

# Riciclaggio di materiale di scavo e di sgombero

Parte del modulo «Rifiuti edili» dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

# Riciclaggio di materiale di scavo e di sgombero

Parte del modulo «Rifiuti edili» dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR)

# 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 concetti giuridici indeterminati contenuti in leggi e ordinanze, 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 soluzioni alternative, purché siano conformi al diritto in vigore.

## 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

Martin Tschan (UFAM)

Christoph Bilger (Bilger+Partner AG)

Antonio Bauen (Consaba GmbH)

Aliénor von Roten (UFAM)

David Hiltbrunner (UFAM)

## Gruppo di accompagnamento

Carsten Beck (cemsuisse), Cécile Bonnet (UFT), Satenig Chadoian (Divisione giuridica, UFAM), Stefan Eberhard (ARV/VBSA), Adrian Gloor (USTRA), Peter Hartmann (CHGeol), Andy Lancini (Cercle déchets, Svizzera centrale), Dejan Lukic (Infra Suisse), Laure Müller (CIRTD), Thierry Pralong (CIRTD), Andreas Roth (ASIC), Guido Schmid (Cercle déchets, Svizzera orientale/FL), Yves Spring (Cercle déchets, Svizzera nordoccidentale), Volker Wetzig (ASIC)

## Indicazione bibliografica

UFAM (ed.) 2019: Riciclaggio di materiale di scavo e di sgombero. Parte del modulo «Rifiuti edili» dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1826: 36 pagine

## Impaginazione

David Hiltbrunner, UFAM

## Foto di copertina

David Hiltbrunner, UFAM

## Link per scaricare il PDF

[www.bafu.admin.ch/1826-i](http://www.bafu.admin.ch/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

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>Riciclaggio del materiale di scavo e di sgombero</b>	<b>13</b>
1.1	Obiettivo	5	4.1	Aspetti generali	13
1.2	Campo d'applicazione	5	4.2	Materiale da costruzione in cantieri	14
1.3	Basi giuridiche	5	4.3	Materiale da costruzione in discariche	14
			4.4	Materia prima per la produzione di materiali da costruzione	14
<b>2</b>	<b>Definizioni</b>	<b>6</b>	4.5	Riempimento di punti di prelievo di materiale	14
2.1	Rifiuti edili	6	4.6	Modificazioni del terreno autorizzate	15
2.2	Rifiuti edili minerali	6			
2.3	Materiale di scavo e di sgombero	6	<b>5</b>	<b>Materiale proveniente da gallerie</b>	<b>16</b>
2.4	Materiale sciolto	7	5.1	Importanza del piano di smaltimento nei progetti di costruzione di gallerie	16
2.5	Roccia, roccia coerente	7	5.2	Basi del piano di smaltimento	16
2.6	Materiale proveniente da gallerie	7	5.3	Classificazione del materiale proveniente da gallerie	16
2.7	Modificazioni del terreno	7	5.4	Prevenzione di inquinamenti di natura antropica nel materiale di sgombero	16
2.8	Esportazione	7	5.5	Esami paralleli all'attività di costruzione	17
2.9	Tipi di inquinamento	7	5.6	Riciclaggio del materiale proveniente da gallerie	17
2.9.1	Inquinamento da sostanze chimiche dovute ad attività antropiche	7			
2.9.2	Inquinamento da rifiuti edili minerali	7	<b>6</b>	<b>Elenchi</b>	<b>19</b>
2.9.3	Inquinamento da altre sostanze estranee	7	6.1	Figure	19
2.9.4	Contaminazione di origine geogena	7	6.2	Tablelle	19
2.9.5	Contaminazione per la presenza di organismi alloctoni invasivi (ad es. neofite)	8	6.3	Bibliografia	19
2.10	Categorie di inquinamento	8			
<b>3</b>	<b>Modo di procedere e valutazione</b>	<b>9</b>	<b>Allegati</b>	<b>21</b>	
3.1	Panoramica della regolamentazione	9	A1	Impianti per il trattamento di materiale di scavo e di sgombero	21
3.2	Accertamento della presenza di inquinamenti nell'ambito del piano di smaltimento	9	A2	Possibilità di riciclaggio per materiale di scavo e di sgombero non inquinato	23
3.3	Prova dei materiali durante i lavori di costruzione	9	A3	Procedura per il piano di smaltimento per galleria	24
3.4	Raccomandazioni sulla gestione del materiale contaminato da fattori geogeni	9			
3.4.1	Accertamento della minaccia per i beni da proteggere sul sito di smaltimento	11			
3.5	Gestione di materiale di scavo e di sgombero contaminato da neofite invasive	11			
3.6	Programma di campionamento per esami finalizzati alla determinazione delle caratteristiche dei materiali nei grandi progetti	12			

---

# 1 Introduzione

## 1.1 Obiettivo

L'articolo 19 dell'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR, RS 814.600) chiede che il materiale di scavo e di sgombero non inquinato o lievemente inquinato sia riciclato nella misura più completa possibile. Il deposito in discarica, dove lo spazio diventa sempre più scarso, deve essere previsto solo se, considerate le caratteristiche dei materiali, non è possibile procedere al riciclaggio secondo metodi conformi allo stato della tecnica. Questa parte del modulo dell'aiuto all'esecuzione concretizza i requisiti relativi alle possibilità di smaltimento specifiche.

## 1.2 Campo d'applicazione

Questa parte del modulo dell'aiuto all'esecuzione riguarda il riciclaggio di materiale di scavo e di sgombero inquinato e non inquinato nel rispetto dell'ambiente secondo l'articolo 19 OPSR e sostituisce la direttiva per il riciclaggio, il trattamento e il deposito di materiale di scavo (Direttiva sul materiale di scavo, 1999). Il riciclaggio dei materiali minerali di demolizione viene trattato in una parte specifica del modulo «Rifiuti edili» dell'*aiuto all'esecuzione OPSR*, mentre lo smaltimento del materiale di scavo dei binari è regolamentato nella direttiva sul materiale di scavo dei binari (2018). Il riciclaggio del suolo asportato è disciplinata nell'articolo 18 OPSR ed è affrontato nel modulo sulla valutazione del suolo in relazione al suo riciclaggio dell'aiuto all'esecuzione «Costruire proteggendo il suolo» (2021). Il deposito di materiale di scavo e di sgombero è esaminato nel modulo «Discariche» dell'*aiuto all'esecuzione OPSR*.

## 1.3 Basi giuridiche

Per il riciclaggio e lo smaltimento nel rispetto dell'ambiente di materiale di scavo e di sgombero inquinato e non inquinato sono determinanti le leggi e le ordinanze seguenti:

la legge federale sulla protezione dell'ambiente (legge sulla protezione dell'ambiente, LPAmb; RS 814.01), la legge federale sulla protezione delle acque (legge sulla protezione delle acque, LPAc; RS 814.20) e l'OPSR contengono le prescrizioni fondamentali per una gestione dei rifiuti edili rispettosa dell'ambiente.

L'OPSR include prescrizioni di carattere tecnico e organizzativo per la prevenzione, il riciclaggio, il trattamento e il deposito dei rifiuti. L'ordinanza si pone l'obiettivo di proteggere l'ambiente dagli effetti nocivi e molesti dei rifiuti. L'utilizzo sostenibile delle materie prime naturali deve inoltre essere promosso attraverso un riciclaggio dei rifiuti rispettoso dell'ambiente.

L'ordinanza sul traffico di rifiuti (OTRif, RS 814.610) disciplina in particolare il traffico in Svizzera di rifiuti speciali e di altri rifiuti soggetti a controllo nonché il traffico transfrontaliero di rifiuti.

L'articolo 15 capoverso 2 dell'ordinanza sull'utilizzazione di organismi nell'ambiente (ordinanza sull'emissione deliberata nell'ambiente, OEDA, RS 814.911) disciplina anche l'utilizzo degli organismi alloctoni invasivi secondo l'allegato 2 OEDA, mentre nell'articolo 15 capoverso 3 OEDA è regolamentato lo smaltimento (incluso il riciclaggio) del suolo asportato inquinato da tali organismi.

## 2 Definizioni

Sono qui definiti i termini importanti per la comprensione dell'aiuto all'esecuzione. Altri termini si trovano nel *glossario dell'UFAM sui rifiuti*. Gli impianti per il riciclaggio del materiale di scavo e di sgombero sono elencati nell'allegato A1.

### 2.1 Rifiuti edili

I rifiuti risultanti da lavori di costruzione, ristrutturazione o demolizione di impianti fissi (art. 3 lett. e OPSR).

### 2.2 Rifiuti edili minerali

Rifiuti secondo il punto 2.1 con composizione minerale, ossia materiale minerale di demolizione (p. es. calcestruzzo

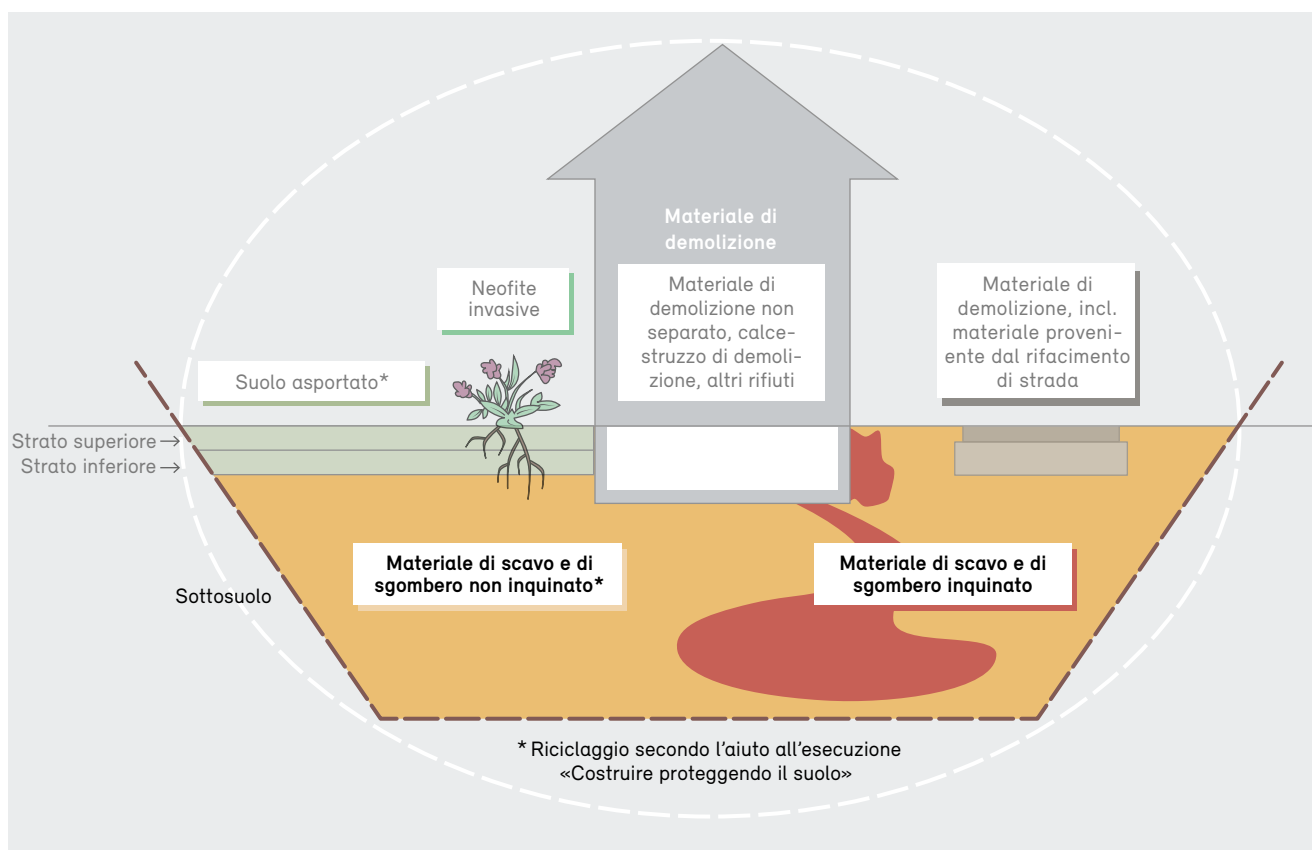
di demolizione, asfalto di demolizione, materiale proveniente dal rifacimento di strade), materiale di scavo e di sgombero e suolo asportato (cfr. all. 1 OPSR, classe 4).

### 2.3 Materiale di scavo e di sgombero

È considerato materiale di scavo e di sgombero il materiale scavato o sgomberato durante lavori di costruzione quali lavori di edilizia e del genio civile o scavi di gallerie, caverne e cunicoli, fatta eccezione per quello asportato dallo strato superiore e inferiore del suolo. Sono eccettuate anche le fondazioni in ghiaia non legate (materiale proveniente dal rifacimento di strade), che sono state legalmente posate come parte integrante dell'opera edile (cfr. fig. 1, per i dettagli si veda il cap. 2.2 Campo d'applicazione del modulo «Rifiuti edili» dell'*aiuto all'esecuzione OPSR*).

Figura 1

Campo d'applicazione dell'articolo 19 OPSR, materiale di scavo e di sgombero



Il materiale di scavo e di sgombero include in particolare:

- a. materiale sciolto come pietre, ghiaia, sabbia, limo o argilla e relative miscele;
- b. roccia frantumata;
- c. materiale scavato contenente non solo componenti naturali ma anche residui di attività edilizie precedenti (ad es. riporti e riempimenti) o di siti di deposito precedenti.

Per esperienza il materiale di scavo e di sgombero si compone prevalentemente di componenti minerali, ma può contenere anche sostanze estranee (cfr. cap. 2.9) e materiale organico proveniente da strati di torba, dallo strato di terreno sovrastante o da piante con radici profonde.

Oltre a un inquinamento di origine antropica, il materiale di scavo e di sgombero può essere inquinato anche da fattori geogeni. Non essendo riconducibili ad attività umane, nella classificazione del materiale di scavo secondo l'allegato 3 OPSR non si deve tenere conto delle sostanze nocive di origine geogena. Il capitolo 3.4 presenta raccomandazioni più dettagliate sulla gestione del materiale contaminato da fattori geogeni.

