

# Gestione dei siti inquinati da idrocarburi clorurati

Un modulo dell'aiuto all'esecuzione «Gestione generale dei siti inquinati»



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

# Gestione dei siti inquinati da idrocarburi clorurati

Un modulo dell'aiuto all'esecuzione «Gestione generale dei siti inquinati»

# Nota editoriale

## Valenza giuridica

La presente pubblicazione è un modulo dell'aiuto all'esecuzione «Gestione generale dei siti inquinati» elaborato dall'UFAM in veste di autorità di vigilanza. Destinata in primo luogo alle autorità esecutive, essa concretizza le prescrizioni del diritto federale in materia ambientale (in merito a concetti giuridici indeterminati e alla portata e all'esercizio della discrezionalità) nell'intento di promuovere un'applicazione uniforme della legislazione. Le autorità esecutive che vi si attengono possono legittimamente ritenere che le loro decisioni siano conformi al diritto federale. Sono ammesse soluzioni alternative, purché conformi al diritto vigente. L'UFAM pubblica questi aiuti all'esecuzione (finora spesso designati come direttive, istruzioni, raccomandazioni, manuali, aiuti pratici e altro) nella sua collana «Pratica ambientale».

## 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

Satenig Chadoian, Divisione giuridica, UFAM; Thomas Eisenlohr, Dr. Heinrich Jäckli AG; Monika Schwab Wysser, divisione Suolo e biotecnologia, UFAM; Christiane Wermeille, divisione Suolo e biotecnologia, UFAM

## Organizzazione ChloroNet

Il patrocinio di ChloroNet è stato assunto dall'UFAM e dal Canton Zurigo.

La direzione generale del progetto è affidata alla Confederazione (Christiane Wermeille), e ai Cantoni Berna (Olivier Kissling), Ginevra (Alain Davit), San Gallo (Heinrich Adler) e Zurigo (Jean-Claude Hofstetter).

La direzione operativa è suddivisa fra l'AWEL (Gabriele Büring-Stucki) e l'UFAM (Monika Schwab Wysser).

## Gruppi di lavoro ChloroNet

Jürgen Abrecht, GEOTEST AG; Mathieu Boéchat, RWB Neuchâtel SA; Daniel Bürgi, Friedli Partner AG; Gabriele Büring, AWEL; Marc-André Dubath, GEOTEST AG; Thomas Eisenlohr, Dr. Heinrich Jäckli AG; Manfred Flum, Villiger-Systemtechnik AG; Bettina Flury, AWEL Zürich; Bernhold Hahn, Peter Link AG e in

seguito AWEL; Siegfried Hartnagel; Amt für Umwelt und Energie Kt. BS; Daniel Hunkeler, Université de Neuchâtel, Centre d'Hydrogéologie CHYN; Antoine Indaco, CSD Ingénieurs Conseils SA; Walter Labhart, Dr. Heinrich Jäckli AG; Lorenz Lehmann; ecosens; Sébastien Meylan, CIMO; Reto Philipp, magma AG; Peter Polack, Geotechnisches Institut AG; Yvan Rossier, Hydrogeap; Thomas Schmid, AfU Aargau; Winfried Stehle, ABB; Tilman Theurer, magma AG .

## Accompagnamento UFAM dei gruppi di lavoro

Rolf Kettler, divisione Suolo e biotecnologie; Sybille Kilchmann, divisione Acqua; Siegfried Lagger, Divisione giuridica; Reto Muralt, divisione Acqua; Reto Tietz, divisione Suolo e biotecnologia

## Indicazione bibliografica

UFAM (ed.) 2018:

Gestione dei siti inquinati da idrocarburi clorurati.

Un modulo dell'aiuto all'esecuzione «Gestione generale dei siti inquinati». Ufficio federale dell'ambiente, Berna.

Pratica ambientale n. 1833: 48 pagg.

