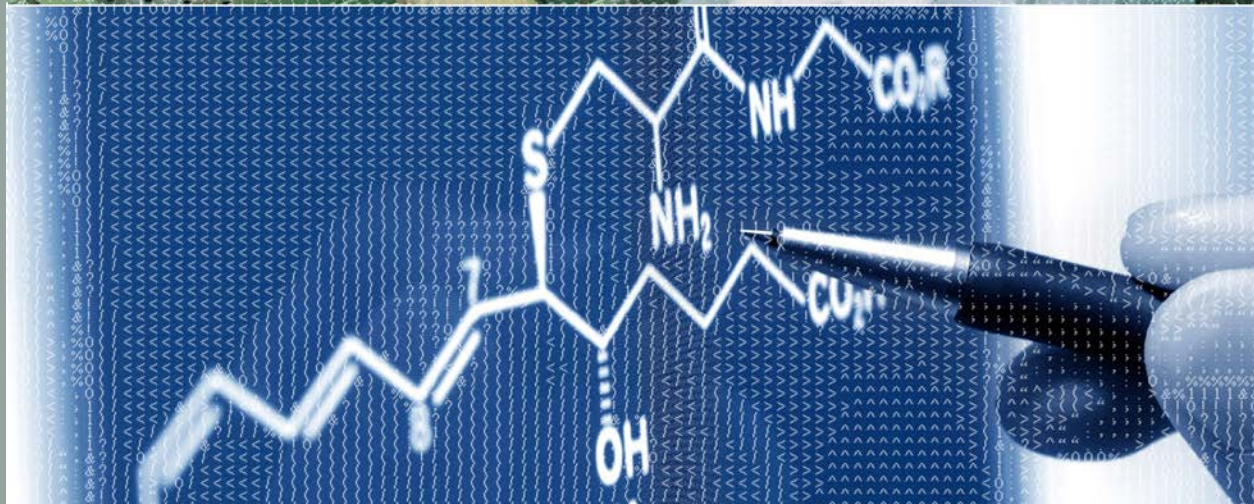


> Calcolo dei valori di concentrazione e dei valori limite per i materiali solidi

Aiuto all'esecuzione relativo all'ordinanza tecnica sui rifiuti e all'ordinanza sui siti contaminati



> Calcolo dei valori di concentrazione e dei valori limite per i materiali solidi

*Aiuto all'esecuzione relativo all'ordinanza tecnica sui rifiuti
e all'ordinanza sui siti contaminati*

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. Gli aiuti all'esecuzione dell'UFAM (definiti finora anche come direttive, istruzioni, raccomandazioni, manuali, aiuti pratici ecc.) sono pubblicati nella serie «Pratica ambientale».

Nota editoriale

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

Christian Niederer, BMG Engineering AG

Christoph Munz, BMG Engineering AG

Accompagnamento UFAM

Christiane Wermeille, divisione Suolo e biotecnologia, UFAM

Kaarina Schenk, divisione Rifiuti e materie prime, UFAM

Rolf Kettler, divisione Suolo e biotecnologia, UFAM

Indicazione bibliografica

UFAM 2013: Calcolo dei valori di concentrazione e dei valori limite per i materiali solidi. Aiuto all'esecuzione relativo all'ordinanza tecnica sui rifiuti e all'ordinanza sui siti contaminati. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1333: 21 pag.

Grafica e impaginazione

Valérie Fries, 3063 Ittigen

Foto di copertina

©iStock.com/r.kettler

Link per scaricare il PDF

www.bafu.admin.ch/uv-1333-i

(disponibile soltanto in formato elettronico)

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco e francese.

© UFAM 2013

> Indice

Abstracts	5
Premessa	7

1 Introduzione	8
1.1 Basi giuridiche	8
1.2 Principi di calcolo	8

2 Calcolo dei valori di concentrazione secondo l'OSiti	10
2.1 Scenario di esposizione	11
2.2 Dati tossicologici di base	11
2.3 Valutazione della cancerogenicità	12
2.4 Procedura in assenza di valori RfD _o e SF _o	13
2.5 Requisiti per l'acqua potabile di autorità e organizzazioni nazionali e internazionali	13
2.6 Controllo del valore da parte delle autorità	14

3 Calcolo dei valori limite per i materiali solidi secondo l'OTR	15
3.1 Valori limite per i rifiuti non inquinati (valori U)	15
3.2 Valori limite per i rifiuti inquinati	16
3.2.1 Valore limite per il deposito in discariche per materiali inerti (valore limite per i materiali inerti)	16
3.2.2 Valore limite per il deposito in discariche reattive (valore limite per le sostanze reattive)	16
3.2.3 Valore limite per il deposito in discariche per sostanze residue (valore limite per le sostanze residue)	16
3.2.4 Valore indicativo per i rifiuti inquinati in modo tollerabile (valore indicativo T)	16
3.2.5 Calcolo dei valori limite per i materiali solidi in funzione del rischio mediante la prova virtuale dell'eluito	16
3.2.6 Procedura in caso di valori limite inferiori al limite di determinazione	19
3.3 Controllo del valore da parte delle autorità	20

Basi	21
-------------	-----------

> Abstracts

In the course of dealing with abandoned contaminated sites or implementing waste legislation, some pollutants may be relevant for which no specifications are defined in the Contaminated Sites Ordinance and the Technical Ordinance on Waste. In this case, the necessary concentration levels and critical values should be derived in a project-specific manner. This publication demonstrates the methods that should be used to derive them.