## 2.4 Materiale sciolto

Miscugli di grani di roccia e minerali, talvolta anche con sostanze solide organiche, parzialmente o interamente disgregati. I materiali sciolti sono formati da sostanze solide e pori più o meno pieni d'aria, gas o acqua (definizione secondo la norma SIA 199 [2015]).

## 2.5 Roccia, roccia coerente

Insieme di rocce, incluse discontinuità e cavità di qualsiasi genere (definizione secondo la norma SIA 199 [2015]).

## 2.6 Materiale proveniente da gallerie

Materiale proveniente dalla realizzazione di un'opera sotterranea oppure ottenuto mediante avanzamento con esplosivi, fresa o altro metodo di sgombero della galleria.

Sono considerate opere sotterranee ai sensi della norma SIA 198 (2004) caverne, pozzetti, pozzetti inclinati, cunicoli e gallerie.

## 2.7 Modificazioni del terreno

Le modificazioni del terreno sono considerate impianti ai sensi dell'articolo 7 capoverso 7 LPAmb. La costruzione e la modifica degli impianti è soggetta all'obbligo di autorizzazione (art. 22 della legge sulla pianificazione del territorio [LPT, RS 700]).

## 2.8 Esportazione

L'esportazione di materiale di scavo e di sgombero è disciplinata nell'ordinanza sul traffico di rifiuti (OTRif). Chi esporta materiale di scavo e di sgombero necessita di un'autorizzazione. Le condizioni relative all'esportazione sono illustrate nella comunicazione dell'UFAM ai richiedenti (2017).

## 2.9 Tipi di inquinamento

### 2.9.1 Inquinamento da sostanze chimiche dovute ad attività antropiche

Il materiale di scavo e di sgombero è inquinato da sostanze chimiche riconducibili all'esecuzione di attività antropiche, ad esempio sulle aree industriali.

### 2.9.2 Inquinamento da rifiuti edili minerali

Il materiale di scavo e di sgombero è inquinato da rifiuti edili minerali (ad es. frammenti di calcestruzzo, rivestimento di asfalto, ceramica, gesso o laterizi).

### 2.9.3 Inquinamento da altre sostanze estranee

Il materiale di scavo e di sgombero è inquinato da altre sostanze estranee (ad es. rifiuti edili non minerali, rifiuti biogeni o rifiuti urbani).

### 2.9.4 Contaminazione di origine geogena

Con contaminazione di origine geogena si intende che il materiale di scavo e di sgombero è contaminato per la presenza di elementi (metalli pesanti, amianto ecc.) non



riconducibili ad attività antropiche, ma dovuti alla composizione minerale della roccia madre, a formazioni idrotermali o a strati oleosi.

Se, durante la preparazione (ad es. frantumazione, vagliatura), in determinate frazioni di questo materiale si verifica un aumento di sostanze nocive, tali frazioni non potranno più essere considerate contaminate da fattori geogeni. Ciò vale in particolare per i residui derivanti dalla preparazione (ad es. frazione fine, fanghi). Queste attività umane rendono il materiale decisamente più nocivo per l'ambiente.

### 2.9.5 Contaminazione per la presenza di organismi alloctoni invasivi (ad es. neofite)

Gli organismi alloctoni invasivi (organismi con un'area di diffusione naturale fuori dal territorio dell'UE e dell'AELS senza territori d'oltremare) sono definiti come organismi che, notoriamente o presumibilmente, possono diffondersi in Svizzera e raggiungere una densità di popolazione tale da pregiudicare la diversità biologica e la sua utilizzazione sostenibile o mettere in pericolo l'uomo, gli animali o l'ambiente (cfr. art. 3 cpv. 1 lett. f e h OEDA). L'alle-

gato 2 OEDA elenca gli organismi alloctoni invasivi che non possono essere utilizzati direttamente nell'ambiente (art. 15 cpv. 2 OEDA). Il materiale di scavo e di sgombero può essere contaminato per la presenza di parti di radici di piante invasive (neofite). Le neofite invasive sono elencate nel modulo sulla valutazione del suolo in relazione al suo riciclaggio dell'aiuto all'esecuzione «Costruire proteggendo il suolo» (2021).

## 2.10 Categorie di inquinamento

Tenendo conto delle indicazioni presenti nell'allegato 3 e nell'allegato 5 OPSR come pure nell'OLTRif<sup>1</sup>, è possibile suddividere il materiale di scavo e di sgombero nelle categorie di inquinamento seguenti:

<sup>1</sup> Ordinanza del DATEC (Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni) sulle liste per il traffico di rifiuti (OLTRif, RS 814.610.1).

Tabella 1

Categorie di inquinamento del materiale di scavo e di sgombero

Denominazione e codificazione	Criteri						
Categoria secondo OLTRif	Codice OPSR all. 1	Codici OLTRif OTRif	Percentuale in peso di materiale sciolto o roccia sciolta	Percentuale in peso di altri rifiuti edili minerali	Sostanze estranee *	Requisiti secondo OPSR	Denominazione pratica
Materiale di scavo e di sgombero non inquinato	4301	17 05 06	> 99 %	< 1 %	Nessuna	All. 3 n. 1 rispettato	Materiale A
Materiale di scavo e di sgombero lievemente inquinato	4302	17 05 94	> 95 %	< 5 %	Rimosse il più completamente possibile	All. 3 n. 2 rispettato	Materiale T
Materiale di scavo e di sgombero poco inquinato	4201	17 05 97 rc	–	–	–	All. 5 n. 2.3 rispettato	Materiale B
Materiale di scavo e di sgombero fortemente inquinato	4201	17 05 91 rcm	–	–	–	All. 5 n. 5.2 rispettato	Materiale E
Materiale di scavo e di sgombero inquinato da sostanze pericolose	4101	17 05 05 rs	–	–	–	All. 5 n. 5.2 superato	Materiale S

\* Sostanze estranee quali rifiuti urbani, rifiuti biogeni o rifiuti edili non minerali



## 3 Modo di procedere e valutazione

### 3.1 Panoramica della regolamentazione

La figura 2 mostra il processo di valutazione del materiale di scavo e di sgombero. I criteri specifici del processo sono descritti in maggior dettaglio nei capitoli seguenti. Il materiale che viene associato a una categoria di inquinamento può essere riciclato secondo le indicazioni presenti nella tabella 2 oppure, qualora non fosse possibile alcun tipo di riciclaggio, può essere depositato.

### 3.2 Accertamento della presenza di inquinamenti nell'ambito del piano di smaltimento

La parte «Determinazione delle sostanze nocive e informazioni per lo smaltimento dei rifiuti edili» dell'*aiuto all'esecuzione OPSR* concretizza l'obbligo di determinare le sostanze nocive contenute nei rifiuti edili, quindi anche nel materiale di scavo e di sgombero, e di preparare un piano di smaltimento secondo l'articolo 16 OPSR. Le disposizioni sono rivolte ai committenti e si applicano per tutti i progetti di costruzione con obbligo d'autorizzazione nei quali si prevede che

- saranno prodotti più di 200 m<sup>3</sup> (compatti) di rifiuti edili *oppure*
- i rifiuti edili prodotti conterranno sostanze nocive per l'ambiente o la salute.

**In caso di sospetto** di inquinamento del sottosuolo (un elemento sospetto può essere ad esempio l'iscrizione al Catasto dei siti inquinati o in carte indicative sul deterioramento del suolo; per i dettagli si veda la parte «Determinazione delle sostanze nocive e informazioni per lo smaltimento dei rifiuti edili» dell'*aiuto all'esecuzione OPSR*) si dovranno effettuare accertamenti dettagliati mediante analisi chimiche nell'ambito della determinazione delle sostanze nocive e i risultati dovranno essere documentati nel piano di smaltimento. Ulteriori indagini o analisi chimiche previste durante i lavori di costruzione dovranno essere indicate nel piano di smaltimento.

### 3.3 Prova dei materiali durante i lavori di costruzione

**In assenza di sospetto** di inquinamento del sottosuolo, nel corso dei lavori di costruzione si dovrà controllare continuamente se:

- a. il materiale di scavo e di sgombero contiene rifiuti edili minerali e/o sostanze estranee (come rifiuti biogeni, rifiuti urbani, altri rifiuti edili, vecchie scorie, metalli, plastiche ecc.);
- b. il materiale di scavo e di sgombero presenta un colore anomalo;
- c. il materiale di scavo e di sgombero presenta un odore anomalo;
- d. il materiale di scavo e di sgombero non viene inquinato a seguito dei lavori di scavo stessi.

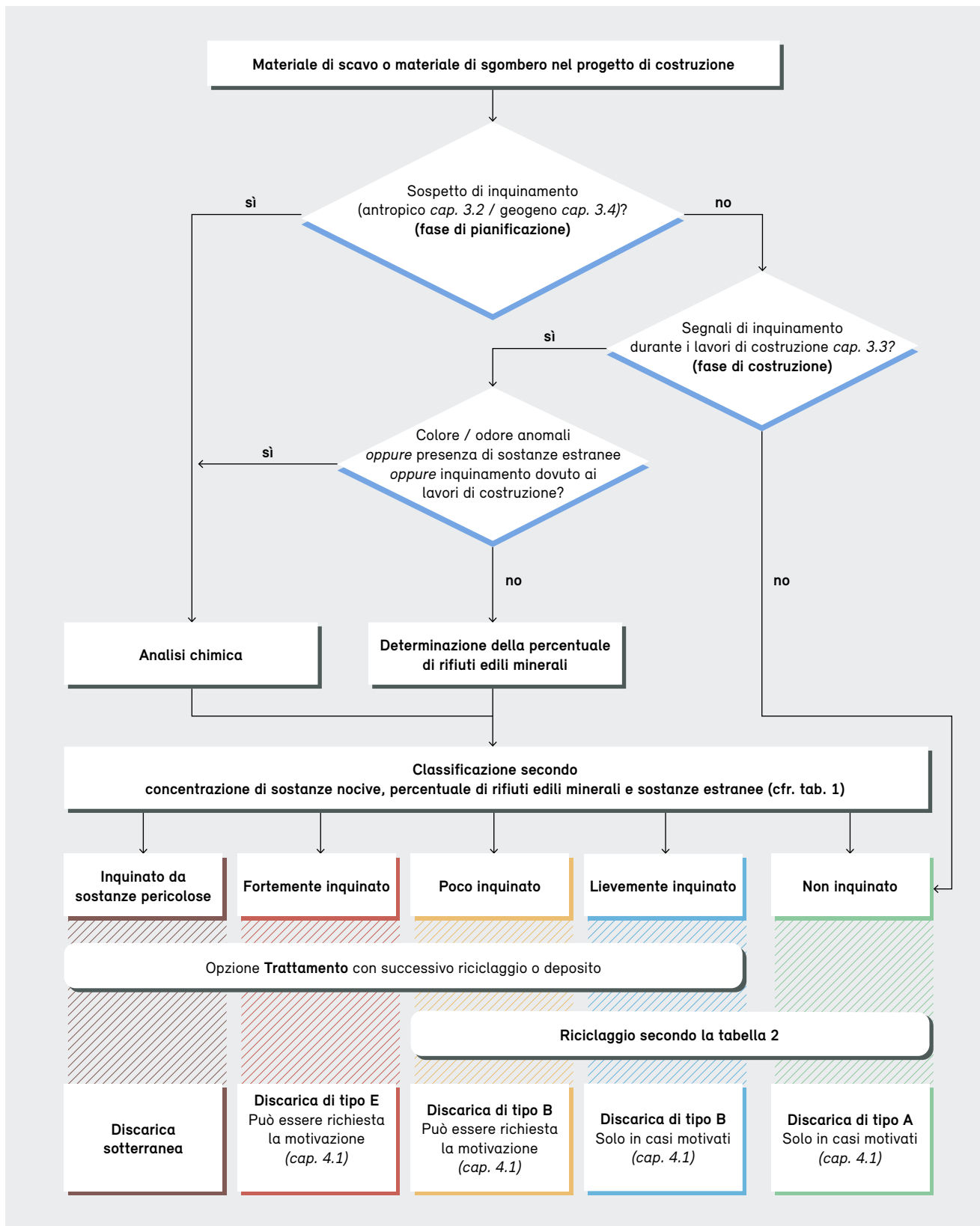
Se tutti questi controlli sono negativi e non esistono altri sospetti di inquinamento, il materiale di scavo e di sgombero può essere considerato non inquinato.

Se durante i **lavori di costruzione** **sorge il sospetto** che il materiale ottenuto potrebbe essere inquinato o se il materiale non è conforme alle indicazioni presenti nel piano di smaltimento, d'intesa con l'autorità competente il committente predispone ulteriori indagini chimiche per determinare la qualità del materiale e le vie di smaltimento. Con il consenso delle autorità competenti è possibile limitare il programma delle analisi ai parametri rilevanti nel caso specifico. Il piano di smaltimento dovrà, se del caso, essere modificato in base ai risultati.

### 3.4 Raccomandazioni sulla gestione del materiale contaminato da fattori geogeni

In caso di superamento dei valori limite secondo l'allegato 3 numero 1 OPSR esclusivamente a causa di una contaminazione di origine geogena, secondo la legislazione sui rifiuti il materiale deve essere considerato non inquina-

Figura 2  
Valutazione e smaltimento del materiale di scavo e di sgombero



nato<sup>2</sup>. Tuttavia, i fattori geogeni possono essere rilevanti e costituire un pericolo per i beni da proteggere (acque sotterranee, acque superficiali, suolo e aria). Oltre alle disposizioni dell'OPSR si applicano sia il principio di precauzione previsto dalla legge sulla protezione dell'ambiente (art. 1 cpv. 2 LPAmb) sia l'obbligo di diligenza previsto dalla legge sulla protezione delle acque (art. 3 LPAc), secondo i quali gli effetti che potrebbero divenire dannosi o molesti devono essere limitati tempestivamente o evitati. Per soddisfare queste esigenze di protezione, per le contaminazioni di origine geogena è possibile considerare come soglia d'intervento i valori limite previsti per la discarica di tipo B<sup>3</sup> (all. 5 n. 2.3 OPSR). Questi valori limite sono fissati in modo che la concentrazione presente nell'eluito delle discariche di tipo B corrisponda al valore  $k$  semplice<sup>4</sup> secondo l'ordinanza sui siti contaminati (OSiti; RS 814.680) (cfr. aiuto all'esecuzione dell'UFAM «Calcolo dei valori di concentrazione e dei valori limite per i materiali solidi» [2013]).