## Grafica e impaginazione

Cavetti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

## Foto di copertina

Risanamento di un inquinamento di PER

© FRIEDLIPARTNER AG

## Link per scaricare il PDF

[www.bafu.admin.ch/uv-1833-i](http://www.bafu.admin.ch/uv-1833-i)

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

© UFAM 2018

# Indice

<b>Abstracts</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>Risanamento</b>	<b>29</b>
		5.1	Basi legali	29
		5.2	Studio delle varianti	29
		5.3	Interruzione del risanamento	29
		5.4	Rinvio del risanamento per siti contaminati da cloruro di vinile.	31
		5.5	Raggiungimento degli obiettivi di risanamento concernenti la captazione di acqua potabile	32
<b>Prefazione</b>	<b>6</b>		<b>Allegato A Informazioni supplementari sul cloruro di vinile</b>	<b>35</b>
			<b>Allegato B Interruzione del risanamento</b>	<b>38</b>
<b>1 Introduzione</b>	<b>7</b>		<b>Elenchi</b>	<b>45</b>
1.1 Situazione iniziale	7			
1.2 Basi legali	7			
1.3 Obiettivi e campo d'applicazione del modulo dell'aiuto all'esecuzione	7			
1.4 Struttura del modulo dell'aiuto all'esecuzione	8			
<b>2 Catasto dei siti inquinati (CSI)</b>	<b>10</b>			
2.1 Basi legali	10			
2.2 Aspetti generali della delimitazione dei siti contaminati da CHC	10			
2.3 Procedura per la delimitazione del sito in prospettiva dell'iscrizione nel catasto	12			
2.3.1 Criteri per la delimitazione del sito	12			
2.3.2 Applicazione dei criteri	12			
2.4 Inquinamento residuo al di fuori del sito	13			
2.5 Stralcio dal catasto dei siti inquinati (CSI)	13			
2.5.1 Criteri per lo stralcio dal CSI	14			
2.5.2 Criteri per lo stralcio dal CSI dopo l'attuazione di misure di risanamento	15			
<b>3 Indagine preliminare</b>	<b>17</b>			
3.1 Basi legali	17			
3.2 Indagine storica	17			
3.3 Indagine tecnica	18			
<b>4 Indagine dettagliata</b>	<b>20</b>			
4.1 Basi legali	20			
4.2 Carico	21			
4.3 Impiego di prove di immissione	23			
4.4 Indagini isotopiche	24			
4.5 Deroga all'obiettivo di risanamento secondo l'articolo 15 OSiti	25			

---

# Abstracts

The investigation and remediation of sites contaminated with chlorinated hydrocarbons (CHCs) is often complex, long and costly. This is due to the high mobility of CHCs, their often complex underground distribution patterns, and the fact that this frequently leads to difficulty in localising the contamination. The ChloroNet project was set up in 2007 to focus on the specific properties of this substance group. In working groups made up of actors from the field of CHC contamination, ChloroNet has developed practical solutions for environmentally and economically optimised management of sites contaminated with CHCs. These solutions are grouped together in this enforcement aid module "Management of CHC-contaminated sites".

L'elevata mobilità, la sovente complessa modalità di ripartizione degli idrocarburi clorurati (CHC) nel sottosuolo e la conseguente difficile localizzazione dell'inquinamento da CHC rendono spesso complesse, lunghe e onerose le indagini e il risanamento dei siti inquinati. Per poter tenere conto delle proprietà di questo gruppo di sostanze, nel quadro del progetto ChloroNet e in collaborazione con gli specialisti del settore, dal 2007 sono state elaborate soluzioni pratiche per una gestione ecologica ed economica ottimale degli inquinamenti da CHC. Tali soluzioni sono riunite nel presente modulo dell'aiuto all'esecuzione «Gestione dei siti con CHC».

Aufgrund der hohen Mobilität, der oft komplexen Verteilungsmustern von CKW im Untergrund sowie der dadurch häufig schwierigen Lokalisierung der Verschmutzung erweisen sich Untersuchungen und Sanierungen von CKW-Belastungen oft als komplex, langwierig und finanziell aufwendig. Um den speziellen Eigenschaften dieser Stoffgruppe Rechnung zu tragen, werden im Rahmen des Projektes ChloroNet seit 2007 gemeinsam mit den Akteuren im Bereich der CKW-Belastungen, praxistaugliche Lösungen für einen ökologisch und wirtschaftlich optimierten Umgang mit CKW-Belastungen entwickelt, welche im vorliegenden Vollzugshilfemodul «Umgang mit CKW-Standorten» aggregiert sind.