Im Rahmen der Altlastenbearbeitung oder dem Vollzug der Abfall-Gesetzgebung können Schadstoffe relevant sein, für welche in der Altlastenverordnung und/oder der Technischen Verordnung über Abfälle keine Anforderungen definiert sind. Die erforderlichen Konzentrations- oder Grenzwerte sind in diesem Falle projektspezifisch herzuleiten. Mit der vorliegenden Publikation wird aufgezeigt, nach welcher Methodik diese Herleitung zu erfolgen hat.

Bien que soumis à aucune exigence dans l'ordonnance sur les sites contaminés ou dans l'ordonnance sur le traitement des déchets, certains polluants sont néanmoins significatifs lorsqu'il s'agit de traiter un site contaminé ou d'exécuter la législation sur les déchets. Les valeurs de concentration et les valeurs limites applicables sont alors déterminées au cas par cas pour chaque projet. La présente publication décrit la procédure à suivre.

Nell'ambito della gestione dei siti contaminati o dell'esecuzione della legislazione sui rifiuti possono assumere rilievo sostanze inquinanti per cui l'ordinanza sui siti contaminati e/o l'ordinanza tecnica sui rifiuti non definiscono alcun requisito. In questi casi, i valori di concentrazione e i valori limite necessari devono essere calcolati per il progetto specifico. La presente pubblicazione illustra il metodo di calcolo.

Keywords:

Waste, contaminated sites, concentration value, limit value, derivation

Stichwörter:

Abfall, Altlasten, Konzentrationswert, Grenzwert, Herleitung

Mots-clés:

Déchets, sites contaminés, valeur de concentration, valeur limite, détermination

Parole chiave:

rifiuti, siti contaminati, valore limite, valore di concentrazione, calcolo

> Premessa

Per verificare l'impatto ambientale di un sito contaminato occorre individuarvi gli inquinanti presenti e determinarne la tossicità. Per svolgere tale verifica, l'ordinanza sui siti contaminati (OSiti) stabilisce per gli inquinanti comuni dei cosiddetti valori di concentrazione. Talvolta, tuttavia, vi sono siti che presentano una combinazione molto eterogenea di sostanze e prodotti derivati meno conosciuti. È il caso ad esempio delle vecchie discariche di rifiuti chimici, per le quali i valori menzionati nell'ordinanza non sono sufficienti per una valutazione dei rischi e occorre quindi stabilire dei valori di concentrazione per i composti chimici rilevati in tal ambito.

Una problematica analoga sussiste anche per quanto concerne lo smaltimento dei rifiuti provenienti da detti siti. Il materiale inquinato è pericoloso per l'ambiente in misura tale da dover ancora essere trattato prima del deposito in discarica? In quale tipo di discarica può essere depositato? L'ordinanza tecnica sui rifiuti (OTR) consente una valutazione dei vari tipi di discarica e degli inquinanti più comuni. Per tutti gli altri inquinanti occorrono tuttavia dei valori limite supplementari caso per caso.

Questo calcolo deve avvenire secondo gli stessi principi metodologici alla base dei valori stabiliti dall'OSiti e dall'OTR. Il presente aiuto all'esecuzione illustra questa procedura destinata agli esperti e alle autorità che devono controllare e determinare i nuovi valori di concentrazione.

Gérard Poffet
Vicedirettore
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

1 > Introduzione

1.1 Basi giuridiche

Nell'ambito della gestione dei siti contaminati occorre verificare se le sostanze da cui è contaminato un sito rappresentano un pericolo concreto di inquinamento delle acque. La valutazione è effettuata in base ai valori di concentrazione dell'allegato 1 dell'ordinanza sui siti contaminati (OSiti, [1]). Per le sostanze per cui non sono definiti valori di concentrazione, l'autorità li stabilisce nel singolo caso conformemente alle prescrizioni della legislazione sulla protezione delle acque, con l'approvazione dell'UFAM (all. 1 cpv. 1 OSiti).

Nell'ordinanza tecnica sui rifiuti (OTR, [2]) figura una disposizione analoga. L'allegato 1 OTR menziona i valori limite determinanti per stabilire se un rifiuto può essere depositato in una discarica. Se per determinate sostanze pericolose per l'ambiente l'OTR non contempla valori limite, l'autorità li stabilisce nel singolo caso conformemente alle prescrizioni della legislazione sulla protezione dell'ambiente e delle acque, con l'approvazione dell'UFAM (all. 1 n. 4 cpv. 2 OTR). Secondo l'allegato 1 numero 4 capoverso 3 lettera c OSiti, l'UFAM è tenuto a emanare una direttiva concernente la fissazione dei valori limite nel singolo caso.

Il presente aiuto all'esecuzione definisce la procedura per il calcolo di valori di concentrazione (valori K) secondo l'OSiti e di valori limite per i materiali solidi secondo l'OTR.

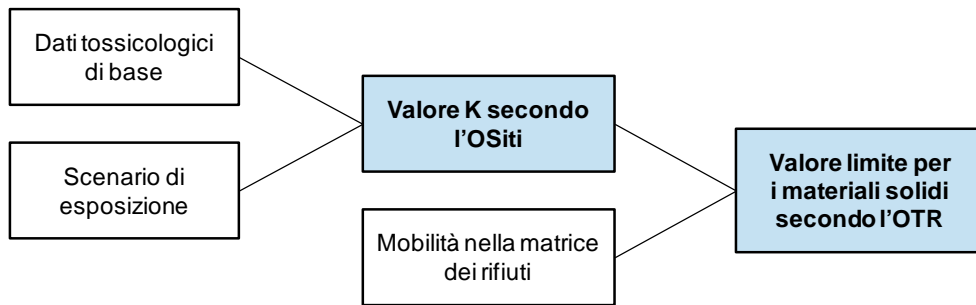
L'aiuto all'esecuzione è destinato alle autorità esecutive cantonali e agli specialisti nel settore dei rifiuti e dei siti contaminati che calcolano tali valori su mandato delle autorità.

