazione del punto di prelievo può influenzare sensibilmente i risultati delle misurazioni. Per questo motivo in presenza di lotti di rifiuti di grandi dimensioni devono essere prelevati diversi campioni semplici ripartiti su tutto il lotto (cfr. 2.3.2, pag. 20).
- Sulla base delle informazioni sul sito disponibili, l'esperto definisce nell'ambito della pianificazione del campionamento un dominio di omogeneità caratterizzato da proprietà litologiche e chimiche costanti (cfr. ipotesi di lavoro relativa alle sostanze e alle loro proprietà). Il campione deve essere rappresentativo di questo dominio di omogeneità. Se il dominio da valutare non corrisponde pienamente ai criteri di omogeneità sopra menzionati, il valore misurato non rifletterà esattamente le sue proprietà reali (cfr. 11, pagg. 74 e segg. nonché fig. 34, pag. 75 e fig. 35, pag. 76).

Trattamento preliminare del campione ϵ_2

- Le operazioni di miscelazione e divisione effettuate nell'ambito del trattamento preliminare del campione devono coprire tutto lo spettro granulometrico.
- Quando si scartano frazioni grossolane, occorre seguire procedure particolari (cfr. 3.3.6, pag. 29).

Quantità minima di materiale di prelevare ϵ_3

- La quantità minima di materiale da prelevare è definita sulla base di modelli di ipotesi relativi all'eterogeneità su piccola scala (cfr. 2.3.1, pag. 20). Le quantità minime di materiale determinate per i materiali soggetti a contaminazione particellare secondo la fig. 34 (pag. 75) comprendono un margine d'errore di campionamento relativo tollerato del $\epsilon = 20$ per cento con un intervallo di confidenza del 95 per cento ([23], [27]).
- Lo stesso dicasi per il diametro massimo dei componenti d_{max} , che nella maggior parte dei casi può essere stimato soltanto in modo rappresentativo e che comporta quindi una certa incertezza.

- Il prelievo di campioni da sostanze volatili implica delle perdite non quantificabili che possono influire sensibilmente sul risultato (cfr. 3.3.1, pag. 27).

Trasporto e raffreddamento ϵ_4

Nel caso delle sostanze volatili un imballaggio non idoneo, l'assenza di refrigerazione e tempi di trasporto e deposito prolungati possono comportare errori importanti (cfr. cap. 5, pag. 32 e segg.).

Incerezze legate all'analisi in laboratorio ϵ_5 e ϵ_6

Le incerezze sistematiche legate alla preparazione di campioni e alla loro analisi in laboratorio sono trattate nell'aiuto all'esecuzione *Analysemethoden im Abfall- und Altlastenbereich* [23].

12.2 Considerazione dell'incertezza nella rappresentazione di valori misurati: numero di cifre significative

I risultati ottenuti mediante gli strumenti di misurazione utilizzati nei laboratori di analisi comportano generalmente 4 o 5 decimali significativi, a volte anche di più. Questi risultati nascondono spesso un'imprecisione nettamente superiore a quella descritta prima, che è legata al campionamento e si distingue per il suo carattere sistematico e inevitabile. I risultati delle misurazioni devono perciò essere rappresentati in modo da tenere conto dell'imprecisione sistematica legata al campionamento evitando di creare un'illusione di precisione.

Nei testi legislativi e negli aiuti all'esecuzione, i valori misurati e i valori indicativi o limite sono confrontati sulla base di due cifre significative. Nei rapporti si raccomanda pertanto di arrotondare i risultati delle misurazione a due cifre (cfr. [23], [34]).

Esempi:

Tabella 15

Cifre significative e valori misurati arrotondati, esempi, secondo [23]

Valore limite	Valore misurato	Indicazione del valore misurato nei rapporti		Valutazione
		Rappresentazione	Numero di cifre significative	
10	10,27	10	2	Valore limite rispettato
10	10,53	11	2	Valore limite non rispettato
1000	1012	1000	2	Valore limite rispettato
1000	1070	1100	2	Valore limite non rispettato
0,1	0,104	0,10	2	Valore limite rispettato
0,1	0,136	0,14	2	Valore limite non rispettato
0,1	<0,050	<0,05	2	Valore limite rispettato
0,01	0,0105	0,011	2	Valore limite non rispettato

12.3 Incertezza e valori limite o altri valori legali determinanti: regole da applicare

I valori misurati sono sempre soggetti a un certo grado di incertezza. Nelle dichiarazioni dei rifiuti occorre prestare attenzione ai tenori di sostanze che si avvicinano ai valori limiti o a altri valori determinanti.

- Per stabilire se un campione rispetta il valore limite o il valore determinante, conviene basarsi esclusivamente sul valore ottenuto, senza sottrarre né aggiungere incertezze.
- In presenza di diversi campioni di uno stesso lotto di rifiuti e quindi di diversi valori, si raccomanda di utilizzare sempre la media di tutti i valori (cfr. [23]).

Queste regole non possono applicarsi a tutti i possibili casi. La qualità di una dichiarazione di rifiuti dipende principalmente dal campionamento e, nella maggior parte dei casi, soltanto in seconda battuta dai metodi di analisi impiegati.

Le presenti regole non devono in alcun caso frenare o limitare le riflessioni dell'autore del prelievo o dell'esperto circa le incertezze da considerare nell'ambito della formulazione dell'ipotesi di lavoro relativa alle sostanze e alle loro proprietà, all'elaborazione del piano di campionamento e alla documentazione del campionamento.