In caso di sospetto di contaminazione del materiale per fattori geogeni (valori empirici, carte sulla contaminazione, risultati delle analisi) è possibile procedere seguendo lo schema illustrato nella figura 3, tenendo conto anche dei regolamenti cantonali, se presenti, sulla gestione delle contaminazioni di origine geogena.

In caso di sospetta contaminazione del materiale con uranio o altri elementi radioattivi, consultare la Suva per indicazioni concernenti la protezione dei lavoratori come pure la divisione Radioprotezione dell'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) per istruzioni sul riciclaggio e il deposito. In presenza di amianto attenersi anche alle indicazioni sulla sicurezza sul lavoro.

### 3.4.1 Accertamento della minaccia per i beni da proteggere sul sito di smaltimento

Se i valori limite secondo l'allegato 5 numero 2.3 OPSR non vengono rispettati per la presenza di una contaminazione di origine geogena, l'autorità può chiedere al committente ulteriori accertamenti al fine di garantire che il materiale inquinato da fattori geogeni sia smaltito nel rispetto dell'ambiente. Il committente può attestare le ripercussioni derivanti dalla soluzione di smaltimento proposta sui beni da proteggere nel sito previsto, tenendo conto dei punti seguenti:

- tenore totale delle sostanze nocive di origine geogena presenti nel materiale di scavo e di sgombero (mg/kg);
- solubilità delle sostanze nocive di origine geogena presenti nel materiale di scavo e di sgombero tramite prova dell'eluito (mg/l);
- ripercussioni sui beni da proteggere rilevanti (acque sotterranee, suolo ecc.) nel sito di smaltimento;
- confronto tra la composizione e i tenori delle sostanze nocive di origine geogena presenti nel materiale da depositare e il sottosuolo del sito di smaltimento (in base alla somiglianza).

La soluzione di smaltimento proposta deve essere concordata con l'autorità competente, la quale può ad esempio vietare preventivamente una modificazione del terreno o il riempimento di una cava di ghiaia con materiale di scavo e di sgombero contaminato da fattori geogeni nel settore di protezione delle acque  $A_u$ .

## 3.5 Gestione di materiale di scavo e di sgombero contaminato da neofite invasive

Se il materiale di sgombero o di scavo è contaminato da organismi alloctoni invasivi elencati nel modulo «Valutazione del suolo in vista della sua valorizzazione» dell'aiuto all'esecuzione «Costruire proteggendo il suolo (2021)», le limitazioni applicabili al riciclaggio si fondano sulle prescrizioni secondo l'OEDA (art. 15). La gestione del materiale di sgombero o di scavo contaminato corrisponde all'utilizzo di suolo contaminato conformemente al modulo dell'aiuto all'esecuzione sopra menzionato.

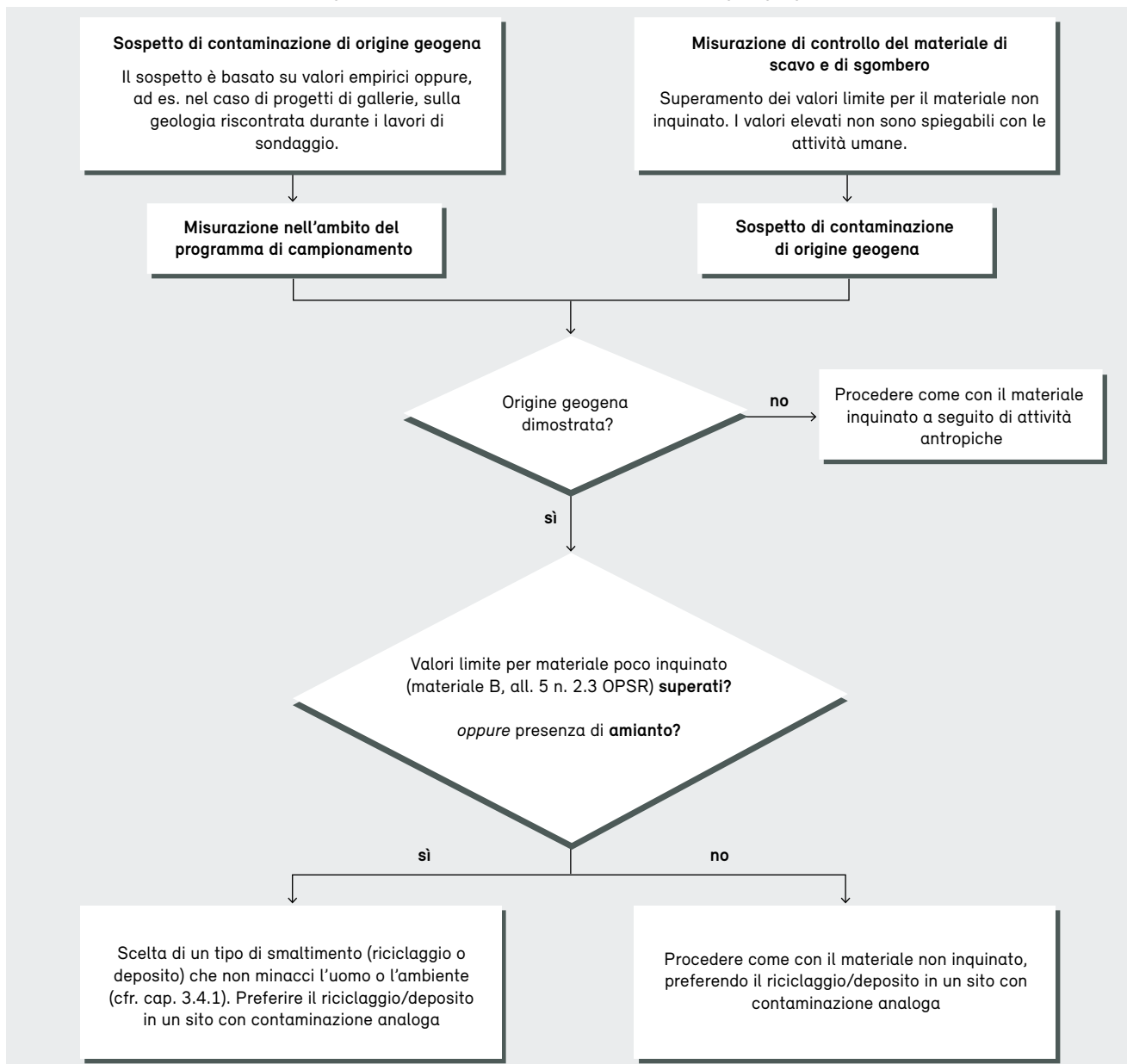
<sup>2</sup> Cfr. la formulazione presente nell'all. 3 n. 1 lett. c e nell'all. 3 n. 2 lett. c OPSR: «le sostanze in esso contenute non superano i valori limite seguenti (tenori totali) o un superamento non è riconducibile ad attività antropiche».

<sup>3</sup> Per gli idrocarburi geogeni, a causa dell'elevato potenziale di emissione (odore) e dell'elevata solubilità è possibile considerare come soglia d'intervento il valore limite delle discariche di tipo A.

<sup>4</sup> I valori  $k$  dell'ordinanza sui siti contaminati si fondano su dati tossicologici di base relativi all'uomo combinati con uno scenario di esposizione stabilito (assorbimento dell'inquinante da parte dell'organismo attraverso l'acqua potabile). I valori  $k$  corrispondono quindi a un valore per l'acqua potabile basato sulla tossicologia (umana).

Figura 3

Raccomandazione sulla procedura da seguire in caso di sospetto di contaminazione di origine geogena



### 3.6 Programma di campionamento per esami finalizzati alla determinazione delle caratteristiche dei materiali nei grandi progetti

Per garantire la corretta gestione del materiale nei grandi progetti e uno smaltimento ottimizzato in termini di costi è indispensabile eseguire esami dettagliati preventivi: da un lato si tratta di effettuare l'accertamento dettagliato di eventuali elementi sospetti concernenti l'inquinamento del sottosuolo (cfr. la parte «Determinazione delle sostanze nocive

e informazioni per lo smaltimento dei rifiuti edili» *dell'aiuto all'esecuzione OPSR*); dall'altro occorre considerare la situazione geologica, incluse eventuali sostanze nocive di origine geogena, e gli inquinamenti generati dal processo di costruzione (residui di materiale esplosivo, calcestruzzo, lubrificanti ecc.) (per i dettagli cfr. cap. 5 e all. A3). Campionamento e analisi devono essere conformi al modulo «Campionamento di rifiuti solidi» *dell'aiuto all'esecuzione OPSR* e all'aiuto all'esecuzione «Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich (2017)» (disponibile in tedesco e francese).

# 4 Riciclaggio del materiale di scavo e di sgombero

## 4.1 Aspetti generali

Per il materiale di scavo e di sgombero non inquinato e lievemente inquinato vale l'obbligo di riciclaggio ai sensi dell'articolo 19 OPSR, con l'obiettivo di chiudere il ciclo delle materie prime. Nei casi eccezionali in cui il riciclaggio non sia possibile, il **deposito** di materiale di scavo e di sgombero non inquinato e lievemente inquinato deve essere **motivato** nel piano di smaltimento. Anche il materiale di scavo e di sgombero maggiormente inquinato deve essere trattato con metodi conformi allo stato della tecnica, con l'obiettivo di poter infine valorizzare le frazio-

ni riciclabili. Per valutare le possibilità di trattamento del materiale di scavo maggiormente inquinato, oltre a considerare le sostanze nocive secondo l'OPSR è necessario eseguire ulteriori esami (ad es. granulometria e composizione del materiale) a seconda della variante di trattamento adottata e riportare indicazioni corrispondenti nel piano di smaltimento (per i dettagli si veda la parte «Determinazione delle sostanze nocive e informazioni per lo smaltimento dei rifiuti edili» dell'*aiuto all'esecuzione OPSR*).

Le possibilità di riciclaggio esistenti sono illustrate nella tabella 2.

**Tabella 2**  
Possibilità di riciclaggio (riciclaggio consentito / \*\* riciclaggio non consentito)

<div style="transform: rotate(-45deg); display: inline-block;">                     Categoria di inquinamento                 </div>	Materiale di scavo e di sgombero non inquinato	Materiale di scavo e di sgombero lievemente inquinato	Materiale di scavo e di sgombero poco inquinato	Materiale di scavo e di sgombero fortemente inquinato	Materiale di scavo e di sgombero inquinato da sostanze pericolose
Riciclaggio	Materiale A	Materiale T	Materiale B	Materiale E	Materiale S
Tattamento facoltativo		in impianto per rifiuti secondo l'art. 26 e segg. OPSR con successivo riciclaggio o deposito			
Come materiale da costruzione sul posto		(a)	(b)	**	**
Come materiale da costruzione in discarica	(c)	(c)	(c)	**	
Come materia prima per la produzione di materiali da costruzione		Solo a legante bituminoso o idraulico	**	**	**
Come materia prima in cementificio			Secondo le disposizioni dell'all. 4 OPSR	Secondo le disposizioni dell'all. 4 OPSR	Secondo le disposizioni dell'all. 4 OPSR
Riempimento di punti di prelievo di materiale		**	**	**	**
Modificazioni del terreno	Solo con autorizzazione	**	**	**	**
Esportazione	Secondo OTRif (con notifica)				

a) Secondo l'articolo 19 capoverso 2 lettera d OPSR.

b) Secondo l'articolo 19 capoverso 3 lettera b OPSR.

c) Secondo le disposizioni di cui all'allegato 2 numeri da 2.3.1 a 2.3.3 OPSR e allegato 2 numero 2.3.4 OPSR.

## 4.2 Materiale da costruzione in cantieri

Il materiale di scavo e di sgombero non inquinato viene in genere opportunamente riciclato come materiale da costruzione direttamente in cantiere o in cantieri vicini per ridurre al minimo i trasporti e le relative emissioni. A seconda delle proprietà (granulometria), il materiale può essere impiegato per diversi scopi, ad esempio (cfr. anche all. A2):

- riporti, riempimenti;
- strati aventi funzione portante, d'infiltrazione o fondazione;
- configurazione del terreno.

Il materiale di scavo e di sgombero non inquinato può essere utilizzato direttamente dopo lo scavo o dopo un trattamento (vagliatura, frantumazione ecc.) come materiale da costruzione non legato. Le possibilità di impiego concrete devono essere individuate tempestivamente – eventualmente consultando specialisti nello smaltimento/geotecnici/specialisti nel trattamento dei materiali – e documentate nel piano di smaltimento.

Per il materiale di scavo e di sgombero lievemente inquinato valgono secondo l'articolo 19 capoverso 2 OPSR le possibilità di riciclaggio sopra menzionate, a condizione che il materiale venga riciclato in forma non legata, esclusivamente nel luogo in cui è prodotto.

## 4.3 Materiale da costruzione in discariche

Il materiale di scavo e di sgombero può essere impiegato come materiale da costruzione in discariche in base alla sua idoneità dal punto di vista della tecnica della costruzione e al grado di inquinamento (all. 2 OPSR). Per rispettare le caratteristiche tecniche richieste degli elementi edili da realizzare con tale materiale, è in genere necessario sottoporre il materiale a un trattamento preliminare. Il materiale che presenta un'elevata contaminazione da fattori geogeni non è indicato come materiale da costruzione in discariche.

## 4.4 Materia prima per la produzione di materiali da costruzione

In base alla composizione mineralogica e alle caratteristiche geotecniche, il materiale di scavo e di sgombero può essere utilizzato come granulato per la produzione di calcestruzzo e asfalto e come materia prima o costituente secondario per la produzione del cemento. Per il riciclaggio come granulato nella produzione di asfalto e calcestruzzo nonché come costituente secondario per la produzione di cemento devono essere rispettati i valori limite secondo l'allegato 3 numero 2 OPSR. Se il materiale di scavo e di sgombero deve essere utilizzato come materia prima per la produzione di cemento, non si devono superare i valori limite secondo l'allegato 4 numero 1 OPSR e il clinker di cemento prodotto non deve superare i valori limite secondo l'allegato 4 numero 1.6 OPSR.