1.2 Principi di calcolo

Per evitare che i siti inquinati o i rifiuti mettano in pericolo l'uomo o l'ambiente, i valori K e i valori limite per i materiali solidi sono calcolati in funzione del rischio (cfr. fig. 1):

- > i valori K dell'OSiti 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);
- > i valori limite e indicativi per i materiali solidi dell'OTR si basano a loro volta sui valori K dell'OSiti combinati con la mobilità dell'inquinante nella matrice dei rifiuti.

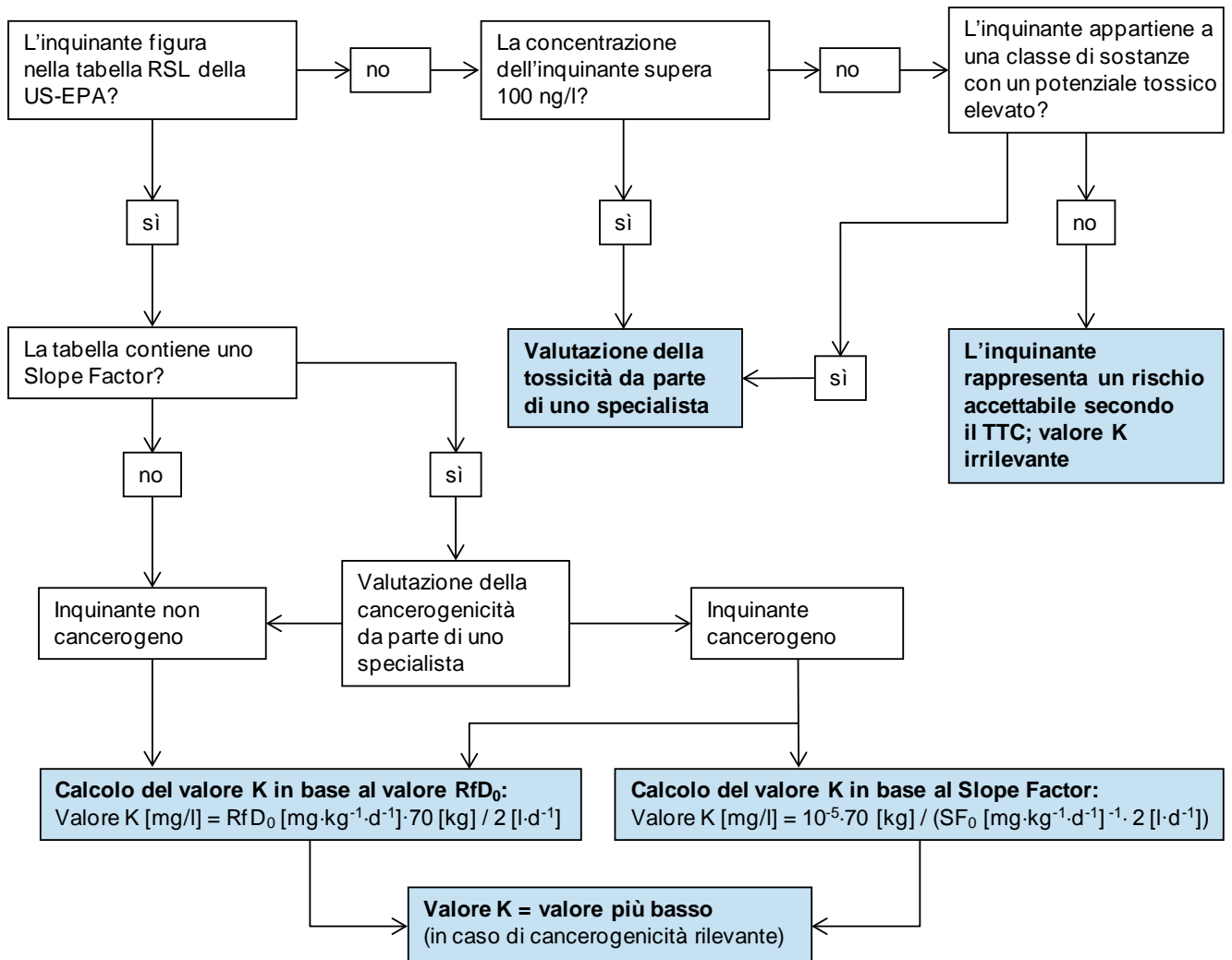
Fig. 1 > Calcolo dei valori K e dei valori limite per i materiali solidi in funzione del rischio



2 > Calcolo dei valori di concentrazione secondo l'OSiti

La figura 2 mostra il diagramma di flusso per calcolare un valore di concentrazione secondo l'OSiti.

Fig. 2 > Calcolo del valore K secondo l'OSiti



Qui di seguito sono illustrati i singoli passaggi.