Le incertezze relative ai processi di prelievo e analisi devono essere valutate e discusse al momento dell'elaborazione del rapporto di analisi.

Allegato 1: Basi

A1.1 Basi legali

LPAmb

Legge federale del 7 ottobre 1983 sulla protezione dell'ambiente (LPAmb, RS 814.01).

OPSR

Ordinanza del 4 dicembre 2015 sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (OPSR, RS 814.600).

OSiti

Ordinanza del 26 agosto 1998 sul risanamento dei siti inquinati (OSiti, RS 814.680).

O suolo

Ordinanza del 1° luglio 1998 contro il deterioramento del suolo (O suolo, RS 814.12).

A1.2 Norme rilevanti del settore campionamento

[1]

ASTM (2007): Standard Practice for Sampling Waste Streams on Conveyors (ASTM D7204-07).

[2]

ASTM (2011): Standard Guide for Sampling of Drums and Similar Containers by Field Personnel (ASTM D6063-11).

[3]

ASTM (2012): Standard Practice for Sampling Consolidated Solids in Drums or Similar Containers (ASTM D5679-94a, Reapproved 2012).

[4]

ASTM (2013): Standard Practice for Sampling Unconsolidated Waste From Trucks (ASTM D5658-13).

[5]

ASTM (2014): Standard Practice for Sampling Unconsolidated Solids in Drums or Similar Containers (ASTM D5680-14).

[6]

BSi British Standards (2006): Characterization of waste. Sampling of waste materials. Guidance on sampling techniques (CEN/TR 15310-2, 29.12.2006).

[7]

BSi British Standards (2006): Characterization of waste. Sampling of waste materials. Guidance on procedures for sample packaging, storage, preservation, transport and delivery (CEN/TR 15310-4, 29.12.2006).

[8]

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2008): Gefährdung durch Hautkontakt. Ermittlung, Beurteilung, Massnahmen. Technische Regel für Gefahrstoffe 401 (TRGS-401), www.baua.de.

[9]

DIN (2009): Untersuchung von Feststoffen – Probenvorbereitung, -vorbereitung und -aufarbeitung für chemische, biologische und physikalische Untersuchungen (DIN 19747, luglio 2009).

[10]

DIN (2011): Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden – Anleitung zur Probenvorbereitung (DIN 16179-11).

[11]

DIN (2011): Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung (DIN 18123-11).

[12]

DIN (2014): Untersuchung von Feststoffen. Probenahme von festen und stichfesten Materialien. Teil 1: Anleitung für die segmentorientierte Entnahme von Proben aus Haufwerken (DIN 19698-1, maggio 2014).

[13]

DIN (2015): Charakterisierung von Abfällen – Herstellung von Prüfmengen aus der Laborprobe (DIN 15002-15, luglio 2015).

[14]

Comitato europeo di normazione (1996): Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Parte 1: Metodi di campionamento (EN 932-1).

[15]

EPA(2002): RCRA Waste Sampling. Draft Technical Guide. Planning, Implementation and Assessment. Solid Waste and Emergency Response (5305W, EPA530-D-02-002, August 2002, www.epa.gov/osw).

[16]

LAGA (1983): LAGA PN 2/78K Grundregeln für die Entnahme von Proben aus Abfällen und abgelagerten Stoffen. Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 9, Dezember 1983.

[17]

LAGA (2001). LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen. Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 32, Dezember 2001.

[18]

VSS (1986): Mineralische Baustoffe und Lockergesteine. Siebanalyse. Granulats minéraux et sols. Analyse granulométrique par tamisage (SN 670 810c, 1986).

[19]

VSS (1991): Mineralische Baustoffe, Probenahme. Granulats minéraux. Prélèvement d'échantillons (SN 670 800c, febbraio 1991).

A1.3 Altri riferimenti

[20]

Aichberger K. et al, 1985, Soil sampling for trace element analysis and its statistical evaluation, in: Gomez A., Leschber R., L'Hermite P. (ed.), Sampling problems for the chemical analysis of sludge, soils and plants. Elsevier Applied Science Publishers, 38 – 44, London.

[21]

UFAM (2006): Indennità per gli impianti di tiro secondo l'OTaRSi. Comunicazioni dell'UFAM in veste di autorità esecutiva. Pratica ambientale, Siti contaminati 34/06, UV-0634-I.

[22]

UFAM (2016): Campionamento del legno usato. – Scheda informativa aprile 2016, www.bafu.admin.ch.

[23]

UFAM (2017): Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich (Stand 2017). – Vollzug Umwelt, UV-1715-D.

[24]

UFAM (in fase di elaborazione): Vollzugshilfe zur Entsorgung von Schlämmen aus der Bauwirtschaft (aiuto all'esecuzione in fase di elaborazione).

[25]

Ufficio federale dei trasporti (UFT) (2002): Direttiva sul materiale di scavo dei binari: Pianificazione delle opere, valutazione e smaltimento del materiale di scavo dei binari. Settembre 2002.

[26]

Bundesgütergemeinschaft Kompost e.V. (editore) (2006): Methodenbuch zur Analyse organischer Düngemittel, Bodenverbesserungsmittel und Substrate. 5. Auflage.

[27]

Bunge R. & Bunge K. (1999): Probenahme auf Altlasten: Minimal notwendige Probenmasse. – altlasten spektrum 3/99 174 – 179.