Queste possibilità di riciclaggio devono essere verificate attentamente e tempestivamente, in modo particolare nel caso di progetti di costruzione di gallerie con notevole produzione di materiale. Per il materiale di sgombero che, per le sue caratteristiche, non è indicato a essere utilizzato come granulato per il calcestruzzo o l'asfalto, occorre esaminare sempre l'eventuale riciclaggio nel cementificio.

## 4.5 Riempimento di punti di prelievo di materiale

Il materiale di scavo e di sgombero non inquinato può essere impiegato per riempire punti di prelievo di materiale (p. es. cave di ghiaia e argilla, cave di pietra). Diversamente dal deposito in discarica, questo tipo di impiego è considerato riciclaggio. Applicando per analogia l'allegato 5 numero 1 OPSR, l'autorità preposta al rilascio dell'autorizzazione per i punti di prelievo di materiale ha la facoltà di autorizzare, oltre al materiale di scavo e di sgombero non inquinato, anche l'impiego di altri rifiuti non inquinati per operazioni di riempimento in punti di prelievo. Date le sue caratteristiche tecniche, la massicciata di binari non inquinata deve essere utilizzata per la produzione di materiali da costruzione e non per operazioni di riempimento.

Per il materiale contaminato da fattori geogeni si dovrà valutare in base al capitolo 3.4 se sono escluse minacce per l'uomo e l'ambiente.

#### 4.6 Modificazioni del terreno autorizzate

Il materiale di scavo e di sgombero non inquinato può essere utilizzato nell'ambito di un progetto di costruzione per modificazioni del terreno autorizzate (ai sensi dell'art. 7 cpv. 7 LPAmb) solo se tali modificazioni soddisfano un determinato scopo costruttivo. Alcuni esempi di possibile utilizzo:

- dighe (dighe attorno a zone protette o per la protezione contro le piene);
- colline antirumore;
- configurazione del terreno per la protezione della natura o del paesaggio;
- progetti di bonifica fondiaria per la configurazione dei margini degli insediamenti e dei corridoi verdi all'interno degli insediamenti;
- innalzamento di aree edificabili esposte al rischio di inondazione;
- allestimento di aree sportive e spazi ricreativi;
- rimodellamento del territorio nei parchi urbani;
- innalzamento esteso dei campi dei cimiteri;
- opere di sistemazione di corsi d'acqua (riporti nell'area del delta dei fiumi per la valorizzazione o la protezione del paesaggio, configurazione di bacini di ritenuta delle piene);
- riporti di materiale nei laghi (ripristino di zone d'acqua poco profonda per la flora e la fauna, protezione contro l'erosione);
- riporti per il mantenimento o il ripristino della sicurezza delle acque sotterranee.

Per questi impieghi rivestono importanza fondamentale le caratteristiche del materiale. In questi utilizzi occorre tenere conto degli aspetti legati alla protezione del suolo e del paesaggio, poiché diversamente questi progetti non sarebbero realizzabili.

Le autorità cantonali possono autorizzare il riporto di materiale di scavo e di sgombero in fiumi o laghi solo in casi eccezionali, in presenza dei presupposti definiti

nell'articolo 39 capoverso 2 LPAc, in particolare al fine di valorizzare sul piano ecologico una zona di acque basse o realizzare costruzioni con ubicazione vincolata nella zona edificata. Nel caso dei riporti in fiumi e laghi è importante tenere conto della protezione delle acque e, dato il pericolo di forte intorbidimento dell'acqua, eseguire i lavori di riporto secondo metodi conformi allo stato della tecnica e nel rispetto delle leggi, delle ordinanze e delle direttive pertinenti (si veda la comunicazione sulla protezione delle acque «Unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial: Schüttung in Seen im Rahmen des GSchG [1999]») (disponibile in tedesco e francese).



## 5 Materiale proveniente da gallerie

### 5.1 Importanza del piano di smaltimento nei progetti di costruzione di gallerie

Nei progetti di costruzione di gallerie si ha in genere una produzione elevata di materiale di sgombero, il cui smaltimento costituisce una parte importante del progetto di costruzione e della procedura di autorizzazione. Per poter valutare, nell'ambito dell'approvazione dei piani, lo smaltimento del materiale di sgombero nel rispetto dell'ambiente, occorre che il piano di smaltimento sia già documentato in modo sufficientemente dettagliato nel rapporto concernente l'esame d'impatto sull'ambiente, mettendo in evidenza le possibili vie di smaltimento. Durante la progettazione e l'esecuzione un esperto specializzato definirà il piano di smaltimento in maggior dettaglio adeguandolo costantemente alle mutevoli condizioni.

La procedura da seguire per l'allestimento di un piano di smaltimento per un progetto di costruzione di galleria è descritta in dettaglio nell'allegato A3. I progetti per altre opere sotterranee devono essere gestiti analogamente.

### 5.2 Basi del piano di smaltimento

I dati presenti nel piano di smaltimento sono un elemento fondamentale per la messa a concorso dei lavori. Gli offerenti devono comprendere le indicazioni relative alla qualità dei materiali per le varie vie di smaltimento e vi si devono attenere durante la realizzazione del progetto. Si deve concordare quali tipi di inquinamento sono inerenti al sistema e quali possono invece essere evitati. È inoltre opportuno definire le modalità di assunzione di eventuali costi supplementari dovuti all'impossibilità di rispettare le vie di smaltimento pianificate a causa di inquinamenti di natura antropica dovuti all'esecuzione impropria dei lavori e pertanto evitabili.

Dal metodo di avanzamento scelto dipendono direttamente l'inquinamento del materiale di sgombero dovuto al sistema e la produzione di materiale, e di conseguenza la superficie necessaria per il trattamento e il riciclaggio.

È necessario conoscere tempestivamente il fabbisogno di superficie, sia per il progetto di pubblicazione che per le trattative con i proprietari fondiari. Nel piano di smaltimento va illustrata la modalità di lavoro che verrà adottata per ridurre eventuali inquinamenti dovuti alla tecnica di avanzamento.

Occorre inoltre indicarvi le modalità di trattamento, riciclaggio e deposito dei diversi materiali di sgombero ottenuti, tenendo conto in particolare del riciclaggio del materiale come materia prima (ad es. per la produzione di calcestruzzo o di cemento) (cfr. anche fig. 2 nell'all. A3).

### 5.3 Classificazione del materiale proveniente da gallerie

Per il riciclaggio è opportuno suddividere il materiale di sgombero delle gallerie in classi conformemente alla norma SIA 199 (2015). Le classi si riferiscono alle caratteristiche tecniche o alla possibilità di valorizzare il materiale tenendo conto del metodo di trattamento necessario e ottimizzando gli aspetti ecologici ed economici. L'effettiva possibilità di riciclaggio dipende tuttavia dalla granulometria o dal metodo di avanzamento scelto e dal successivo trattamento.

### 5.4 Prevenzione di inquinamenti di natura antropica nel materiale di sgombero

Qualsiasi tecnica di avanzamento scelta comporta la presenza di inquinamenti di natura antropica nel materiale proveniente da gallerie. In linea di principio, tuttavia, il materiale di sgombero prodotto in grandi quantità (e quindi non i residui del trattamento come fanghi, materiale fine ecc.) può essere considerato non inquinato a condizione di limitare l'inquinamento durante i lavori di costruzione. Inoltre, l'inquinamento del materiale di sgombero delle gallerie dovuto alla presenza di altri rifiuti edili minerali (calcestruzzo spruzzato) deve essere ridotto al minimo adottando misure tecniche conformi allo stato della tecnica. In aggiunta, è necessario adottare tutte le possibilità

tecnicamente possibili per separare il materiale di sgombero e il calcestruzzo provenienti dal consolidamento del fronte di scavo e dal rimbalzo da calcestruzzo spruzzato. Il materiale proveniente dalla soletta della galleria non può essere considerato non inquinato.

I lavori di avanzamento, consolidamento, smarinatura, frantumazione ed eventualmente selezione devono essere svolti con la massima cura, in modo da limitare al minimo la presenza di sostanze solide minerali e di altro tipo (residui di calcestruzzo spruzzato, metalli ecc.) nel materiale di sgombero. È inoltre necessario ridurre anche le contaminazioni chimiche dovute all'attività di costruzione, come cromo esavalente, idrocarburi alifatici ( $C_{10}-C_{40}$ ), ammonio e nitrito, adottando modalità di lavoro accurate, svolgendo regolarmente la manutenzione di macchine e apparecchi ed eseguendo una separazione manuale delle sostanze estranee.

La prevenzione dell'inquinamento di natura antropica migliora la possibilità di riciclaggio del materiale proveniente da gallerie e deve essere incoraggiata con misure idonee. Per riciclare il materiale di sgombero nel modo più completo possibile è necessario ottimizzare il processo di sgombero e il trattamento del materiale, disciplinando le misure necessarie nei contratti stipulati tra il committente e le imprese (impresa di costruzione, ufficio tecnico/ambientale).

## 5.5 Esami paralleli all'attività di costruzione

Durante l'avanzamento il materiale scavato deve essere prelevato regolarmente per verificare la qualità dei lavori e il conseguente apporto di sostanze nocive. A tal fine occorre pianificare una frequenza di misurazione standard (almeno un campione ogni  $10\,000\text{ m}^3$  (compatto) per il controllo di qualità), prevedendo ulteriori campioni al verificarsi di segnali di maggiore apporto di sostanze nocive di origine antropica o per contenere le contaminazioni da fattori geogeni. Ne consegue che, all'inizio di uno scavo o in caso di cambi frequenti di tipo di roccia, si dovrà prelevare un numero di campioni maggiore. Nel materiale frantumato si dovranno determinare i parametri seguenti (cfr. cap. 6.1 nell'all. A3):

### Origine antropica

- Frazione di sostanze nocive in funzione della massa del calcestruzzo spruzzato impiegato con l'ausilio di un bilancio di massa. La concentrazione di cromo esavalente non deve essere misurata direttamente, ma può essere ricavata in base alla massa del calcestruzzo spruzzato.
- Residui di azoto ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) in funzione del tipo e della quantità di esplosivo impiegato.
- Idrocarburi alifatici ( $C_{10}-C_{40}$ ) in funzione della quantità di materiale scavato.

### Origine geogena

- In caso di sospetta presenza di determinate sostanze nocive di origine geogena, inserirle nel programma di misurazioni standard. Le misurazioni dovranno essere più frequenti sia in caso di cambi di stratigrafia, sia negli strati nei quali queste sostanze sono notoriamente più presenti.

Appena l'inquinamento di origine antropica diminuisce, è possibile ridurre il numero dei parametri misurati (ad es. misurando solo il parametro determinante per la via di smaltimento). Misurare invece tutti i parametri in presenza di irregolarità e in caso di sospetto di maggiore inquinamento.

I compiti e le competenze delle persone impegnate nell'analisi della qualità del materiale di sgombero come pure il numero di campioni devono essere concordati contrattualmente.

## 5.6 Riciclaggio del materiale proveniente da gallerie

Il materiale di sgombero della galleria può essere considerato materiale non inquinato e riciclato conformemente alle indicazioni di cui al capitolo 4 se, dopo l'attuazione delle indicazioni presenti nel capitolo 5.5, è possibile dimostrare una riduzione dell'inquinamento presente nel materiale.

Considerata l'ingente quantità di materiale di sgombero, è consigliabile consultare tempestivamente i gestori dell'impianto e le autorità competenti (in molti casi i

---

Cantoni) per trovare soluzioni di smaltimento ragionevoli, in particolare in presenza di contaminazioni di origine geogena (cap. 3.4). Una volta valutate le possibilità di riciclaggio o individuato il sito per il deposito, è possibile chiarire i requisiti specifici con l'autorità.

Se in una variante d'impresa si intendono seguire nuove vie di smaltimento non previste nel piano di smaltimento, dette vie devono soddisfare gli stessi requisiti di quelle originariamente individuate nel piano di smaltimento. In tal caso il piano dovrà essere modificato e sottoposto nuovamente all'autorità competente.

All'inizio dello scavo i canali di riciclaggio e/o le discariche previsti nel piano di smaltimento devono essere pronti e si deve già disporre delle autorizzazioni necessarie. Il tempo di elaborazione necessario per l'approntamento di queste vie di smaltimento dipende dalla complessità del progetto e dalla conseguente attività di riciclaggio.

## 6 Elenchi

### 6.1 Figure

#### Figura 1

Campo d'applicazione dell'articolo 19 OPSR, materiale di scavo e di sgombero

#### Figura 2

Valutazione e smaltimento del materiale di scavo e di sgombero

#### Figura 3

Raccomandazione sulla procedura da seguire in caso di sospetto di contaminazioni di origine geogena

6

UFAM (ed.) 2021: Valutazione del suolo in relazione al suo riciclaggio. *Aiuto all'esecuzione Costruire proteggendo il suolo*. Berna: Ufficio federale dell'ambiente.

10

UFT (ed.) 2018: Direttiva sul materiale di scavo dei binari. *Pianificazione delle opere, valutazione e smaltimento del materiale di scavo dei binari proveniente da attività nei binari*. Berna: Ufficio federale dei trasporti.

12

UFAFP (ed.) 1999: *Direttiva sul materiale di scavo dei binari. Direttiva per lo smaltimento, il trattamento e il deposito di materiale di scavo e di sgombero*. Berna: Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio.

### 6.2 Tabelle

#### Tabella 1

Categorie di inquinamento del materiale di scavo e di sgombero

8

UFAFP (ed.) 1999: Unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial: Schüttung in Seen im Rahmen des GSchG. *Pratica ambientale. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 32*. Berna: Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio.