2.1 Scenario di esposizione

Il calcolo del valore K si basa sul seguente scenario di esposizione (cfr. tab. 1):

- > percorso di assorbimento: è considerato soltanto l'assorbimento dell'inquinante per via orale e più esattamente soltanto l'assorbimento attraverso l'acqua potabile e non attraverso l'alimentazione solida. Altri percorsi di assorbimento, come ad esempio l'assorbimento inalatorio, non sono considerati;
- > utilizzazione del valore di concentrazione: il valore di concentrazione è utilizzato al 100 per cento dall'assorbimento attraverso l'acqua potabile;
- > peso corporeo: il calcolo si basa su una persona tipo con un peso corporeo di 70 chilogrammi;
- > consumo di acqua potabile: 2 litri al giorno;
- > per le sostanze cancerogene si parte da un rischio di cancro accettabile di 10^{-5} (ossia un caso di cancro supplementare ogni 100000 persone per un consumo di acqua contaminata da tale sostanza pari a 2 litri sull'arco di 70 anni).

Gli scenari di esposizione di altre autorità e organizzazioni si scostano leggermente da questo scenario. Per il calcolo dei valori K va tuttavia impiegato lo scenario descritto sopra.

Tab. 1 > Scenario di esposizione OSiti

Durata di esposizione	70 anni
Frequenza di esposizione	365 giorni/anno
Percorso di assorbimento	solo orale
Utilizzazione del valore K attraverso l'acqua potabile	100 %
Peso corporeo	70 kg
Consumo di acqua potabile	2 litri al giorno
Rischio di cancro accettabile	10^{-5}

2.2 Dati tossicologici di base

Il calcolo dei valori K si fonda sui dati tossicologici di base dell'autorità ambientale americana US-EPA: US-EPA pubblica cosiddetti Regional Screening Levels (RSL, [5]) con valori tossicologici di riferimento¹ (disponibili online) per oltre 700 sostanze. Nella tabella RSL, aggiornata circa due volte all'anno, è indicata una dose di riferimento (Reference Dose oral, RfD_o) per ogni inquinante e, per gli inquinanti cancerogeni, uno Slope Factor (SF_o).

¹ I Regional Screening Level corrispondono ai vecchi Preliminary Remediation Goal (PRG). L'elenco dei dati di base reca talvolta ancora il nome PRG-Table.

- > Il valore RfD_o ² è la dose giornaliera di un inquinante che una persona può assorbire oralmente per tutta la vita senza subire effetti dannosi per la salute. Più è basso il valore RfD_o , più tossica è la sostanza.
- > Moltiplicando la dose giornaliera media di un inquinante per il valore SF_o si ottiene il rischio statistico di sviluppare un cancro in un certo periodo. Più è alto il valore SF_o di una sostanza, più elevato è il rischio a parità di dose.

Con l'equazione 1 o l'equazione 2 sono calcolati i valori di concentrazione in base al valore RfD_o o al valore SF_o . Le equazioni tengono conto degli scenari di esposizione in base alla tabella 1. Per gli inquinanti cancerogeni, quale valore K si applica quello minore.

$$\text{valore } K \text{ [mg/l]} = (RfD_o \text{ [mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}] \cdot 70 \text{ kg}) / (2 \text{ [l} \cdot \text{d}^{-1}])$$

equazione 1

$$\text{valore } K \text{ [mg/l]} = (10^{-5} \cdot 70 \text{ kg}) / (SF_o \text{ [kg} \cdot \text{d} \cdot \text{mg}^{-1}] \cdot 2 \text{ [l} \cdot \text{d}^{-1}])$$

equazione 2

La tabella RSL è aggiornata regolarmente dalla US-EPA. È possibile che nell'ambito di una revisione la valutazione di singoli inquinanti avvenga in modo più o meno severo. Occorre sempre utilizzare la versione aggiornata della tabella.

2.3 Valutazione della cancerogenicità

La cancerogenicità degli inquinanti è valutata da varie autorità e organizzazioni nazionali e internazionali, tra cui figurano ad esempio:

- > US-EPA (cancerogenicità quantificata attraverso gli Slope Factor introdotti in precedenza);
- > Unione europea (regolamento CLP, Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures);
- > IARC (International Agency for Research on Cancer, OMS/ONU);
- > NCI (National Cancer Institute, US Department of Health and Human Services).

Non è escluso che la valutazione della cancerogenicità di un inquinante da parte di autorità e organizzazioni distinte produca conclusioni divergenti. Viste queste possibili incertezze, nell'ambito del calcolo dei valori K per gli inquinanti per i quali la tabella RSL menziona uno Slope Factor è richiesto il parere di un esperto in merito alla valutazione della cancerogenicità. Lo specialista deve esaminare in particolare la classificazione della cancerogenicità proposta da varie autorità e agenzie ed evidenziare i motivi delle eventuali divergenze. È ad esempio possibile che per la nuova iscrizione di un composto siano disponibili dati tossicologici di base aggiornati.