[28]

UFAFP (2003): Prelievo e trattamento preliminare dei campioni per l'analisi del tenore di sostanze nocive nel suolo. Manuale sul prelievo di campioni di suolo (0 suolo). Pratica ambientale, VU-4814-I.

[29]

ChloroNet (editore) (2008): Leitfaden Chlorierte Kohlenwasserstoffe: Stoffeigenschaften. UFAM, maggio 2008: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/altlasten/fachinformationen/chloronet.html>.

[30]

ChloroNet (ed.) (2016): Untersuchung von CKW-Belastungen. Expertenbericht. UFAM, ottobre 2016. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/altlasten/fachinformationen/chloronet.html>.

[31]

De Zorzi, P. et al (2015): Terminology in Soil Sampling (IUPAC Recommendations 2005). – Pure Appl. Chem., Vol. 77, No. 5, . 827 – 841, 2005.

[32]

Federer P. et al, (1989): Wie repräsentativ sind Bodenanalysen? – Landwirt. Schweiz, 6, 363 – 367.

[33]

Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Ostschweiz/FL (KVU Ost) (2015): Unverschmutzter Aushub: Definition der stofflichen Qualitätsanforderungen. Faktenblatt AUS 1, 30.6.2015.

[34]

Poppitz, W. (2010): Angabe und Beurteilung der Ergebnisse von Einzelmessungen unter Berücksichtigung der Messungenauigkeit und der Rundungsregel. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, ottobre 2010.

[35]

Spirgath, Th. (2006): Entwicklung von Kriterien zur Beurteilung der Unsicherheiten bei der Probennahme von Feststoffen. Diss. Freie Univ. Berlin (2006).

[36]

SUVA (2014): Smaltimento in discarica di rifiuti contenenti amianto in matrice friabile. Scheda tematica n. 33063.i, novembre 2014, www.suva.ch/waswo/33063.i.

[37]

SUVA (2014): Smaltimento in discarica di rifiuti contenenti amianto in matrice compatta. Scheda tematica n. 33064.i, novembre 2014, www.suva.ch/waswo/33064.i.

[38]

SUVA (2015): Tutto quello che dovete sapere sui DPI. Documento sui dispositivi di protezione individuale destinato alle aziende. Pubblicazione informativa 44091.i.

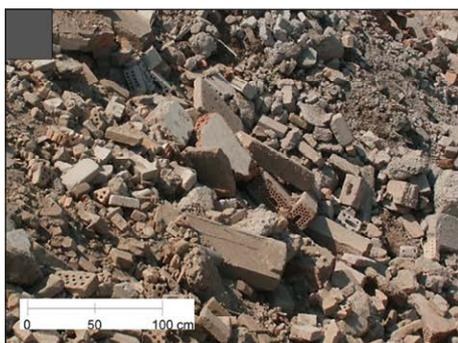
[39]

Terry R.D. & Chilingar G.V. (1955): Summary of "Concerning some additional aids in studying sedimentary formations" by M.S. Shvetsov. – Journ. Sed. Petrology 25/3, 229 – 234.

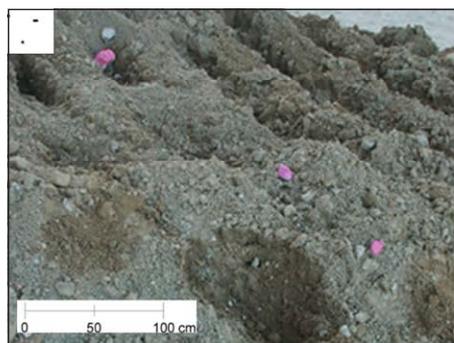
[40]

ZAR Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung (Hrsg.) (2014): Methodenband Probenahme, Probenaufbereitung und Analyse der thermischen Abfallbehandlung und deren Aufbereitungsprodukten. – März 2014.

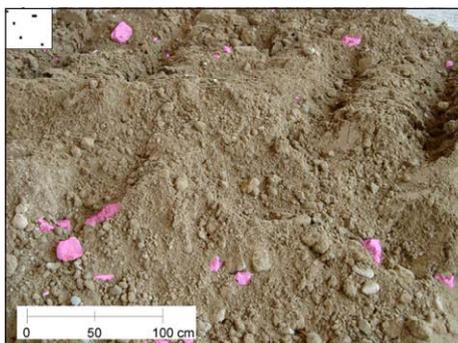
Allegato 2: Stima delle percentuali di inquinanti



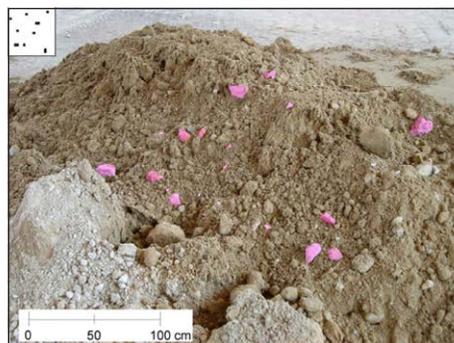
Riferimento:
rifiuti edili
minerali, 100%