#### Tabella 2

Possibilità di riciclaggio (riciclaggio consentito / \*\* riciclaggio non consentito)

13

UFAFP (ed.) 2001: Empfehlung für die Entsorgung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial, das mit Flockungsmitteln versetzt ist. *Pratica ambientale*. Berna: Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio.

### 6.3 Bibliografia

UFAM (ed.) 2009: Manuale EIA: *Direttiva della Confederazione per l'esame dell'impatto sull'ambiente. Pratica ambientale n. 0923*. Berna: Ufficio federale dell'ambiente.

UFAM (ed.) 2013: Calcolo dei valori di concentrazione e dei valori limite per i materiali solidi. *Pratica ambientale n. 1333*. Berna: Ufficio federale dell'ambiente.

UFAM (ed.) 2017: Traffico transfrontaliero dei rifiuti. Comunicazione dell'UFAM ai richiedenti. *Pratica ambientale n. 1702*. Berna: Ufficio federale dell'ambiente.

UFAM (ed.) 2017: Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich. *Pratica ambientale n. 1715*. Berna: Ufficio federale dell'ambiente.

Cercle exotique (29 marzo 2016): Umgang mit abgetragenen Boden, der mit invasiven gebietsfremden Pflanzen nach Anhang 2 FrSV belastet ist. *Raccomandazioni del Cercle Exotique per l'attuazione dell'articolo 15 capoverso 3 OEDA, Versione 2.0*. CCA. Consultato il 4.8.2020 su [https://extranet.kvu.ch/files/documentdownload/200427105222\\_Empfehlung\\_Abgetragener\\_Boden\\_mit\\_invasiven\\_gebietsfremden\\_Pflanzen\\_V2\\_DE\\_definitiv20200325.pdf](https://extranet.kvu.ch/files/documentdownload/200427105222_Empfehlung_Abgetragener_Boden_mit_invasiven_gebietsfremden_Pflanzen_V2_DE_definitiv20200325.pdf)

SIA (2004): Norma SIA 198: *Untertagebau – Ausführung*. Zurigo, Società svizzera degli ingegneri e architetti

SIA (2015): Norma SIA 199: *Erfassen des Gebirges im Untertagebau*. Zurigo, Società svizzera degli ingegneri e architetti

---

Winzeler, R. (8 marzo 2018): *Umweltrelevante Erfahrungen beim Tunnelbau mit Sprengvortrieb*. Zurigo: Geo Partner AG. Consultato su [https://extranet.kvu.ch/files/documentdownload/180409065659\\_Bericht\\_WS\\_Tunnelausbruchmaterial\\_2017\\_Stand\\_2018\\_03\\_08.pdf](https://extranet.kvu.ch/files/documentdownload/180409065659_Bericht_WS_Tunnelausbruchmaterial_2017_Stand_2018_03_08.pdf)

# Allegati

## A1 Impianti per il trattamento di materiale di scavo e di sgombero

Impianti per il trattamento di materiale di scavo e di sgombero (elenco non esaustivo)

Tipo di impianto	Rifiuti da sottoporre a trattamento	Stato di aggregazione rifiuto	Finalità del trattamento	Informazioni specifiche dell'impianto			
<b>Impianti di trattamento termico</b>				<b>Criteri di idoneità e di accettazione</b>	<b>Temp. comb.</b>	<b>Temp. ricomb.</b>	<b>Output (frazioni appross.)</b>
Cementificio (sostituti della farina cruda)	Rifiuti minerali eccetto l'asfalto di demolizione	Solido	Distruzione di sostanze nocive organiche, inglobamento di sostanze nocive inorganiche nella matrice di cemento Processo termico: ossidativo/combustione	Criteri di accettazione: secondo all. 4 OPSR e specifici dell'impianto; Tenore di metalli pesanti ~< tipo B, frazione organica e sostanze nocive: specifiche dell'impianto	Gas 2000 °C (ingresso forno), clinker 1450 °C		100% cemento (le polveri fini derivanti dalla produzione di clinker di cemento possono essere riciclate come costituenti secondari o additivi minerali nella fabbricazione di cemento)
Desorbimento termico/pirolisi	Materiali minerali contaminati da composti volatili	Solido	Distruzione di sostanze nocive organiche volatili, separazione di metalli/composti metallici volatili, recupero di materie prime (riciclaggio) o output idoneo per il deposito in discarica. Processo termico: desorbimento o pirolisi	Criteri di accettazione: definiti in modo specifico per l'impianto; Frazione organica <20% tenore di metalli pesanti ~ > tipo B;	500-650 °C	950-1200 °C	78% di componenti minerali (riciclaggio o deposito) 22% gas di scarico
<b>Altri impianti/possibilità di trattamento rilevanti</b>				<b>Criteri di idoneità e di accettazione</b>	<b>Processi applicati</b>		<b>Output (frazioni appross.)</b>
Trattamento meccanico a secco	Miscele di materiale separabili fisicamente con diversa contaminazione da sostanze nocive	Solido	Frazionamento del materiale in base alla granulometria, alla densità e alla composizione	Idoneo per la selezione di materiale ghiaioso o sabbioso con poche parti fini e successivo riciclaggio/trattamento/deposito.	Vagliatura, separazione ad aria, segregazione per densità		Frazioni separate → per valorizzazione materiale, trattamento, deposito

Tipo di impianto	Rifiuti da sottoporre a trattamento	Stato di aggregazione rifiuto	Finalità del trattamento	Informazioni specifiche dell'impianto		
Trattamento meccanico a umido	Rifiuti minerali con frazioni riciclabili	Solido, sospensione	Separazione chimico-fisica, pulizia delle frazioni di input e accumulo delle sostanze nocive nella frazione fine (fanghi da flottazione, fanghi filtro pressati) e segregazione delle frazioni contaminate per la presenza di sostanze nocive in base alle loro proprietà (ad es. segregazione per densità di proiettili nel materiale estratto da parapalle o sostanze nocive organiche in materiale leggero)	Idoneo per la selezione di diversi materiali con successivo riciclaggio/deposito Frazione organica preferibilmente < 25 % Idoneo per sostanze nocive quali metalli pesanti, idrocarburi, BTEX, PAH, PCB, cianuri, pesticidi ecc.	Digestione umida, estrazione, vagliatura, segregazione per densità e trattamento dell'acqua	Componenti riciclabili (ghiaia, sabbia, frazioni metalliche) Torta di filtrazione: riciclaggio/trattamento o deposito
Aspirazione ad aria con post-trattamento	Miscele di materiali con componenti organici volatili	Solido	Rimozione di sostanze nocive volatili dalla matrice mediante flusso d'aria costante	Idoneo per materiale ghiaioso/sabbioso permeabile al gas Idoneo per sostanze nocive quali: VCHC, idrocarburi C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> , BTEX	Vacuum-Heap	Componenti riciclabili o depositabili; flusso d'aria attraverso carbone attivo, combustione o simili
Trattamento biologico	Miscele di materiali con sostanze nocive biodegradabili	Solido	Riduzione della contaminazione da sostanze nocive mediante relativa mineralizzazione	Idoneo per materiale piuttosto ghiaioso/sabbioso Idoneo per sostanze nocive quali: idrocarburi C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub>	Decontaminazione mediante microrganismi	Componenti riciclabili o depositabili
Immobilizzazione/solidificazione	Rifiuti con frazioni inorganiche solubili (ad es. metalli pesanti)	Solido	Le sostanze nocive vengono fissate o trasformate in composti meno nocivi o meno mobili mediante reazione chimica o assorbimento. Segue deposito in discarica.	Idoneo per materiale a grana fine con contaminazione organica		Prodotto idoneo per il deposito





---

### **A3 Procedura per il piano di smaltimento per galleria**

*Procedura per l'allestimento di un piano di smaltimento per un progetto di costruzione di galleria*

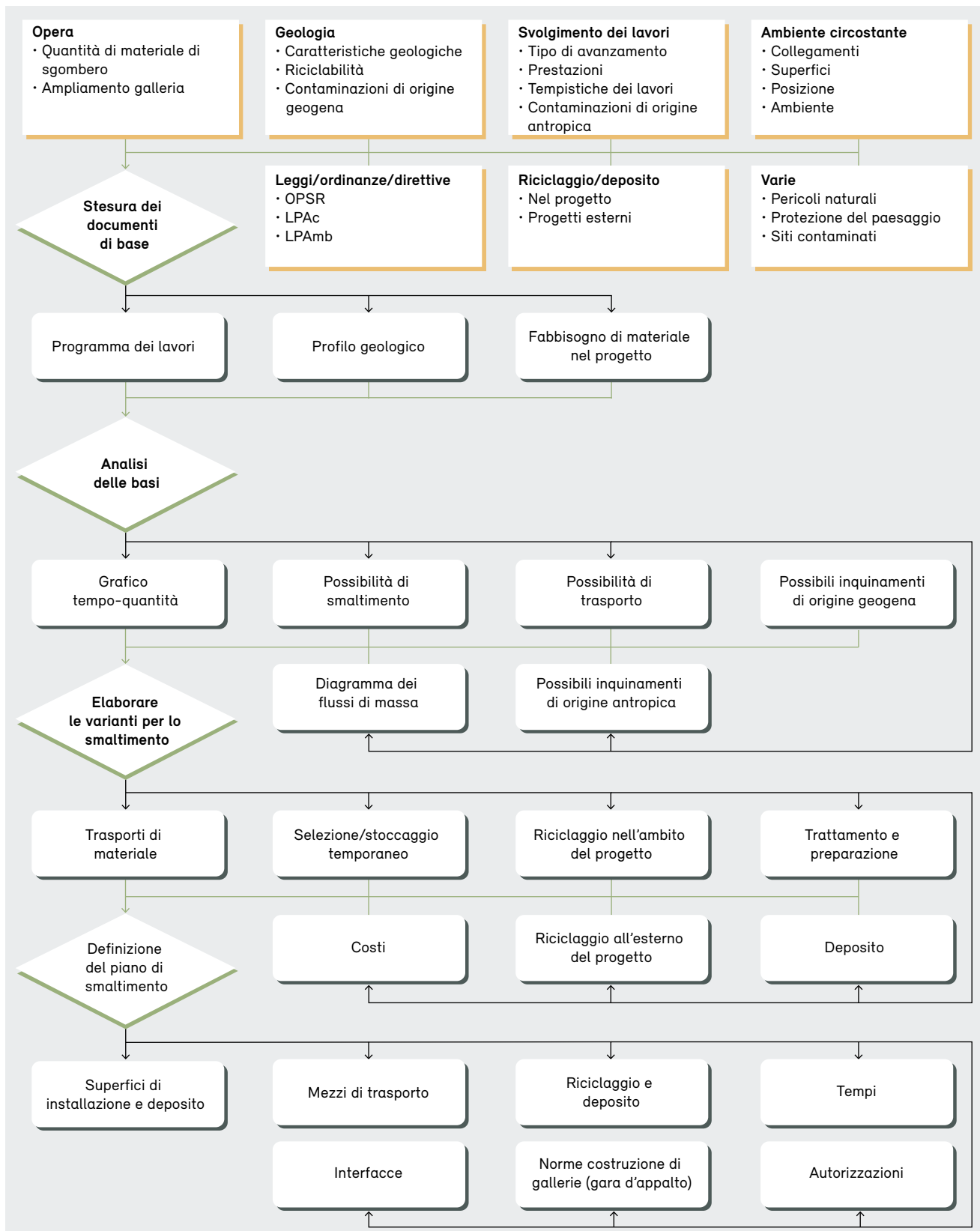
#### **1. Introduzione**

Un piano di smaltimento plausibile e approvabile costituisce un elemento centrale per la riuscita attuazione di un progetto di costruzione di galleria. Nell'ambito della procedura di approvazione del piano esso deve fornire alle autorità informazioni sufficienti per poter valutare e approvare il progetto. Nel corso del progetto il piano di smaltimento dovrà essere ulteriormente concretizzato in modo da disporre di una versione definitiva del piano prima dell'inizio dello scavo e richiedere tutte le autorizzazioni e le garanzie necessarie per assicurare lo smaltimento del materiale di sgombero della galleria.

Nel piano di smaltimento (e in particolare anche nei contratti) devono essere chiaramente definite sia le responsabilità che le competenze del committente, dell'accompagnamento ambientale in fase di cantiere (AA) e dell'impresa. Deve essere indicato chiaramente chi è responsabile di quali basi di riferimento e di quali controlli.

Nel grafico seguente (fig. A3-1) figura la procedura da seguire per l'elaborazione di un piano di smaltimento, mentre più avanti segue la relativa descrizione:

**Figura A3-1:**  
**Procedura per l'allestimento di un piano di smaltimento per il materiale proveniente da gallerie**



## 2. Basi per un piano di smaltimento

L'elaborazione delle basi è il primo passaggio necessario per poter allestire un piano di smaltimento plausibile. Segue l'elenco delle diverse basi che è opportuno tenere in considerazione.

### I. Opera di costruzione

L'opera pianificata deve essere definita fissando i dati seguenti in base alla geometria (lunghezza, diametro ecc.) e allo standard di ampliamento della galleria:

- quantità di materiale di sgombero (galleria principale, centrali, nicchie, gallerie trasverso banco, rampe ecc.);
- quantità di materiali da costruzione minerali (calcestruzzo, ghiaia mista, miscele non legate, materiali di riporto senza requisiti ecc.).

### II. Geologia

Per stabilire le vie di riciclaggio/smaltimento da valutare per il materiale di sgombero è necessario conoscere le caratteristiche dei materiali in base alla geologia. A tal fine, per il progetto di galleria occorre allestire un profilo geologico longitudinale con i dati seguenti:

- geologia e petrografia, incluse contaminazioni di origine geogena e altri materiali problematici dal punto di vista tecnico (es. mica, solfati, AAR [reazione alcali-aggregati]);
- idrogeologia.

In base al profilo geologico, alla granulometria e all'inquinamento risultante dalla tecnica di avanzamento si stabilisce qual è la via di riciclaggio/smaltimento possibile per il materiale di sgombero. La classificazione si basa sulla norma SIA 199:

- classe 1: idoneo come materia prima per l'industria della pietra e della terra (ad es. cemento, clinker o produzione di pietrisco duro);
- classe 2: idoneo come granulato (in passato additivi del calcestruzzo) o per riporti complessi;
- classe 3: idoneo per riporti complessi, colmate o riempimenti;
- classe 4: non riciclabile in cantiere, deposito in discarica o riciclaggio nel cementificio.