² La dose di riferimento corrisponde circa al valore TDI (Tolerable Daily Intake) o al valore ADI (Acceptable Daily Intake)

2.4 Procedura in assenza di valori RfD_o e SF_o

La tabella RSL della US-EPA si limita a 700 composti. Se per un composto rilevante la base di dati tossicologici è lacunosa o addirittura non esiste o se in un Non-Target Screening³ bisogna dare la priorità agli inquinanti identificati è utilizzato il metodo TTC⁴ (Threshold of Toxicological Concern [7]). Il TTC è impiegato dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) per la valutazione delle sostanze estranee nell'acqua potabile in assenza di una base di dati tossicologici [8]. Secondo il TTC, in caso di concentrazione dell'inquinante <100 ng/l non sussiste praticamente alcun pericolo per la salute umana, anche se il composto presenta un potenziale cancerogeno. Ciò è stato dimostrato da Kroes e al. [7] in uno studio di vasta portata. Per gli inquinanti che presentano concentrazioni <100 ng/l, si può pertanto rinunciare a un'ulteriore valutazione del rischio tossicologico se gli inquinanti non appartengono a una delle seguenti classi di sostanze con un alto potenziale tossicologico:

- > composti simili alle aflatossine;
- > azossicomposti;
- > N-nitroso composti;
- > dibenzodiossine, dibenzofurani e bifenili polialogenati;
- > metalli non essenziali e composti metallorganici;
- > benzidina, derivati della benzidina e azocoloranti;
- > idrocarburi policiclici aromatici;
- > composti organici persistenti (POP) secondo la Convenzione di Stoccolma, in particolare i pesticidi organoclorurati;
- > proteine, steroidi, citostatici.

Per gli inquinanti senza valori RfD_o e SF_o che presentano concentrazioni >100 ng/l, è necessario chiedere a uno specialista di effettuare un'ulteriore valutazione del rischio tossicologico e calcolare un valore K in base a tale valutazione.

2.5 Requisiti per l'acqua potabile di autorità e organizzazioni nazionali e internazionali

Per numerosi composti sono già stati calcolati requisiti per l'acqua potabile da altre autorità o organizzazioni nazionali e internazionali, in particolare l'UFSP (ordinanza sulle sostanze estranee e sui componenti, OSoE), l'OMS (Guidelines for Drinking Water Quality), l'Unione europea (direttiva 98/83/CE), il BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung, Germania) o il PNUA (Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente). I requisiti di queste istituzioni possono essere utilizzati per una verifica della plausibilità dei valori K calcolati. Occorre tuttavia tener presente che i valori per l'acqua potabile sono sempre valori precauzionali. Tali valori precauzionali tengono

³ Si tratta di «Target Screening» se si cercano in modo mirato delle sostanze già note. Si tratta di «Non-Target Screening» se una prova viene esaminata per sostanze ancora sconosciute.

⁴ Il concetto TTC è stato elaborato per poter stimare, in caso di sostanze con tossicità sconosciuta presenti nelle derrate alimentari in basse concentrazioni, la concentrazione al di sotto della quale tali sostanze sono tossicologicamente innocue. Il concetto TTC si fonda su un albero decisionale, mediante il quale una sostanza chimica è valutata in base alle sue caratteristiche strutturali e attribuita a una di sei categorie. Per ogni categoria vi è una dose giornaliera tollerabile (TDI, tolerable daily intake) per l'essere umano, al di sotto della quale il rischio per la salute è trascurabile (=TTC).

conto, entro certi limiti, anche di presunti effetti dannosi a lungo termine il cui influsso sulla salute umana non è ancora dimostrato scientificamente. I valori di concentrazione per i siti contaminati si basano invece sempre su dati confermati, dimostrati scientificamente. Tendenzialmente sono quindi superiori ai valori per l'acqua potabile di natura precauzionale.

La bibliografia comprende link verso le autorità e organizzazioni menzionate in precedenza.

2.6 **Controllo del valore da parte delle autorità**

Prima che l'autorità cantonale o federale competente fissi in modo vincolante un nuovo valore K calcolato, secondo l'allegato 1 capoverso 1 OSiti l'UFAM deve approvare questo nuovo valore. A tal fine, l'UFAM verifica, sulla scorta delle basi di calcolo, che il calcolo sia stato effettuato correttamente e conformemente al metodo descritto in questa sede.

3 > Calcolo dei valori limite per i materiali solidi secondo l'OTR

L'ordinanza tecnica sui rifiuti stabilisce valori limite relativi ai materiali solidi per il materiale di scavo non inquinato e per il deposito di rifiuti in discariche per materiali inerti, sostanze residue e reattore. La direttiva sul materiale di scavo [3] contiene inoltre requisiti per il materiale di scavo inquinato in modo tollerabile. Per la maggior parte degli inquinanti disciplinati sono stabiliti valori limite per i materiali solidi, per gli inquinanti ionici come l'ammonio o il nitrito sono definiti valori limite nell'eluito.

3.1 Valori limite per i rifiuti non inquinati (valori U)

Secondo l'articolo 3 capoverso 7 OTR, i rifiuti sono considerati non inquinati se non contengono sostanze estranee come rifiuti urbani, rifiuti vegetali o rifiuti edili e le sostanze in essi contenute non superano i valori limite di cui all'allegato 3 OTR. I rifiuti sono considerati non inquinati anche se un superamento non è riconducibile ad attività antropiche, bensì sussiste un tenore naturale geogeno. Si riscontrano tipicamente valori superiori per alcuni metalli pesanti. Per escludere errori di valutazione, per calcolare il valore U occorre quindi dapprima stabilire la concentrazione geogena del composto in questione.

a) *Inquinanti con un tenore naturale geogeno*

Per stabilire il tenore naturale geogeno si può fare ricorso agli studi pubblicati. Vi sono varie fonti da considerare poiché i metalli pesanti possono presentare un tenore naturale molto variabile in alcune formazioni geologiche o regioni geografiche. Va data la preferenza ai dati provenienti dall'Altipiano svizzero. In alternativa a una ricerca bibliografica è anche possibile effettuare analisi di laboratorio in campioni di sottosuolo. Anche in questo caso, la rilevazione dei dati deve fondarsi su basi solide.