1%



2%



3%



4%



5%

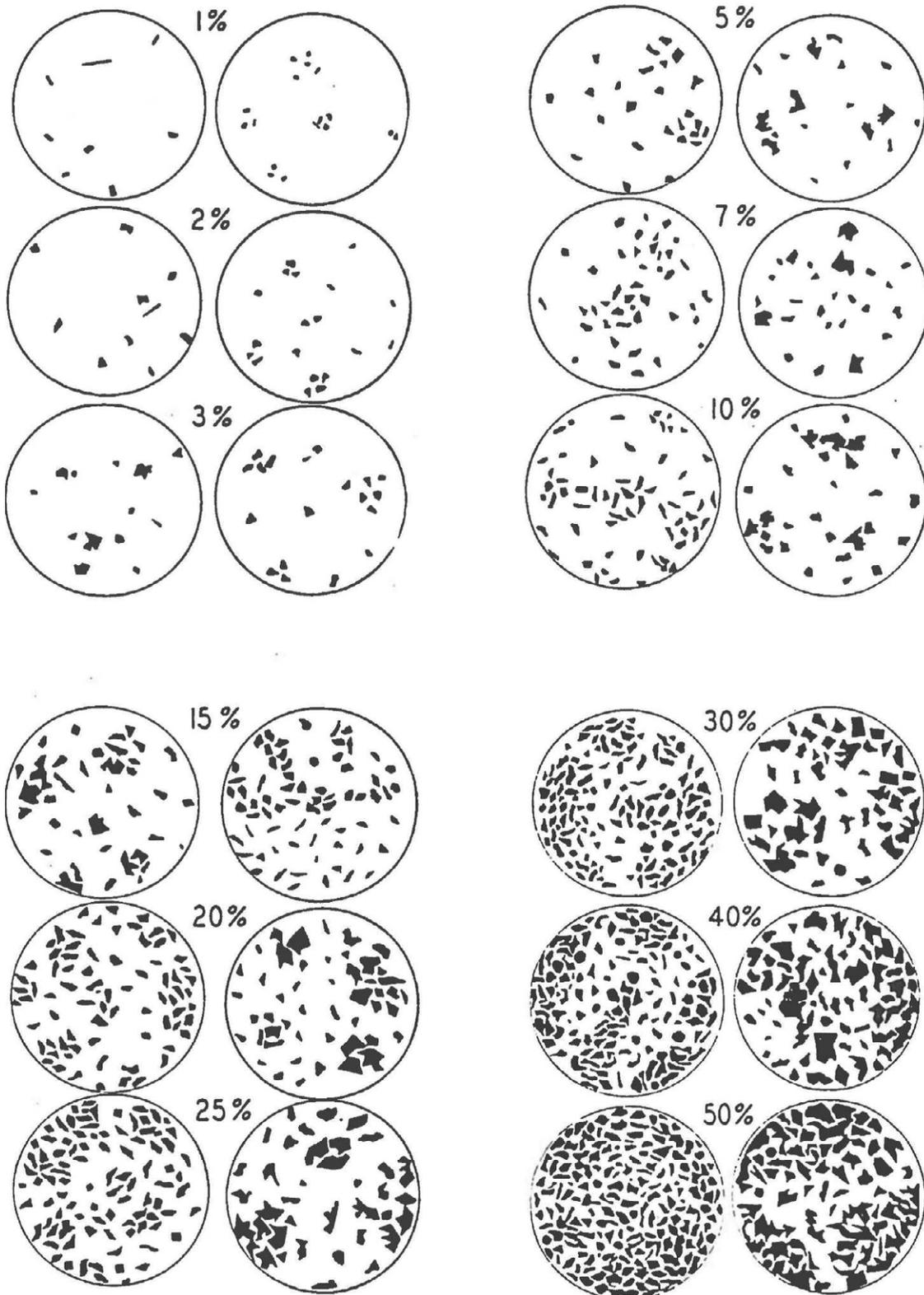


7%



9%

Adattato da [39]



Allegato 3: Quantità minima di materiale da prelevare – basi teoriche

Abbreviazioni

d_{max}

diametro massimo delle particelle potenzialmente contaminate, 95° percentile della curva granulometrica.

d_5

granulometria «minima» delle particelle potenzialmente contaminate, 5° percentile della curva granulometrica.

In una soluzione (composta ad es. da sale da cucina e acqua) le concentrazioni sono le stesse ovunque. Per il campionamento non importa né il punto di prelievo del campione né il volume del campione scelto, poiché ogni volume parziale dalla soluzione ha la stessa composizione.

Invece, se si preleva un campione da una quantità definita di rifiuti solidi (denominata «lotto»), il suo tenore di inquinanti differisce generalmente dal tenore di inquinanti di tutto il lotto, perché quest'ultimo non presenta la stessa composizione in tutti i punti. Spesso si parla anche di eterogeneità del materiale per indicare questo fenomeno.

Il campionamento deve essere effettuato in modo che il campione prelevato sia rappresentativo delle caratteristiche dell'intero lotto da valutare, nonostante l'eterogeneità di quest'ultimo.

Conviene pertanto procedere tenendo conto del tipo di eterogeneità. A tal fine si distinguono i casi seguenti.

- **Eterogeneità macroscopica.** In una scala di diversi metri la concentrazione di inquinanti varia da un punto all'altro. In questi casi occorre determinare prima del campionamento se procedere ai prelievi seguendo una griglia regolare o se dividere il lotto in modo specifico. Queste tecniche tuttavia non sono oggetto del presente aiuto all'esecuzione (cfr. 9.3, pag. 69).
- **Eterogeneità su piccola scala.** Anche su piccola scala, ovvero ad alcuni centimetri, la composizione del materiale di un lotto può variare sensibilmente. Se la concentrazione di inquinanti può variare fortemente fra le singole particelle, le particelle possono al contempo essere diffuse in modo irregolare nei rifiuti (cfr. 9.2, pag. 68).
- **Eterogeneità temporale.** La composizione dei rifiuti provenienti da processi industriali può variare nel corso del tempo. Per prelevare campioni rappresentativi, occorre impiegare dei campionatori automatici o delle tecniche di campionamento stratificate (cfr. 9.4, pag. 70).