Nota: in genere, per l'osservazione si considera determinante la classe di materiale peggiore sull'intero profilo trasversale della galleria oppure la classificazione secondo la norma SIA 199 è determinata dalla qualità peggiore nel profilo trasversale della galleria.

### III. Svolgimento dei lavori

Per il piano di smaltimento occorre conoscere lo svolgimento vero e proprio dei lavori. A questo proposito sono necessarie le conoscenze seguenti:

- prestazioni (lavori di avanzamento, lavori di ampliamento galleria ecc.);
- metodi di sgombero;
- possibili inquinamenti di origine antropica (rimbalzo calcestruzzo spruzzato, idrocarburi, tipo di carica dell'esplosivo);
- successione temporale dell'avanzamento – ampliamento (contestuale, consecutiva);
- tempi di costruzione (un turno, due turni, 24 ore / 7 giorni);
- smarinatura (nastro trasportatore – binario – ruota – pompaggio).

### IV. Ambiente circostante / condizioni locali

Il piano di smaltimento deve essere integrato nel contesto immediato dell'opera vera e propria di scavo della galleria. Diverse sono le interfacce con l'ambiente circostante, di cui occorre tenere conto. È pertanto importante conoscere le condizioni locali:

- collegamenti del cantiere (strade presenti nell'area, linee ferroviarie presenti nell'area, strade di accesso, acqua, corrente ecc.);
- spazi, superfici;
- posizione del cantiere (città, campagna, montagna, acque, zone declive, zone di protezione delle acque, pericoli naturali);
- ostacoli (linee ad alta tensione, condotte, acque correnti ecc.);
- condizioni del suolo (tipo di terreno, caratteristiche del terreno, sensibilità alla compattazione, regime idrico, acque sotterranee, protezione dell'ambiente ecc.).

## V. Riciclaggio/deposito

Durante la costruzione di gallerie si producono in breve tempo grandi quantità di materiale che devono essere riciclate o depositate secondo criteri di efficienza. Può essere necessario individuare diverse possibilità da esaminare e definire. Anche le soluzioni intermedie risultano spesso essere una possibilità valida per realizzare un riciclaggio ideale. Di seguito le varie possibilità relative al riciclaggio.

### Riciclaggio nel progetto

Il riciclaggio del materiale proveniente da gallerie all'interno del progetto stesso è la soluzione da preferire dal punto di vista ecologico e, in genere, anche economico, a condizione che il materiale di sgombero sia di qualità idonea. Diverse sono le possibilità di trattamento e inglobamento del materiale di sgombero all'interno del progetto, utilizzandolo come materiale da costruzione minerale (cfr. fig. A3-2).

Riciclando il materiale di sgombero prodotto all'interno del progetto di costruzione della galleria si influisce positivamente sui più svariati aspetti del progetto:

- riduzione dei costi;
- riduzione del traffico;
- risparmio di risorse;
- riduzione dei volumi di deposito.

Altri aspetti si fanno invece più complessi:

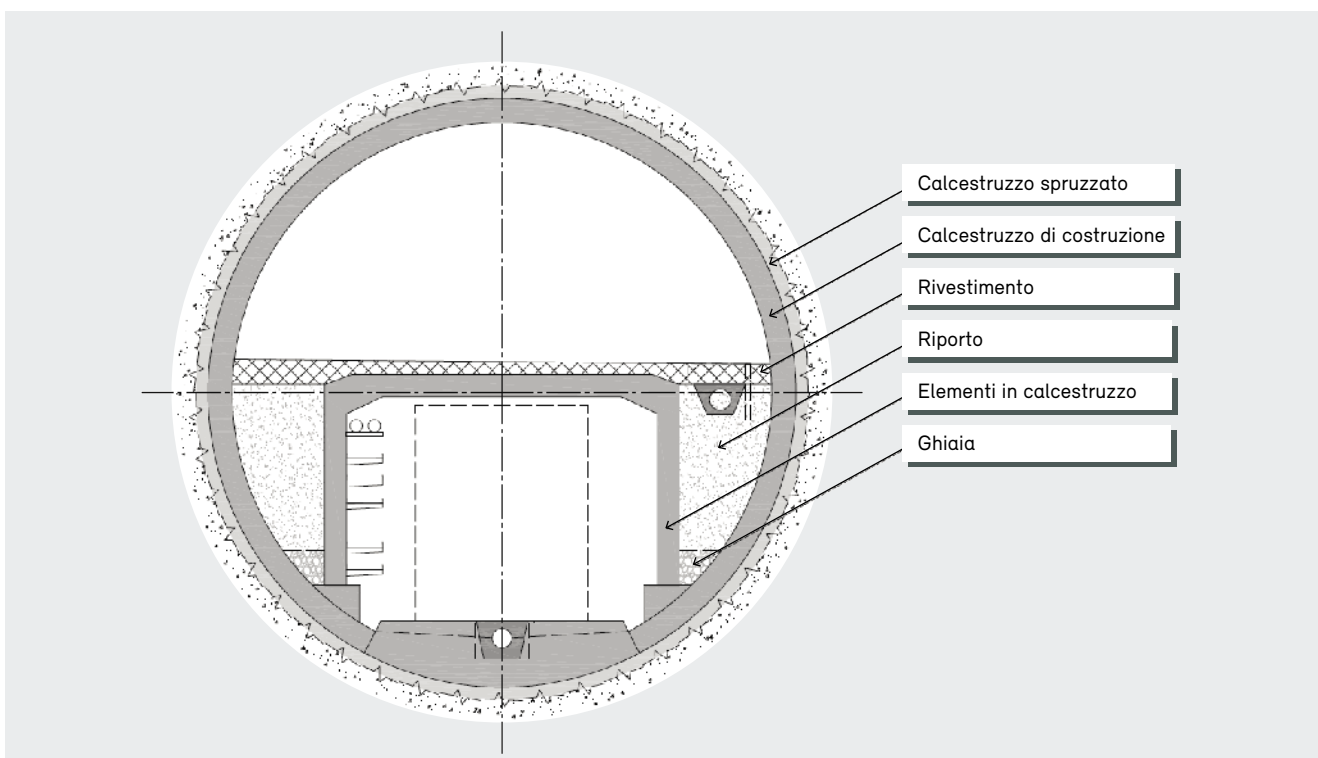
- qualità dell'opera;
- superfici necessarie per il deposito e le installazioni;
- emissioni (polvere, rumore);
- programma dei lavori.

### Riciclaggio esterno

Le possibilità di riciclaggio esterno sono indicate nel capitolo 4 della presente parte dell'aiuto all'esecuzione (ad es. altri progetti, materia prima per l'industria del cemento e del calcestruzzo, modificazioni del terreno).

Figura A3-2

Possibilità di riciclaggio del materiale di sgombero nella costruzione di gallerie



### 3. Preparazione e analisi delle basi

#### 3.1 Preparazione dei documenti di base

Partendo dalle conoscenze disponibili si preparano i documenti di base necessari.

##### I. Programma dei lavori

Perché funzioni bene, il piano di smaltimento deve essere perfettamente integrato nello svolgimento dei lavori. Ne consegue che, per pianificare il riciclaggio è necessario conoscere il programma dei lavori del progetto di costruzione della galleria. Viceversa, un piano di smaltimento finito e perfettamente funzionante costituisce un presupposto necessario per l'avvio effettivo dei lavori di avanzamento. È pertanto necessario che le vie di smaltimento siano già allestite all'avvio delle operazioni di avanzamento. Nel programma dei lavori occorre tenere presente i tempi necessari per l'aggiornamento del piano di smaltimento e definire anche il flusso di massa (produzione e consumo di materiali), che a sua volta influisce sulle vie di smaltimento.

##### II. Profilo geologico

Nel profilo geologico longitudinale è sintetizzata e definita la presunta produzione di vari materiali nell'ambito del progetto.

##### III. Fabbisogno di materiali minerali nell'ambito del progetto

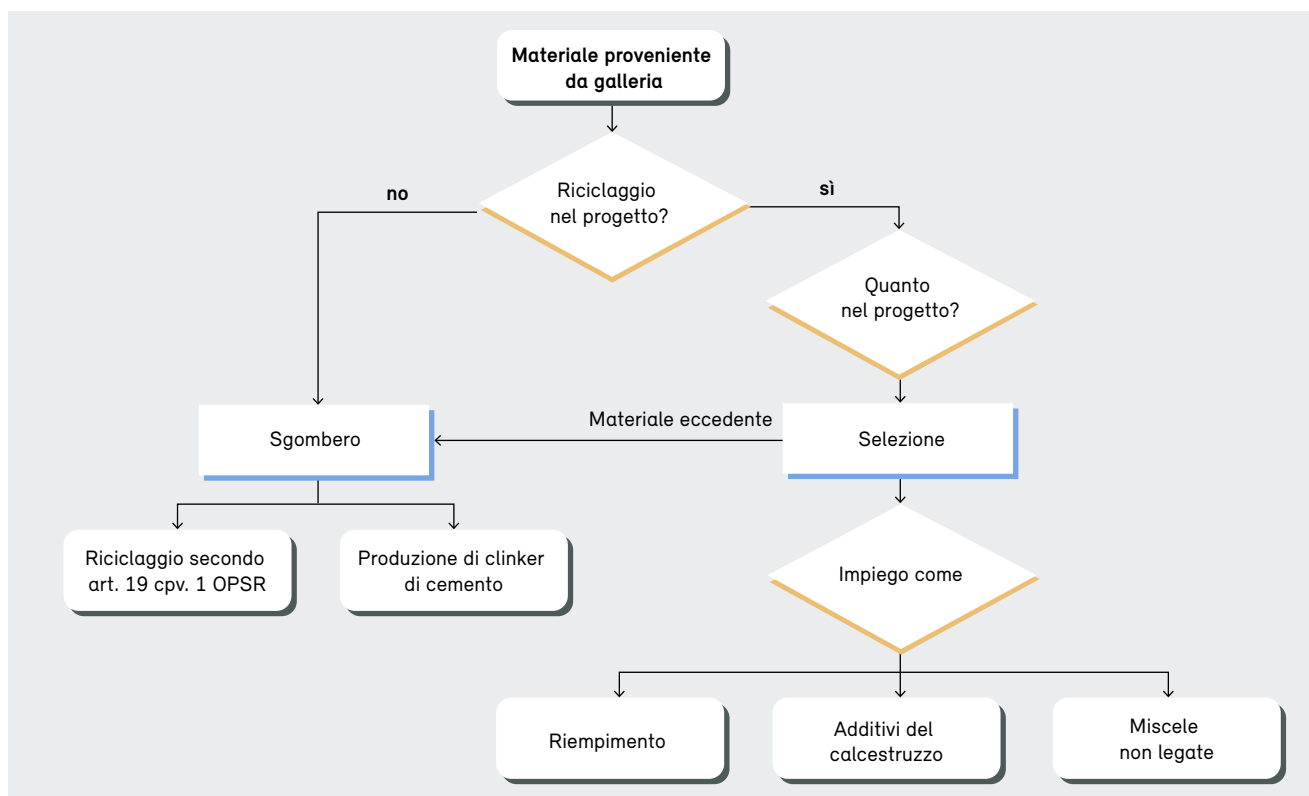
Ai fini del riciclaggio nell'ambito del progetto, è necessario conoscere il tipo di qualità e i quantitativi necessari di materiali minerali da costruzione nonché le relative tempistiche di utilizzo e fabbisogno.

#### 3.2 Analisi delle basi

Segue la fase di **raggruppamento delle basi** e concretizzazione delle varie possibilità. Il riciclaggio del materiale di sgombero all'interno del progetto è di fatto la soluzione da preferire dal punto di vista ecologico e, in genere, anche economico. Partendo dai vari documenti di base è ora possibile definire le **possibilità di riciclaggio** all'interno del progetto, secondo il diagramma decisionale seguente:

Figura A3-3

Diagramma decisionale



Per gestire la complessità logistica dello smaltimento delle masse di materiale proveniente da gallerie è indispensabile predisporre un grafico tempo-quantità con tutti i parametri necessari. Il **grafico tempo-quantità** deve riguardare il tempo effettivo di avanzamento e costruzione. Può essere utile predisporre una griglia mensile, che fornisca informazioni sufficienti sui flussi quantitativi.

Nel grafico tempo-quantità vengono messe in relazione le basi seguenti:

- andamento temporale del progetto;
- quantità di materiale di sgombero;
- classi di riciclaggio/materiali;
- fabbisogno di materiale nel progetto;
- riciclaggio all'esterno del progetto;
- quantità da smaltire.

Il grafico tempo-quantità consente di calcolare o definire i parametri seguenti:

- superfici di deposito necessarie;
- rendimenti degli impianti necessari;
- capacità di trasporto necessarie;
- volumi di deposito necessari.

Oltre al riciclaggio primario all'interno del progetto, nella maggior parte dei casi occorre individuare ulteriori possibilità di smaltimento del materiale eccedente. In un **diagramma dei flussi di massa** è possibile illustrare le diverse vie di smaltimento:

Occorre inoltre illustrare le varie **possibilità di trasporto**. Considerato che, in genere, i quantitativi da trasportare sono ingenti, il trasporto è una componente importante del piano di smaltimento e, se si vuole realizzare un piano valido, è necessario pianificare per tempo i trasporti di massa.

L'analisi dovrà inoltre tenere tempestivamente conto anche degli **inquinamenti di natura antropica** inevitabili nelle fasi di avanzamento (cfr. cap. 5 più avanti) ed eventuali **contaminazioni di origine geogena** presenti nella roccia madre (cfr. cap. 3.4 in questa parte del modulo dell'aiuto all'esecuzione).