b) *Inquinanti senza un tenore naturale geogeno*

Per definizione, i rifiuti non inquinati non devono contenere inquinanti non presenti in modo naturale nell'ambiente, ma liberati dall'attività umana. Non appena si riscontra un tenore misurabile di contaminanti di origine antropica, e cioè non appena per una di queste sostanze è superato il limite di determinazione, i rifiuti devono essere classificati tra i rifiuti inquinati. L'aiuto all'esecuzione dell'UFAM «Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich» (disponibile in tedesco e francese) menziona i limiti di determinazione per gli inquinanti più frequenti. Per tutti gli altri inquinanti, il limite di determinazione deve essere stabilito o stimato da un analista esperto, il quale deve orientarsi allo stato della tecnica. Il limite di determinazione proposto deve essere solido: deve cioè poter essere ottenuto con un metodo riconosciuto e un campione di materiale corrispondente da laboratori di analisi analoghi in Svizzera e all'estero.

3.2 Valori limite per i rifiuti inquinati

I valori indicativi per i rifiuti inquinati in modo tollerabile e i valori limite per i rifiuti destinati ai vari tipi di discarica sono calcolati tenendo conto delle proprietà tossicologiche dell'inquinante e in base alla sua mobilità nella matrice dei materiali solidi. Il calcolo dei valori limite per i materiali solidi si basa sulla prova virtuale dell'eluito secondo l'OSiti (cfr. più in basso).

3.2.1 Valore limite per il deposito in discariche per materiali inerti (valore limite per i materiali inerti)

Il valore limite per i materiali inerti è fissato in modo che la concentrazione nell'eluito del campione corrisponda al valore K semplice secondo l'OSiti.

3.2.2 Valore limite per il deposito in discariche reattore (valore limite per le sostanze reattive)

Il valore limite per le sostanze reattive è fissato in modo che la concentrazione nell'eluito del campione corrisponda a circa 10 volte il valore K secondo l'OSiti: →valore limite per le sostanze reattive ~10x il valore limite per i materiali inerti.

3.2.3 Valore limite per il deposito in discariche per sostanze residue (valore limite per le sostanze residue)

I requisiti per gli inquinanti organici nei rifiuti che possono essere depositati in discariche per sostanze residue corrispondono a quelli per i rifiuti nelle discariche per materiali inerti. Per gli inquinanti inorganici correnti sono stabiliti valori nell'eluito. In linea di massima, l'acqua d'infiltrazione proveniente da una discarica per sostanze residue deve poter essere immessa nelle acque senza ulteriori trattamenti.

3.2.4 Valore indicativo per i rifiuti inquinati in modo tollerabile (valore indicativo T)

Il valore indicativo per i rifiuti inquinati in modo tollerabile è fissato in modo che nell'eluito di materiale di qualità tollerabile non sia superato il ~50 per cento del valore K secondo l'OSiti: →valore indicativo T ~50 per cento del valore limite per i materiali inerti.

3.2.5 Calcolo dei valori limite per i materiali solidi in funzione del rischio mediante la prova virtuale dell'eluito

I valori limite per i materiali solidi in funzione del rischio sono calcolati mediante la prova virtuale dell'eluito secondo l'OSiti [1] in base all'equazione 3 (cfr. anche fig. 3).

$$c_t = c_w \cdot (K_d + W/F \cdot 1/\rho_w)$$

equazione 3

Per gli inquinanti organici si applica per approssimazione:

$$K_d \sim f_{oc} \cdot K_{oc}$$

equazione 4

- c_w = concentrazione del composto nell'acqua interstiziale (eluato) [mg/l]
 → c_w per i materiali inerti ~ valore K; c_w per le sostanze reattive ~ 10x il valore K
- c_t = tenore totale del composto nel campione solido [mg/kg]
 → c_t corrisponde quindi al valore limite per i materiali solidi
- K_d = coefficiente di ripartizione acqua/solidi [l/kg]
- f_{oc} = frazione di carbonio organico nel campione solido [-]
- K_{oc} = coefficiente di ripartizione carbonio organico/acqua [l/kg]
- W/F = rapporto acqua/solidi [-]
- ρ_w = densità dell'acqua interstiziale [kg/l]

Di seguito è riportata una breve descrizione dei parametri necessari per calcolare il valore limite:

Rapporto acqua/solidi W/F

La scelta di rapporti acqua/solidi distinti per gli inquinanti ad alta o a bassa solubilità in acqua si basa sul loro comportamento distinto nell'eluato secondo la prova in colonna dell'eluato. Per maggiori dettagli cfr. [6].

Per i composti facilmente solubili ($c_w^{sat} > 0,1$ g/l) occorre optare per un rapporto W/F dello 0,25, mentre per i composti difficilmente solubili ($c_w^{sat} < 0,1$ g/l) e i metalli pesanti per un rapporto W/F pari a 3.⁵

Coefficiente di ripartizione acqua/solidi K_d

Il valore K_d quantifica la mobilità degli inquinanti nella matrice dei materiali solidi. L'influsso del valore K_d sul valore limite per i materiali solidi è dello stesso ordine di grandezza di quello del valore K. Il valore K_d va pertanto convalidato accuratamente.

Valore K_d per gli inquinanti organici

Un valore K_d per i composti organici può essere determinato per approssimazione mediante l'equazione $K_d \sim f_{oc} \cdot K_{oc}$ (f_{oc} : frazione di carbonio organico; K_{oc} : coefficiente di ripartizione carbonio organico/acqua; cfr. più in basso).