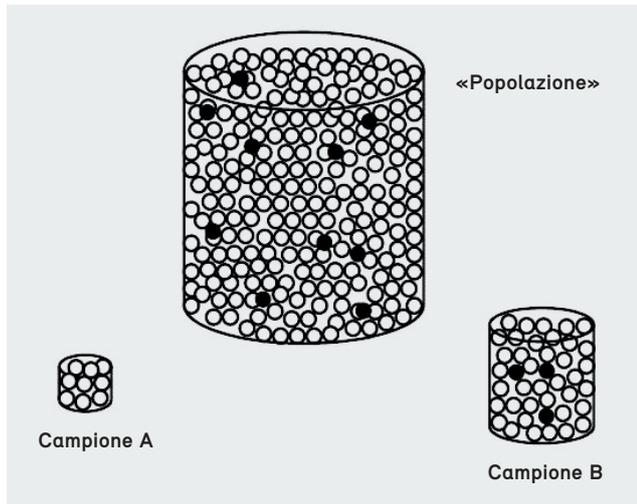
A3.1 Materiale soggetto a contaminazione particellare (= ripartizione delle sostanze proporzionale al volume)

Se si prelevano dei campioni in modo aleatorio da una quantità importante di materiale contenente tenori diversi di inquinanti e si procede alla loro analisi, si ottengono risultati che comportano un margine d'errore relativo ε .

Questo errore fondamentale dipende dalla composizione del materiale, dalle sue caratteristiche chimiche, dalla forma delle particelle che lo compongono nonché dalla distribuzione granulometrica e non può essere ridotto mediante miscelazione o omogeneizzazione.

Nella fig. 37 è rappresentato un sistema modello composto da numerose sfere bianche e poche sfere nere ([15]). Le sfere nere rappresentano le particelle di inquinanti nel materiale. Se si preleva un campione composto da poche sfere (campione A), è poco probabile che contenga una o più sfere nere. In molti casi, perciò, la percentuale di sfere nere nella popolazione sarà sottostimata. Invece in altri casi rari (campioni contenenti una o più sfere nere) la percentuale sarà sovrastimata.

Figure 37
Incidenza delle dimensioni del campione sull'errore fondamentale
Estratto da [15]



Se si aumenta il volume del campione (campione B), il numero di sfere nere sarà più rappresentativo della composizione del sistema modello.

L'equazione sottostante, ripresa da [27], consente di calcolare la quantità minima del materiale da prelevare per i materiali soggetti a contaminazione particellare:

$$(1) \quad M_{\min} = \frac{1}{p} \left(\frac{z}{\varepsilon} \right)^2 \frac{\pi \rho}{6} \frac{1}{1 + 3 \lg \frac{d_{\max}}{d_5}} d_{\max}^3$$

- M_{\min} Quantità minima di materiale in g
 d_{\max} Diametro massimo delle particelle (95° percentile) in cm
 d_5 Diametro del 5° percentile delle particelle in cm
 ρ Densità media delle particelle in g/cm³
 p Frazione di particelle che possiede la caratteristica considerata (cfr. fig. 28, pag. 67): se ogni singola particella del campione contiene la stessa quantità di sostanza considerata, p è = 1. Per le sostanze presenti in una concentrazione superiore, si può utilizzare un valore $p = 0,1$, per le sostanze in concentrazione ridotta (p. es. elementi in tracce), si può utilizzare $p = 0,001$.
 z Intervallo di confidenza

ε Margine d'errore di campionamento relativo tollerato. Il margine d'errore relativo ε corrisponde al quoziente fra l'errore assoluto e il valore esatto.

I parametri impiegati nell'equazione (1) assumono tipicamente i valori seguenti:

Intervallo di confidenza
 $\alpha = 95 \%$, $z = 1,96$

Margine d'errore di campionamento relativo tollerato
 $\varepsilon = 20 \%$

Frazione massica delle particelle inquinanti
 $p = \text{de } 0,1 \text{ à } 10 \%$

Densità media delle particelle minerali portatrici di inquinanti
 $\rho = 2,5 \text{ g/cm}^3$

Densità media delle particelle organiche portatrici di inquinanti
 $\rho = 2,5 \text{ g/cm}^3$

Densità media delle particelle metalliche portatrici di inquinanti
 $\rho = 10 \text{ g/cm}^3$

Dimensioni massime delle particelle inquinanti
 $d_{\max} = \text{de } 0,1 \text{ à } 10 \text{ cm}$

Spettro di distribuzione granulometrica
 $\lg (d_{\max}/d_5) = \text{de } 1 \text{ à } 2$

Sulla base di queste ipotesi, si stima la quantità minima di materiale da prelevare M_{\min} , per non superare il margine d'errore ε mediante l'equazione seguente ([27]):

(2)

$$M_{\min} = \frac{10 \rho}{p} d_{\max}^3$$

M_{\min} in g
 ρ in g/cm³
 d_{\max} in cm
 p frazione massica particelle inquinanti

La quantità minima di materiale da prelevare dipende perciò solo dalla frazione massica, dalle dimensioni e dalla densità delle particelle inquinanti.