**Figura A3-4**  
Grafico tempo-quantità (esempio)

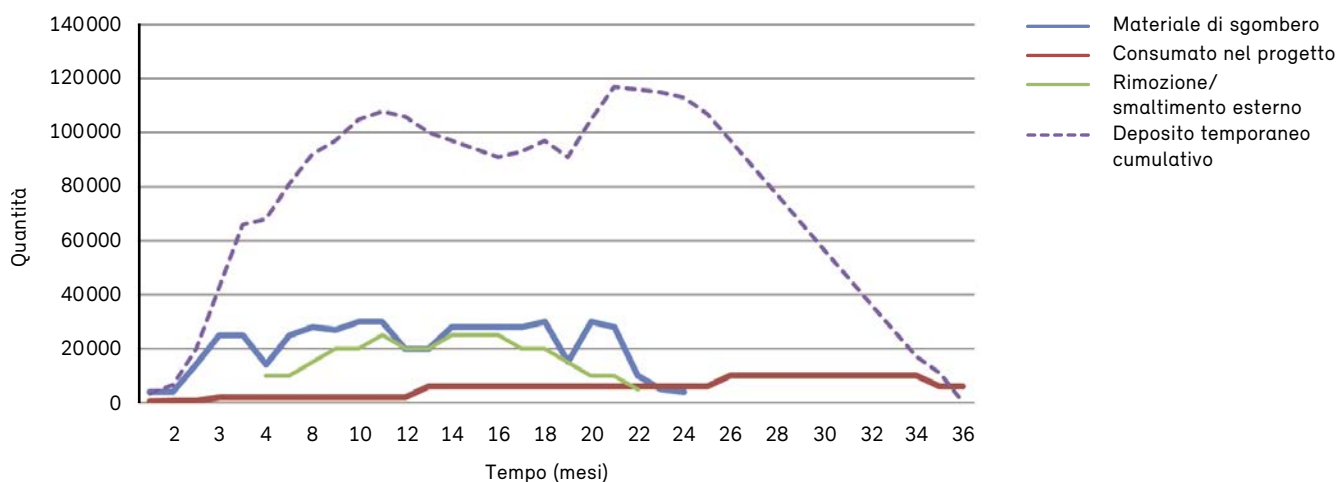
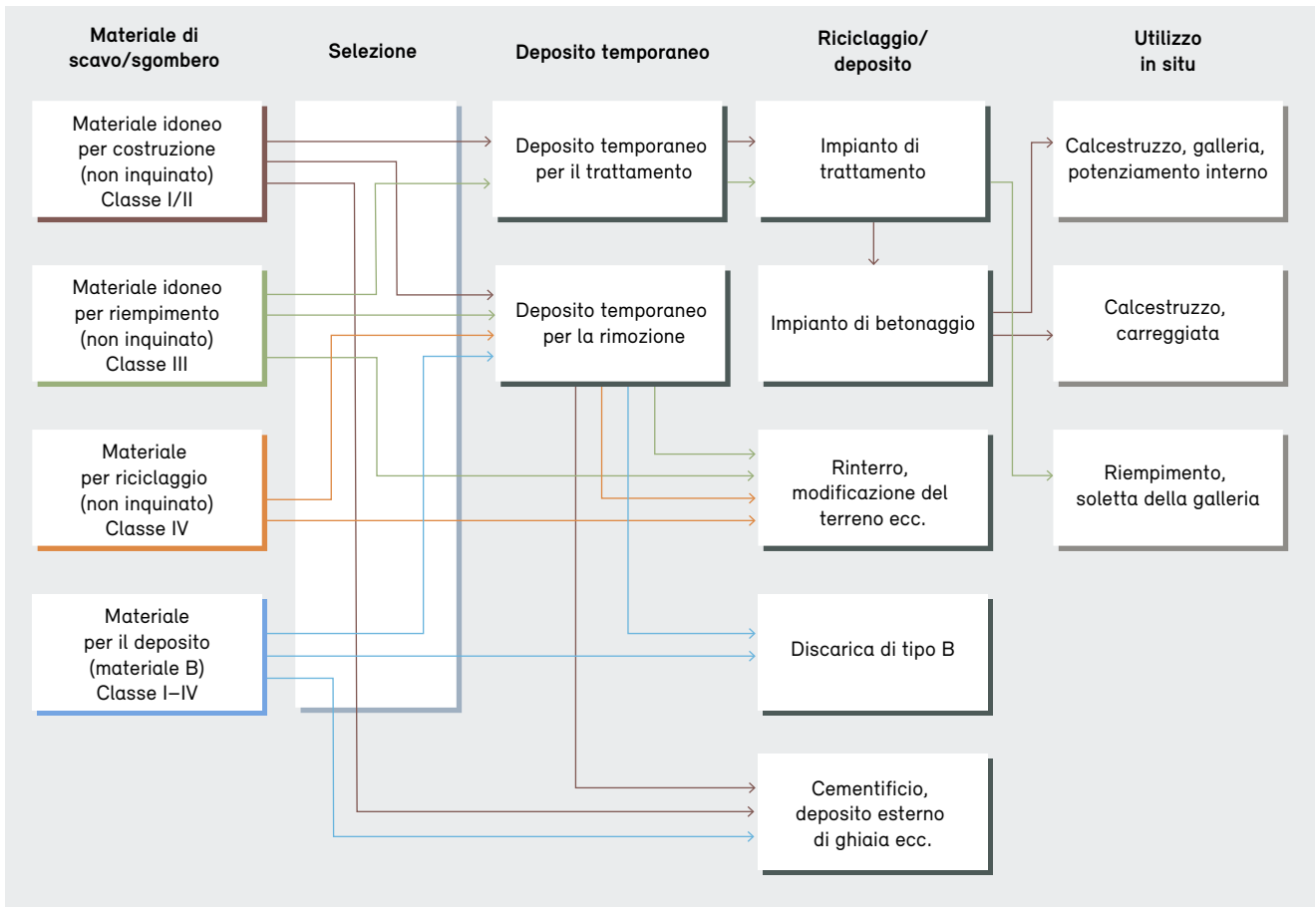




Figura A3-5  
Esempio di diagramma dei flussi di massa



#### 4. Definizione del piano di smaltimento

Il piano di smaltimento per il materiale proveniente da gallerie è in genere un'attività alquanto complessa. Per poter generare o chiarire le basi corrette per l'esecuzione vera e propria sin dalle primissime fasi del progetto (progetto di approvazione, progetto di messa a concorso, progetto dettagliato), è assolutamente necessario definire a grandi linee il piano di smaltimento lungo tutta la catena logistica, provvedendo poi a modificarlo e aggiornarlo costantemente in base allo stato del progetto di costruzione.

Una via di smaltimento può comprendere svariate installazioni tecniche. Le installazioni necessarie nei singoli ambiti del piano di smaltimento dipendono da diversi criteri (elenco non esaustivo):

- proprietà dei materiali/geologia (petrografia, forma dei grani, grado di inquinamento, contenuto d'acqua, granulometria, spettro dei grani ecc.) → riciclabilità → procedimento;
- tecnica di avanzamento → avanzamento continuo (TBM) o discontinuo (ad es. con brillamento) → tipo ed estensione dell'inquinamento del materiale di sgombero dovuto al sistema;
- sgombero → operazioni di smarinatura necessarie;
- condizioni spaziali nella galleria (sezione della galleria) e sul posto di installazione;
- aree di installazione presenti → volume di deposito necessario → possibilità di deposito temporaneo → spazio necessario per il trattamento;
- fabbisogno di materiali da costruzione minerali → quantità per la preparazione → capacità;
- distanze di trasporto all'interno e all'esterno del cantiere;
- infrastrutture presenti (binari ferroviari, strade, acque ecc.).

Vengono di seguito descritti in dettaglio i singoli criteri da considerare per la stesura del piano di smaltimento.

##### Trasporti di materiale

I trasporti del materiale si svolgono sia all'interno che all'esterno del cantiere e possono essere effettuati con diversi mezzi di trasporto. Ove possibile il trasporto deve avvenire a mezzo ferrovia o per nave. In genere il trasporto del materiale è effettuato con diversi mezzi di trasporto

in combinazione. La rimozione/il proseguimento del trasporto avvengono spesso in altri ambienti, ossia fuori dal cantiere. Di conseguenza questi trasporti devono essere effettuati attraverso la rete di trasporti pubblica ed è necessario riservare per tempo le capacità necessarie (ad es. finestra oraria per le operazioni di carico ferroviarie ecc.). La rimozione/il proseguimento del trasporto comprendono anche i dispositivi di carico necessari.

Mezzi di trasporto per il trasporto intermedio, il proseguimento del trasporto e la rimozione:

- trasportatori a nastro;
- ferrovia;
- nave;
- trasporto pneumatico (dumper, camion, pala gommatata ecc.);
- tubo di pompaggio;
- ...

##### Selezione / deposito temporaneo

A volte non è possibile procedere immediatamente al trattamento o alla rimozione del materiale di sgombero. Inoltre il materiale rimosso non è in genere attribuibile a un'unica classe, poiché la galleria attraversa materiali di diverse classi; di conseguenza occorre tenere conto della presenza di diversi inquinamenti di natura antropica dovuti al sistema. È pertanto necessario selezionare il materiale di sgombero e stoccarlo in un deposito intermedio. Per il deposito esistono diverse possibilità:

- silo;
- contenitori;
- cumuli aperti;
- bacini,
- ...

Il deposito temporaneo può essere preso in considerazione sia per le materie prime che per i materiali già trattati; in altre parole, i depositi possono essere necessari anche dopo il trattamento. Le superfici adibite a deposito e installazione per gli impianti necessari (deposito per il materiale, impianti di trattamento, silo, nastri trasportatori, impianti di trasbordo, impianti di carico/scarico per camion, ferrovia, nave ecc.) devono essere specificati e approvati nel progetto di pubblicazione. In base all'inquinamento di natu-

ra antropica o da fattori geogeni presenti nel materiale di sgombero si dovranno fornire anche indicazioni sulla compattezza dell'area e la gestione delle acque di scarico.

### Trattamento e preparazione in cantiere

Le attività di trattamento e preparazione in cantiere possono variare molto per complessità e dipendono in particolare dal riciclaggio pianificato; la tecnica scelta e l'attività di preparazione devono essere coordinate in modo specifico in base al progetto da realizzare. In genere si ricorre a una combinazione di tecniche diverse.

### Riciclaggio/deposito

Le varie possibilità di riciclaggio esterno sono illustrate nel capitolo 4 della presente parte dell'aiuto all'esecuzione. Nella maggior parte dei casi occorre esaminare diverse possibilità di riciclaggio e deposito in una fase iniziale del piano di smaltimento, dopodiché si definiscono i percorsi per il materiale di sgombero oppure si stabilisce cosa sottoporre a trattamento all'interno del progetto, cosa all'esterno del progetto e, infine, cosa depositare in una discarica adeguata, tenendo presente i punti seguenti:

- riciclaggio all'interno del progetto, quantità;
- riciclaggio all'esterno del progetto, quantità;
- modificazioni dell'area nell'ambito del progetto;
- riporti nei laghi;
- depositi per materiale contaminato da fattori geogeni;
- depositi, quantità;
- ...

### Confronto dei costi

Nella maggior parte dei casi il riciclaggio del materiale di sgombero di un progetto di costruzione di galleria è di importanza basilare per la pianificazione e l'esecuzione e non deve essere sottovalutato sul piano dei costi (in genere corrisponde al 10–15% dei costi di costruzione). È pertanto opportuno dedicare la giusta attenzione al piano di smaltimento e non relegarlo assolutamente a un'attività secondaria, bensì affrontarlo prontamente affinché sia allestito completamente, testato e pronto all'avvio delle attività di scavo e presenti un rapporto costi-benefici ragionevole.

### Tempi

Il piano di riciclaggio e smaltimento deve essere funzionante sin dall'inizio vero e proprio dell'attività di scavo. Occor-

re pertanto prevedere tempo sufficiente oppure avere a disposizione soluzioni transitorie adeguate. Nel caso di grandi progetti di gallerie il tempo di allestimento di vie di smaltimento necessarie rispetto all'inizio dei lavori di avanzamento può richiedere fino a due anni.

### Autorizzazioni

Per il piano di riciclaggio e smaltimento scelto è necessario ottenere tutte le autorizzazioni. A seconda dell'estensione del piano di riciclaggio e smaltimento, le autorizzazioni possono comportare un notevole dispendio in termini di tempo e devono pertanto essere richieste con il dovuto anticipo, in modo da avere la certezza del diritto per il progetto scelto.

Le autorizzazioni da richiedere dipendono dai risultati e servono ad assicurare la fattibilità del piano di smaltimento:

- superfici di installazione e deposito (perimetro dei lavori);
- tracciati ferroviari per la rimozione del materiale;
- autorizzazioni per il deposito del materiale;
- tipo di discarica;
- riporto a lago;
- modificazioni del terreno;
- ecc.

### Indicazioni/prescrizioni concernenti la costruzione di gallerie (avanzamento)

Un piano di smaltimento può funzionare alla perfezione solo se si definiscono tempestivamente alcuni parametri che interessano le interconnessioni con la costruzione vera e propria della galleria, in modo da realizzare un piano di smaltimento che sia correttamente progettato e dimensionato. Nei singoli casi i punti seguenti devono essere obbligatoriamente prescritti alla costruzione della galleria o formulati nel bando di concorso:

- massime prestazioni (di avanzamento, di trasporto, di ampliamento ecc.);
- granulometria massima per la movimentazione e il trasporto;
- provvedimenti specifici nel processo di costruzione per ridurre al minimo l'inquinamento di natura antropica secondo lo stato della tecnica conformemente all'OPSR (cfr. anche cap. 5);
- separazione prescritta delle classi di materiale;

- tempi di produzione del materiale di sgombero della galleria;
- tempi di fabbisogno dei materiali da costruzione minerali.

### Interfacce

Oltre alle prescrizioni necessarie per la costruzione della galleria è consigliabile definire o specificare con maggior precisione altre interfacce:

- interfacce con la produzione di calcestruzzo o gli impianti di betonaggio
  - equipaggiamento dell'impianto di betonaggio;
  - rendimento;
  - miscele pronte o singoli componenti;
- interfacce con discariche e siti di deposito
  - quantità giornaliera;
  - capacità;
  - qualità;
- interconnessioni con i trasportatori per destinazione/ data/ora
  - quantità da caricare;
  - qualità dei materiali.