L'investigation et l'assainissement des sites pollués par des HCC s'avèrent souvent complexes, laborieux et coûteux. Cela est surtout dû à la mobilité élevée et à la répartition irrégulière des polluants dans le sous-sol, ce qui rend souvent difficile la localisation de la contamination. Le projet ChloroNet a été lancé en 2007 afin de se pencher sur les propriétés particulières de ce groupe de substances. Dans le cadre de groupes de travail composés d'acteurs du domaine des sites pollués par des HCC, ChloroNet a développé des solutions pratiques pour un traitement écologique et économique optimisé de ces sites. Ces solutions sont rassemblées dans le présent module «Gestion des sites pollués par des hydrocarbures chlorés».

**Keywords:**

*Chlorinated hydrocarbons (CHCs), ChloroNet, polluted sites, contaminated sites, CHC-contaminated sites*

**Parole chiave:**

*Idrocarburi clorurati (CHC), ChloroNet, siti inquinati, siti contaminati, siti con CHC*

**Stichwörter:**

*Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW), ChloroNet, belastete Standorte, Altlasten, CKW-Standorte*

**Mots-clés :**

*Hydrocarbures chlorés (HCC), ChloroNet, sites pollués, sites contaminés, sites pollués par des HCC*

---

# Prefazione

A partire dagli anni '20 del secolo scorso, in Svizzera sono state utilizzate a tratti grandi quantità di idrocarburi clorurati (CHC) commercializzati come detergenti, detersivi e solventi. Oggi l'eredità lasciata da queste utilizzazioni consiste in circa 12 300 siti inquinati da CHC, i quali rappresentano un serio pericolo per le acque sotterranee utilizzate o destinate a essere utilizzate come acqua potabile. Come tutte le sostanze estranee persistenti, i CHC non devono giungere nell'acqua potabile, poiché sono tossici per le persone e gli animali.

Il presente modulo dell'aiuto all'esecuzione «Gestione generale dei siti inquinati» illustra le particolarità di cui occorre tenere conto nell'indagine, nella valutazione della minaccia, nella definizione degli obiettivi e dell'urgenza nonché in vari aspetti concernenti il risanamento di siti contaminati da CHC. In questo modo si intende infatti garantire che l'ordinanza sui siti contaminati (OSiti) possa adempiere il suo scopo, ossia che i siti inquinati vengano risanati quando sono all'origine di effetti nocivi o molesti.

Nel presente modulo dell'aiuto all'esecuzione vengono consolidate numerose pubblicazioni elaborate nel quadro della piattaforma ChloroNet. Questo consolidamento contribuisce all'uguaglianza e alla certezza del diritto. Inoltre, una procedura basata sui principi qui descritti è uno dei presupposti per la concessione di indennità secondo l'ordinanza sulla tassa per il risanamento dei siti contaminati (OTaRSi).

Franziska Schwarz  
Vicedirettrice  
Ufficio federale dell'ambiente UFAM

# 1 Introduzione

## 1.1 Situazione iniziale

A causa della loro mobilità, longevità e tossicità, i CHC minacciano la qualità delle acque sotterranee in molti luoghi. Nei prossimi decenni dovranno essere risanati circa 1100 siti contaminati da CHC. Si tratta in particolare di inquinamenti da tetracloroetene<sup>1</sup> (percloroetene) e tricloroetene<sup>2</sup> o da loro prodotti di degradazione<sup>3</sup>.

Le indagini e i risanamenti di siti inquinati da CHC sono spesso complessi, lunghi e onerosi. I motivi principali sono l'elevata mobilità e densità, l'elevata pressione di vapore, la distribuzione irregolare degli inquinanti nel sottosuolo e la conseguente difficile localizzazione della contaminazione. La gestione dei siti inquinati da CHC è resa difficile anche dalla loro degradazione lenta e raramente completa, dalla formazione di prodotti di degradazione con una maggiore tossicità nonché da incertezze nel prelievo di campioni.

In considerazione delle particolari proprietà di questo gruppo di sostanze, nel 2007 è stato avviato il progetto ChloroNet. La responsabilità e il finanziamento di ChloroNet sono assunti congiuntamente dal Cantone Zurigo e dall'UFAM. Inoltre, il progetto è condiviso e sostenuto dai Cantoni membri della direzione generale di progetto: Berna, San Gallo e Ginevra. Nell'ambito di diversi gruppi di lavoro e insieme agli specialisti del settore degli inquinamenti da CHC, ChloroNet ha sviluppato soluzioni praticabili per un trattamento dei siti inquinati da CHC ottimizzato dal punto di vista ecologico ed economico, che vengono aggregate nel presente modulo dell'aiuto all'esecuzione.