⁵ La scelta del rapporto W/F quale funzione della solubilità in acqua è dettata da motivi pratici. Ciò non implica però che la solubilità in acqua e i processi di assorbimento siano correlati. In altre parole, il calcolo di valori K_{oc} attraverso correlazioni con la solubilità in acqua dei composti non è ammesso.

Frazione di carbonio organico (valore f_{oc})

Per il calcolo va impiegato un valore f_{oc} di 0,01 (-) (il che corrisponde a una quota di materiale organico nel materiale solido dell'1 %).

Coefficiente di ripartizione carbonio organico/acqua K_{oc}

Per determinare il valore K_{oc} vi sono le seguenti possibilità:

- > valori estratti dalla letteratura;
- > strumenti di previsione: sono stati sviluppati vari modelli, che prevedono valori K_{oc} in base alla struttura molecolare del composto (metodi basati sui frammenti strutturali). Questi modelli non forniscono tuttavia risultati affidabili al di fuori del relativo set di dati di calibrazione. Le equazioni multiparametriche (pp-LFERs) offrono invece previsioni attendibili;
- > approccio *read-across*: stima mediante il valore K_{oc} di un composto con una struttura affine noto (a tal fine sono necessarie conoscenze specifiche)
- > calcolo mediante coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (questo calcolo è possibile solo per i composti apolari);
- > determinazione sperimentale (prova in colonna o batch).

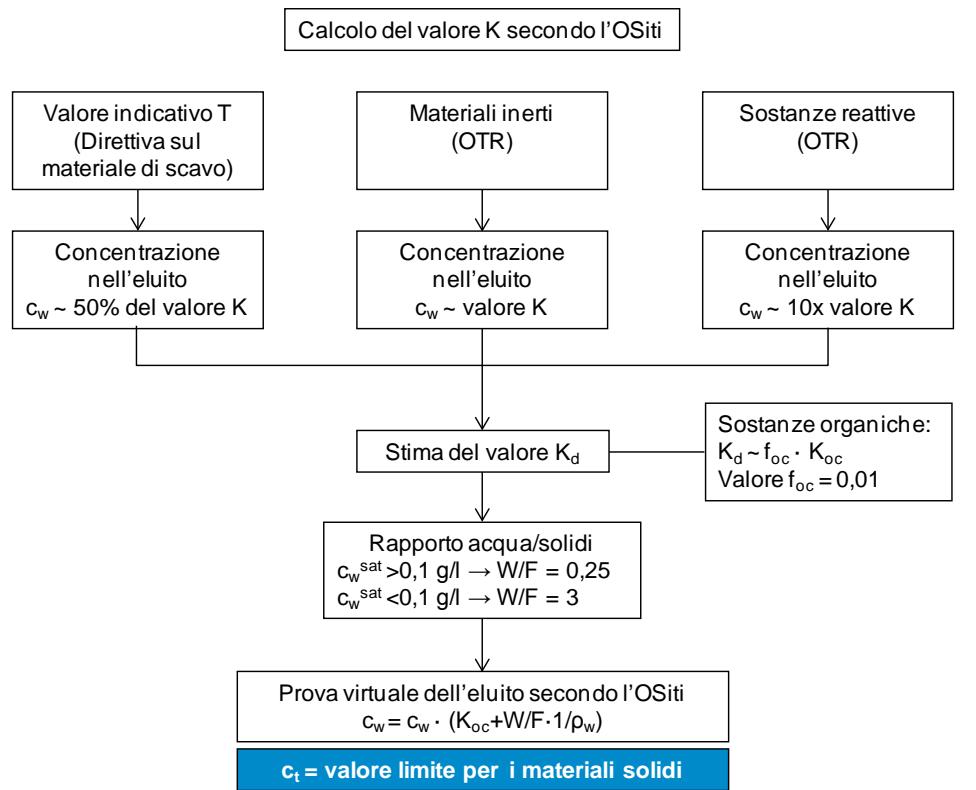
Il calcolo del valore limite per i materiali solidi deve tener conto della speciazione degli acidi e delle basi organici nonché delle caratteristiche di assorbimento distinte delle specie neutre e dissociate (calcolare per i valori H $pH = 7,2$ e $pH = 8,2$; scegliere quale valore limite per i materiali solidi il più basso dei valori ottenuti). In linea di massima, in questi casi occorre fare appello a uno specialista.

Valore K_d per i metalli pesanti

Il valore K_d dei metalli dipende tra l'altro dalla qualità della matrice dei materiali solidi, dalla speciazione, dal valore pH e/o dalla presenza di leganti per complessi come il cloruro o l'ammonio. Vista la complessità dei processi di assorbimento, per i metalli va data la preferenza ai valori K_d estratti dalla letteratura (valori pH compresi tra 7 e 8,5 circa). È sostanzialmente possibile stimare valori K_d per analogia. A tal fine sono tuttavia necessarie apposite conoscenze geochimiche.

Il procedimento e i principi su cui si basa il calcolo di valori limite per i materiali solidi in funzione del rischio sono riassunti in modo schematico nella figura 3.

Fig. 3 > Calcolo dei valori limite per i materiali solidi in funzione del rischio



3.2.6 Procedura in caso di valori limite inferiori al limite di determinazione

Il valore limite per i materiali inerti calcolato in base a dati tossicologici può essere inferiore al limite di determinazione (LD). In tal caso, quale valore limite è utilizzato il limite di determinazione fino alla soglia in cui il valore calcolato in base a dati tossicologici è uguale o superiore al doppio del limite di determinazione.