## 5. Requisiti relativi alla gestione del materiale

Vengono di seguito definiti i requisiti di base concernenti in genere la gestione dei materiali, che possono tuttavia essere completati con l'aggiunta di requisiti specifici per il singolo progetto.

### Durata di utilizzo pianificata

Per il dimensionamento e la pianificazione della gestione del materiale occorre definire la durata d'esercizio presunta in base ai requisiti di progetto e adattare la durata minima dell'impianto alla durata di utilizzo.

### Requisiti generali

Oltre ai requisiti veri e propri concernenti la gestione del materiale, possono essere necessari ulteriori requisiti relativi all'esercizio e agli impianti, ad esempio:

- l'esercizio degli impianti deve essere possibile anche nella stagione invernale;
- emissioni di rumore e polveri:
  - i requisiti previsti per i macchinari, gli attrezzi e i vei-

coli di trasporto devono essere basati sul gruppo di provvedimenti B secondo la Direttiva sul rumore dei cantieri (UFAM, giugno 2006);

- le emissioni di polveri devono essere ridotte al minimo secondo la direttiva UFAM «Protezione dell'aria sui cantieri edili» (gennaio 2016);
- le capacità degli impianti devono essere dimensionate in modo da evitare che un'interruzione di durata prolungata abbia ripercussioni sull'avanzamento del progetto.

Tutti gli impianti devono essere pianificati e costruiti conformemente alle leggi e alle prescrizioni vigenti (direttiva macchine, Suva, CFSL, KIGA ecc.).

### Proprietà dei materiali e inquinamenti di natura antropica

I componenti/prodotti ottenuti dal materiale di sgombero e che vengono riutilizzati all'interno del progetto devono soddisfare tutti i requisiti previsti dalle norme SN EN vigenti per gli aggregati. Tale conformità deve essere attestata da un piano di prova corrispondente.

Per lo smaltimento si devono rispettare le qualità e i valori limite secondo l'OPSR. Anche in questo caso occorre l'attestazione mediante un **piano di prova**. Sono di seguito descritti i processi e i possibili provvedimenti finalizzati a ridurre l'inquinamento di natura antropica:

### Avanzamento con brillamento – residui di esplosione

Durante il brillamento si formano residui di esplosione che devono essere ridotti al minimo adottando provvedimenti adeguati. Durante le operazioni di brillamento occorre tenere presente le misure seguenti:

- sensibilizzare i responsabili del cantiere in merito all'esecuzione di controlli ed eventuali correzioni durante l'utilizzo in loco;
- messa a verbale di controlli dell'apparecchiatura a intervalli regolari, in base all'intensità di utilizzo.

Se le emulsioni esplosive vengono impiegate correttamente, per quanto concerne il superamento dei valori limite non si dovrebbero avere svantaggi sostanziali rispetto alle cartucce di esplosivo. È tuttavia necessario adottare misure adeguate per ridurre o eliminare i rischi di errata manipolazione.

### Idrocarburi

Quando per i lavori di scavo si utilizza una fresa, vengono necessariamente impiegati dei lubrificanti che causano di conseguenza l'inquinamento del materiale di sgombero per la presenza di idrocarburi. Per tutti i lavori che possono comportare il rilascio di ulteriori idrocarburi si devono adottare misure di precauzione, tra cui:

- concezione ed esercizio dello smaltimento delle acque del cantiere conformemente alla raccomandazione SIA 431;
- evacuazione delle acque tramite bacini di decantazione con separatori d'olio;
- stoccaggio in sicurezza dei liquidi pericolosi per le acque (volume di raccolta 100%), limitazione delle quantità di stoccaggio, in particolare nessun superamento dei quantitativi soglia previsti dall'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti;
- esecuzione degli interventi di manutenzione preventiva e ordinaria sui macchinari solo tramite vasche di raccolta, in officina conforme alla protezione delle acque o su aree compatte;
- impiego di macchine sottoposte a regolare manutenzione; controllo periodico dei sistemi a intervalli brevi con verbali di manutenzione corrispondenti;
- presenza di dispositivi per proteggersi dagli oli e leganti in quantità e dimensioni sufficienti.

### Rimbalzo di calcestruzzo (calcestruzzo spruzzato)

Il rimbalzo di calcestruzzo deve essere raccolto separatamente e riciclato o depositato in base alla composizione chimica.

In riferimento al rimbalzo di calcestruzzo, il materiale di sgombero può essere classificato come non inquinato in base ai seguenti criteri cumulativi, sempre che non siano presenti altri tipi di inquinamento:

- si tratta esclusivamente di materiale di sgombero (senza residui di trattamento come fanghi, materiali fini ecc.);
- non è materiale proveniente dalla soletta della galleria;

- il cemento impiegato è conforme ai requisiti previsti dalla ORRPChim<sup>6</sup>;
- è necessario procedere alla separazione del materiale di sgombero e del calcestruzzo provenienti dal consolidamento del fronte di scavo e dal rimbalzo di calcestruzzo spruzzato adottando tutte le possibilità tecnicamente possibili, mentre è tollerato un minimo inquinamento dovuto alla presenza di altri rifiuti edili minerali (cfr. cap. 5.4 in questa parte del modulo dell'aiuto all'esecuzione);
- per poter valutare la separazione occorre misurare e documentare i flussi di massa del calcestruzzo impiegato. La documentazione deve contenere tutti i flussi di massa sotto forma di bilancio di massa (quantità totale impiegata, quantità di rimbalzo da calcestruzzo spruzzato mandata allo smaltimento, quantità di calcestruzzo separata dal materiale di sgombero dopo la riduzione e come risultato, percentuale di calcestruzzo nel materiale di sgombero).

Una modalità pratica utile per garantire il rispetto dei criteri sopra menzionati può essere la stesura di una tabella sul bilancio dei quantitativi conformemente alle indicazioni seguenti:

Colonna [1]: Suddivisione del volume di sgombero teorico secondo il piano in calotta, strozzo e arco rovescio / pista di cantiere (differenziata per sezione di sgombero).

Colonna [2]: Trasporto del materiale di sgombero in discarica dell'impresa secondo le bolle di pesatura (bolle di accettazione del gestore della discarica).

Colonna [3]: Suddivisione del volume di sgombero effettivo in proporzione alle cubature teoriche (col. [1]). La quota di trasporto dell'arco rovescio / pista di cantiere non è ancora eseguita, quindi non è integrata nel flusso volumetrico, ma indicata solo a titolo informativo.

Colonna [4]: Suddivisione percentuale del volume di sgombero della calotta e dello strozzo risultante dalla colonna [3].

<sup>6</sup> Ordinanza concernente la riduzione dei rischi nell'utilizzazione di determinate sostanze, preparati e oggetti particolarmente pericolosi (ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici, ORRPChim, RS 814.81).

Colonna [5]: Indicazione informativa del quantitativo teorico di calcestruzzo spruzzato secondo il piano.

Colonna [6]: Quantità totale di calcestruzzo spruzzato fornito (in base alle bolle di consegna e alle operazioni di betonaggio registrate).

Colonna [7]: Il quantitativo di rimbalzo viene presunto in base alla norma SIA 118/198 (20 %) o eventualmente calcolato in base a prove di rimbalzo.

Colonna [8]: Quantità di calcestruzzo spruzzato indicata nei rapporti per il consolidamento del fronte di scavo (secondo le bolle di consegna e il diario di betonaggio).

Colonna [9]: Percentuale di betoncino per il cavo (protezione della testa e paramenti) che resta nella galleria e viene applicato contestualmente al consolidamento del fronte di scavo (come da bolla di consegna).

Colonna [10]: Calcolo del quantitativo di calcestruzzo spruzzato applicato per il consolidamento del fronte di scavo come cubatura fissa che viene scavata con un avanzamento. Il calcolo del rimbalzo si basa sulla norma SIA 118/198 secondo la colonna [7]. Il consolidamento del fronte non può essere separato e viene completamente rimosso con il materiale di sgombero.

Colonna [11]: Quantitativo teorico di calcestruzzo spruzzato nel materiale di sgombero come somma di rimbalzo e consolidamento del fronte di scavo. Il rimbalzo proveniente dall'avanzamento strozzo/soletta viene lasciato completamente nella pista di cantiere e rimosso solo al termine dell'avanzamento. Con il materiale di sgombero dello strozzo viene rimosso solo il consolidamento integrato del fronte di scavo.

Colonna [12]: Quantitativo teorico di calcestruzzo spruzzato nel materiale di sgombero in [t].

Colonna [13]: Materiale di sgombero selezionato incluso rimbalzo di calcestruzzo spruzzato che viene trasportato in una discarica di tipo B (secondo le bolle di deposito).

Colonna [14]: Percentuale di rimbalzo di calcestruzzo spruzzato presente nel materiale di scavo selezionato (ipotesi 70 %).

Colonna [15]: Percentuale di calcestruzzo spruzzato rimanente nel materiale di sgombero (differenza tra [11] e [13]).

Colonna [16]: Percentuale in peso di calcestruzzo spruzzato sul peso totale di materiale di sgombero.

### **Pianificazione, manutenzione e sorveglianza degli impianti**

Dai flussi di materiali pianificati si ottiene il dimensionamento minimo degli impianti di gestione dei materiali. Il committente può aggiungere a queste indicazioni di dimensionamento ulteriori prescrizioni dovute a fattori straordinari che influiscono sul progetto di costruzione (ritardi nel programma dei lavori, costi di fermo, interruzione dell'avanzamento ecc.):

- riserve;
- ridondanze;
- sicurezza.

Nel capitolato d'oneri del gestore deve essere prescritta la sorveglianza accurata degli impianti durante i tempi di lavoro. Al di fuori dei tempi di lavoro l'area dovrà essere sbarrata. In caso d'emergenza il personale del gestore deve essere reperibile tramite un servizio di picchetto.

Il personale di servizio responsabile deve avere le competenze necessarie per garantire la gestione del materiale. Uno specialista nominato dal gestore deve essere sempre reperibile in qualità di persona di riferimento responsabile per la comunicazione nei punti di interfaccia.

## **6. Avvertenze per la gara d'appalto**

Per la gara d'appalto è importante che gli offerenti dispongano di tutti i dati del piano di smaltimento necessari per i calcoli. Gli offerenti devono essere tenuti ad applicare il piano ovvero, qualora vengano proposte delle varianti, a fornire come componente dell'offerta la medesima quantità di dati richiesta nell'ambito dell'elaborazione della stessa (incluse le autorizzazioni necessarie).

La riduzione degli inquinamenti di natura antropica migliora le possibilità di riciclaggio del materiale proveniente da gallerie. Eventuali inquinamenti di natura antropica del materiale di sgombero, dovuti alle tecniche di costruzione e al sistema e pertanto inevitabili, devono essere ridotti adottando misure adeguate all'interno del processo stesso di costruzione e attraverso il successivo trattamento del materiale di sgombero.

Nel bando di concorso deve essere indicato chiaramente che l'impresa sarà responsabile della presenza di inquinamenti di natura antropica che possono essere evitati. L'impresa deve rispondere dei costi conseguenti dovuti alla presenza di tali inquinamenti di natura antropica evitabili.

È opportuno menzionare nella messa a concorso i processi di costruzione che comportano il rischio di inquinamento di natura antropica e prescrivere misure corrispondenti.

### 6.1 Attestazioni

Richiedere i controlli necessari per la verifica dei lavori. La frequenza dei campionamenti dipende dal metodo di avanzamento e dai processi di costruzione impiegati nonché dai vari strati geologici.

Per la tipizzazione basilare relativa alle categorie di materiale e all'eventuale contaminazione di natura geogena presente nel materiale di sgombero il committente deve eseguire i controlli necessari basati sui parametri seguenti:

- classificazione geologica;
- contaminazione di origine geogena;

Prelevare regolarmente campioni del materiale per verificare la presenza di inquinamenti di natura antropica al fine di garantire il riciclaggio nel rispetto della legge o il deposito del materiale di sgombero prodotto.

A questo proposito si devono rispettare le norme seguenti:

la percentuale di sostanze estranee presente nel materiale di sgombero viene determinata in base al piano di controllo. I campioni del materiale di sgombero devono essere analizzati in base ai parametri seguenti (conformemente ai metodi previsti nell'OPSR, salvo ove diversamente concordato):

- idrocarburi alifatici ( $C_{10}-C_{40}$ );
- carbonio organico totale (COT);
- ammonio/ammoniaca (eluito 24 ore secondo OPSR);
- nitriti (eluito 24 ore secondo OPSR) in caso di avanzamento con esplosivi;
- altri parametri in base al riciclaggio previsto dall'impresa.

Il prelievo dei campioni deve essere documentato con un verbale contenente almeno i dati seguenti:

- operatore che effettua il prelievo e relativa firma;
- luogo e data;
- designazione dei campioni;
- frazione di massa secca (appross.);
- condizioni meteorologiche (temperatura, precipitazioni);
- luogo di prelievo dei campioni ed eventuale durata di stoccaggio in cantiere;
- descrizione dei campioni (colore, odore, tipo di materiale);
- stima della percentuale di grani sovradimensionati > 10 cm (in %);
- osservazioni/avvertenze (foto ecc.).

Dopo ogni campionamento i campioni devono essere notificati tempestivamente alle autorità competenti, senza che ne venga fatta richiesta, e archiviati almeno fino alla scadenza della durata dei lavori.

Sia il committente che l'impresa devono verificare periodicamente i risultati della controparte o eseguire controlli e analisi propri per controllare la conformità del riciclaggio o del deposito del materiale di sgombero prodotto.

### 6.2 Differenze di qualità e quantità

Il profilo geologico si basa in genere su perforazioni di sondaggio e su ipotesi e conoscenze scientifiche concernenti la geologia della regione in questione. Fare una previsione esatta è tuttavia difficile e di conseguenza sia la qualità sia i quantitativi delle singole categorie di materiali possono variare. Dal momento che ciò comporta conseguenze sul riciclaggio e il deposito, è opportuno annotare le variazioni in un bilancio corrente e avviare tempestivamente le misure necessarie.