Da questa formula si ricava il rapporto fra il diametro massimo delle particelle di inquinanti d_{\max} e la quantità minima di materiale da prelevare M_{\min} (fig. 38, fig. 39) rappresentato nel seguito sotto forma di grafici.

Figura 38

Materiale soggetto a contaminazione particellare:

rapporto fra la quantità minima di materiale da prelevare e il diametro massimo delle particelle inquinanti d_{\max} , sulla base delle seguenti ipotesi:

- densità delle particelle inquinanti $\rho_S = 2,5 \text{ g/cm}^3$,
- margine d'errore di campionamento relativo tollerato $\varepsilon = 20 \%$,
- spettro di distribuzione granulometrica $\log(d_{\max}/d_{10}) = 1,5$ secondo [27].

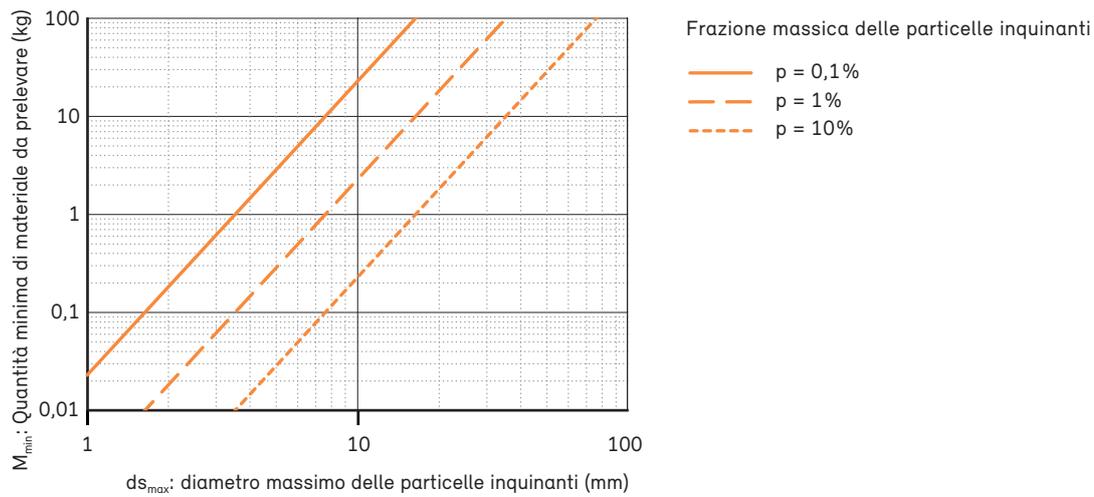
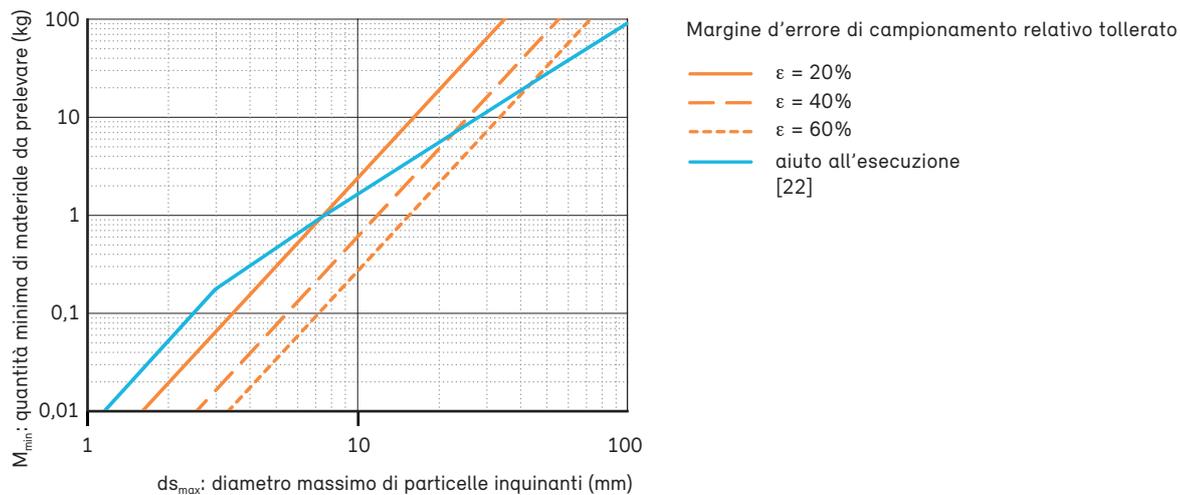


Figura 39

Materiale soggetto a contaminazione particellare:

rapporto fra la quantità minima di materiale da prelevare e il diametro massimo delle particelle d_{max} , sulla base delle seguenti ipotesi:

- densità delle particelle inquinanti $\rho_S = 2,5\text{g/cm}^3$,
- margine d'errore di campionamento relativo tollerato $\epsilon = 20, 40$ et 60% ,
- spettro di distribuzione granulometrica $\log(d_{max}/d_{10}) = 1,5$ (secondo [27]).



Esempio: si deve procedere al campionamento di materiali di scavo miscelati con residui di pavimentazioni di asfalto, i quali possono essere indicati con una frazione massica p del 5 per cento. Tali residui hanno inoltre una densità di $\rho \approx 2,2\text{g/cm}^3$. Lo spettro granulometrico delle particelle di inquinanti va da 1 a 20 mm. Con un margine d'errore relativo tollerato di $\epsilon = 20$ per cento e un intervallo di confidenza del 95 per cento ($z = 1,96$) utilizzando l'equazione (2) si calcola una quantità minima di materiale da prelevare di 3,6 kg.