Esempio 1

$LD=0,01$ mg/kg; $I=0,005$ mg/kg; quindi $U=T=I=0,01$ mg/kg, $R=0,05$ mg/kg

Esempio 2

$LD=0,01$ mg/kg; $I=0,014$ mg/kg; quindi $U=T=I=0,01$ mg/kg, $R=0,14$ mg/kg

Esempio 3

$LD=0,01$ mg/kg; $I=0,02$ mg/kg; quindi $U=T=0,01$ mg/kg, $I=0,02$ mg/kg, $R=0,2$ mg/kg

U = valore limite per il materiale di scavo non inquinato

T = valore indicativo per il materiale di scavo inquinato in modo tollerabile

I = valore limite per i materiali inerti

R = valore limite per le sostanze reattive

Evidenziato in grigio = il valore calcolato in base a dati tossicologici è uguale o superiore al doppio del limite di determinazione

Nella pratica, in questo caso bisogna chiedersi se i materiali in cui in base all'analisi la concentrazione dell'inquinante rilevante è inferiore al limite di determinazione costituiscono comunque un pericolo per la salute umana. In altre parole, in caso di concentrazioni del materiale solido inferiori al limite di determinazione il materiale può effettivamente essere classificato tra i materiali non inquinati?

In tal caso occorre procedere come segue:

1. Situazione iniziale: è stata effettuata un'analisi del materiale solido, la concentrazione dell'inquinante è inferiore al limite di determinazione.
2. Preparare con il materiale un eluito per 24 ore secondo l'OTR⁶ e analizzare l'inquinante nell'eluito (nota: di norma nell'acqua i limiti di determinazione di un composto sono nettamente inferiori rispetto al materiale solido). Si ottiene così la concentrazione nell'eluito $c_{w,eluito}$.
3. Se $0,1 \text{ valore } K < c_{w,eluito} < \text{valore } K$, il materiale va classificato tra i materiali inerti.
4. Se $\text{valore } K < c_{w,eluito} < 10 \text{ valore } K$, il materiale va classificato tra le sostanze reattive (a meno che per l'inquinante non sia stato possibile definire un valore limite per le sostanze reattive calcolato in base a dati tossicologici).

3.3 Controllo del valore da parte delle autorità

Prima che l'autorità cantonale o federale competente fissi in modo vincolante un nuovo valore limite calcolato, secondo l'allegato 1 numero 4 capoverso 2 OTR l'UFAM deve approvare questo nuovo valore. A tal fine, l'UFAM verifica, sulla scorta delle basi di calcolo, che il calcolo sia stato effettuato correttamente e conformemente al metodo descritto in questa sede.

⁶ A rigor di logica, i valori limite dell'OTR dovrebbero essere calcolati in base alle condizioni dell'eluito secondo l'OSiti e non secondo l'OTR. Le prove in colonna dell'eluito secondo l'OSiti sono tuttavia relativamente complesse e costose. Siccome per valutare le emissioni delle discariche l'eluito secondo l'OTR dà valori sufficientemente conservativi, il calcolo del valore limite nel caso piuttosto raro «valore $I < LD$ » può però basarsi sull'eluito secondo l'OTR.

> Basi

Publicazioni

- [1] Ordinanza del 26 agosto 1998 sul risanamento dei siti inquinati (ordinanza sui siti contaminati, OSiti, RS 814.680).
- [2] Ordinanza tecnica del 10 dicembre 1990 sui rifiuti (OTR, RS 814.600).
- [3] Direttiva per il riciclaggio, il trattamento e il deposito di materiale di scavo (Direttiva sul materiale di scavo). Ufficio federale dell'ambiente, Berna. VU-3003-I. 20 pag.
- [4] Ordinanza del DFI del 26 giugno 1995 sulle sostanze estranee e sui componenti presenti negli alimenti (ordinanza sulle sostanze estranee e sui componenti, OSoE, RS 817.021.23).
- [5] U.S. Environmental Protection Agency. Regional Screening Levels (RSL) for Chemical Contaminants at Superfund Sites
- [6] Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich. Stand 2010. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. UV-1027-D. 72 pag.
- [7] Kroes R., Renwick A.G., Cheeseman M., Kleiner J., Mangelsdorf I., Piersma A., Schilter B., Schlatter J., van Schothorst F., Vos J.G., Wurtzen G. (2004): Structure-based threshold of toxicological concern (TTC): Guidance for application to substances present at low levels in the diet. Food Chem. Toxicol. 42: 65–83.
- [8] Procedura in presenza di sostanze estranee non disciplinate nell'acqua potabile. Guida dell'UFSP elaborata in collaborazione con l'UFAM. Valenza giuridica: aiuto all'esecuzione dell'UFSP. Gennaio 2012.

Link

- [1] US EPA, RSL Tables online:
www.epa.gov/region9/superfund/prg/
- [2] US EPA, Integrated Risk Information System IRIS:
www.epa.gov/IRIS/
- [3] Direttiva acqua potabile 98/83/CE, regolamento REACH, regolamento CLP: <http://eur-lex.europa.eu>
- [4] WHO guidelines for drinking water quality:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/
- [5] IARC, International Agency for Research on Cancer. WHO.
www.iarc.fr/
- [6] BfR, Bundesinstitut für Risikobewertung,
www.bfr.bund.de/de/start.html