Una volta effettuati il prelievo e l'analisi, mediante l'equazione (2) è anche possibile determinare il margine d'errore relativo tollerato ϵ confrontando la quantità minima teorica di materiale da prelevare con quella effettivamente prelevata (fig. 40).

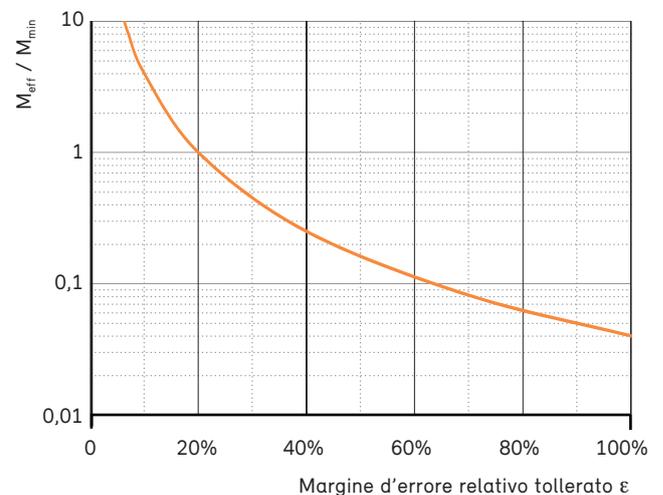
Se nell'esempio sopra riportato si prelevano soltanto 360g invece dei 3,6 kg necessari ($M_{eff}/M_{min} = 0,1$), occorrerà prevedere un errore del 60 per cento circa, come indicato nella fig. 40.

Figura 40

Rapporto fra il margine di errore

Rapporto fra il margine d'errore relativo tollerato ϵ e il quoziente fra la quantità di materiale effettivamente prelevata M_{eff} e la quantità minima da prelevare necessaria M_{min} , sulla base delle ipotesi seguenti:

- densità delle particelle inquinanti $\rho_S = 2,5\text{g/cm}^3$,
- spettro di distribuzione granulometrica $\log(d_{max}/d_{10}) = 1,5$ (secondo [27]).



A3.2 Materiale di matrice contaminato in superficie (= ripartizione di sostanze proporzionali alla superficie)

In caso di contaminazione superficiale del materiale di matrice le formule sopra riportate non sono applicabili. Se vengono comunque applicate «per sicurezza», si otterrà un risultato troppo elevato, che indurrà a prelevare una quantità di materiale più elevata del necessario ([27]).

Un campione rappresentativo del tenore delle sostanze deve anche riflettere correttamente la distribuzione granulometrica, anche quando la superficie del materiale di matrice è contaminata. A tal fine si può fare riferimento alla norme DIN 18123 (Bestimmung der Korngrößenverteilung, [11]) e DIN 15002 (Charakterisierung von Abfällen, [13]).

Le quantità minime di materiale da prelevare definite secondo la norma DIN 18123 ([11]) sono calcolate su una base puramente statistica e nell'ipotesi di una ripartizione uniforme delle sostanze su tutte le frazioni granulometriche. Poiché l'esperienza ha mostrato che la percentuale di granulometria fine è molto elevata su tutta la superficie del materiale del sottosuolo a granulometria non uniforme, le norme LAGA ([16]) e, in epoca recente, la norma DIN 15002 ([13]) propongono delle quantità minime di materiale da prelevare meno elevate che tuttavia consentono di ottenere dei risultati accettabili ad esempio per le ghiaie limose e le sabbie poco ghiaiose. Nell'ambito della norma DIN 15002 ([13]) le quantità minime di materiale da prelevare sono definite tenendo conto soprattutto dei tenori di sostanze della frazione fine del campione.

Quando il materiale di matrice è contaminato in superficie, si stima la quantità minima di materiale da prelevare mediante la formula contenuta nell'allegato B della norma DIN 15002 ([13]):

$$(3) \quad M_{\min} = \frac{\pi}{6} d_{\max}^3 \rho g \frac{1-p}{CV^2 p}$$

- M_{\min} Quantità minima di materiale in g
- d_{\max} Diametro massimo delle particelle in cm
- ρ Densità media delle particelle in g/cm³
- g Fattore di correzione applicato alla distribuzione granulometrica: corrisponde al rapporto d_{05}/d_{95} e fornisce un'indicazione della distribuzione granulometrica. Un valore g vicino a 1 corrisponde a una distribuzione granulometrica stretta, un valore g inferiore corrisponde a una distribuzione granulometrica larga. I materiali naturali del sottosuolo presentano tipicamente un valore g di 0,25. Questo valore può essere utilizzato come riferimento quando la distribuzione granulometrica non è nota.
- p Frazione di particelle che possiede la caratteristica considerata (cfr. fig. 28, pag. 67): se ogni particella che costituisce il campione contiene la sostanza considerata in quantità identica, allora $p = 1$. Per le sostanze presenti in una concentrazione superiore, si può utilizzare un valore $p = 0,1$, per le sostanze in concentrazione ridotta (p. es. elementi in tracce), si può utilizzare $p = 0,001$.
- CV Coefficiente di variazione dell'errore totale: il coefficiente di variazione descrive la dispersione di un valore. Viene calcolato dividendo la *deviazione standard* dei valori per il loro *valore medio*. Rapporto con il margine d'errore relativo tollerato ε :
- $$\varepsilon = z \times \text{deviazione standard} / \text{valore atteso}$$
- $$CV = \text{deviazione standard} / \text{valore atteso}$$
- Con un margine d'errore di campionamento relativo di ε , il coefficiente di variazione si calcola nel modo seguente: $CV = \varepsilon/z$.
- Prendendo come base un intervallo di confidenza del 95 per cento (arrotondato) e un margine d'errore di campionamento relativo del 20 per cento, si può impiegare un coefficiente di variazione CV di 0,1.
- A seconda delle caratteristiche del materiale da campionare e dell'obiettivo dell'analisi, il valore del CV può oscillare fra 0,1 e 0,3.

Esempi di quantità di materiale calcolate secondo la formula (3):

Tabella 16

Contaminazione superficiale del materiale della matrice:

Quantità minima del materiale da prelevare calcolata secondo la formula (3) a norma DIN 15002 ([13]).

	Massa minima per campione semplice M_{min} [kg]			
	$d_{max} = 4 \text{ cm}$	$d_{max} = 1 \text{ cm}$	$d_{max} = 0,4 \text{ cm}$	$d_{max} = 0,1 \text{ cm}$
Molto eterogeneo: $p = 0,001$	2160	34	2,18	0,034
Eterogeneo: $p = 0,02$	107	1,67	0,11	0,0017
Quasi omogeneo: $p = 0,1$	19,6	0,306	0,020	0,0003

Per i materiali di matrice quasi omogenei o per quelli con superficie contaminata ($p \approx 0,1$) e una densità elevata (p. es. la sabbia), si può definire la quantità minima di materiale da prelevare sulla base della formula empirica riportata nel seguito ([13]):

(4)

$$M_{min} \approx 0,06 d_{max} \quad \begin{array}{l} M_{min} \text{ in kg} \\ d_{max} \text{ in mm} \end{array}$$

Allegato 4: Esempio di un protocollo di prelievo

Indagine: <ul style="list-style-type: none"> • N. di mandato: • Descrizione: 	
N. campione:	Data e ora del prelievo:
Luogo del prelievo: <ul style="list-style-type: none"> • Descrizione: • Coordinate: <input type="checkbox"/> GPS • Profondità dal piano di campagna: da cm a cm 	Schema, particolarità: (eventualmente utilizzare la pagina dietro) Meteo, temperatura, umidità:
Tipo di campione <input type="checkbox"/> Campione rappresentativo <input type="checkbox"/> Campione semplice <input type="checkbox"/> Campione rappresentativo di una sezione trasversale (campione misto) <input type="checkbox"/> Campione valutativo <input type="checkbox"/> Campione rappresentativo di una superficie (campione misto) <input type="checkbox"/> Campione misto verticale	
Campione <ul style="list-style-type: none"> • Umidità: <input type="checkbox"/> saturo <input type="checkbox"/> umido <input type="checkbox"/> secco • Descrizione: <ul style="list-style-type: none"> • Frazione di corpi estranei visibile • Frazioni vagliate (descrizione, peso [kg]) • Particolarità organolettiche: 	
Quantità di materiale prelevato <ul style="list-style-type: none"> • Diametro max. dei componenti d_{max} [mm]: 	Strumento per il prelievo:
<input type="checkbox"/> Contaminazione particellare <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 5px;"> </div>	Trattamento preliminare del campione <p style="text-align: right;">Metodo:</p> <input type="checkbox"/> Omogeneizzazione H1 <input type="checkbox"/> Miscelazione: M1 Divisione: <input type="checkbox"/> Divisore a compartimenti fissi A1 <input type="checkbox"/> Spalatura altern. A4 <input type="checkbox"/> Su un telo A5 <input type="checkbox"/> Altro metodo:
<input type="checkbox"/> Contaminazione superficiale del materiale di matrice: <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 5px;"> </div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Quantità minima di materiale da prelevare M_{min} [kg]: </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Quantità di materiale effettivamente prelevata M_{eff} [kg]: </div>	
Analisi da effettuare <ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio: • Indicazioni per il laboratorio: • Consegna al laboratorio (data, ora): 	Autore del prelievo: <ul style="list-style-type: none"> • Nome: • Data, visto.
Recipiente:	
Trasporto <input type="checkbox"/> refrigerato	

Allegato 5: Esempio di mandato per il laboratorio

Indagine: <ul style="list-style-type: none"> • N. di mandato: • Descrizione:

Campionamento:	Ditta:	Nome:
-----------------------	--------	-------

Laboratorio di analisi:	Ditta:
Arrivo dei campioni in laboratorio (data, ora):	

<input type="checkbox"/> Suolo / materiale di scavo in zona di sito contaminato o in discarica
<input type="checkbox"/> Strato superiore del suolo secondo O suolo
<input type="checkbox"/> Altre particelle solide

N. cam- po:	Campio- namento: • Data • Ora	Designazione del cam- pione:	Profondità: • da • a	Preparazione dei campioni:	Studio, misurazione: Programma di studio, singoli parametri	Conservare il materiale per eventuali mi- surazioni successive
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> OPSR <input type="checkbox"/> O suolo		<input type="checkbox"/>

Allegati:	<input type="checkbox"/> Protocolli di prelievo, numero:
Osservazioni, indicazioni:	
Contatto per domande, comunicazioni:	(tel., fax, e-mail):
<input type="checkbox"/> Seguono altri campioni <input type="checkbox"/> Concludere il mandato	