1 Denominato anche tetracloroetilene, percloroetilene o PCE

2 Denominato anche tricloroetilene o TCE

3 Il prodotto di degradazione del percloroetene è il tricloroetene, che a sua volta viene degradato a cis- e trans-1,2-dicloroetene (denominati anche cis- e trans-1,2-dicloroetilene e cDCE e tDCE). Questi vengono ancora trasformati in cloruro di vinile (denominato anche VC o cloroetene).

## 1.2 Basi legali

Le disposizioni di legge generali concernenti il risanamento delle discariche e di altri siti inquinati da rifiuti nonché l'assunzione dei costi e il finanziamento del risanamento sono contenute negli articoli 32c–32e della legge federale del 7 ottobre 1983 sulla protezione dell'ambiente (legge sulla protezione dell'ambiente, LPAmb, RS 814.01). Le questioni riguardanti il risanamento dei siti inquinati vengono concretizzate nell'ordinanza sui siti contaminati (OSiti, RS 814.680), mentre quelle concernenti il finanziamento del risanamento dei siti contaminati mediante tassa (art. 32e LPAmb), comprese le condizioni per la concessione delle indennità, sono specificate in modo dettagliato nell'ordinanza sulla tassa per il risanamento dei siti contaminati (OTaRSi, RS 814.681). Le summenzionate basi legali si applicano tutte anche per il risanamento dei siti contaminati da CHC.

Poiché il presente modulo dell'aiuto all'esecuzione si limita alle particolarità concernenti la gestione dei siti contaminati da CHC senza entrare nel merito dell'assunzione dei costi e del finanziamento, di seguito sono rilevanti in particolare l'articolo 32c LPAmb e l'OSiti. Inoltre, in questo contesto occorre tenere conto in particolare anche di altre leggi e ordinanze federali, prime fra tutte la legge federale sulla protezione delle acque (LPAc; RS 814.20), l'ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc; RS 814.201) e l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti; OPSR, RS 814.600).

## 1.3 Obiettivi e campo d'applicazione del modulo dell'aiuto all'esecuzione

Nel quadro del progetto ChloroNet sono stati elaborati numerosi rapporti di esperti e schede informative, presentati in occasione di convegni e in parte pubblicati. Gli aspetti tecnici sono disponibili in studi esterni e in altri rapporti dei rispettivi gruppi di lavoro ChloroNet. L'obiettivo del presente modulo «Gestione dei siti inquinati da idrocarburi clorurati» è accorpare queste numerose basi

e le conoscenze acquisite, inserendo appositi rimandi ai rapporti tecnici. Le soluzioni presentate nel presente modulo offrono un aiuto per la gestione dei casi con contaminazioni di CHC.

Pertanto, il modulo sostiene l'uniformazione dell'esecuzione nel ambito degli inquinamenti da CHC e contribuisce al rispetto delle disposizioni di legge nella gestione dei siti inquinati da CHC.

Le soluzioni qui descritte sono state sviluppate solo per il gruppo di sostanze dei CHC e, pertanto, si applicano esclusivamente ai siti inquinati da CHC.

Con la sigla CHC si intendono nel presente modulo dell'aiuto all'esecuzione gli idrocarburi alifatici clorurati di cui all'allegato 1 dell'ordinanza sui siti contaminati, ossia i «classici» idrocarburi alogenati prevalentemente volatili (VOX), compreso l'1,2-dibromoetano. Non vengono trattati, invece, i composti aromatici clorurati (ad es. clorobenzene, PCB) e i composti alifatici clorurati sostituiti con altri gruppi funzionali (ad es. ammine).

#### 1.4 Struttura del modulo dell'aiuto all'esecuzione

Il presente modulo dell'aiuto all'esecuzione fornisce informazioni in merito al trattamento di uno specifico gruppo di sostanze nel corso dell'intera durata del trattamento di un sito inquinato.

I capitoli seguenti sono strutturati secondo l'ordine cronologico dell'ordinanza sui siti contaminati (OSiti). Per le singole fasi della procedura, rispettivamente i singoli paragrafi dell'OSiti sono descritte le particolarità di cui occorre tenere conto in presenza di inquinamenti da CHC. I temi del modulo dell'aiuto all'esecuzione sono:

- Sezione 2 OSiti: Catasto dei siti inquinati (CSI)
  - **Criteri per l'iscrizione nel CSI (delimitazione del sito):** il capitolo descrive i valori relativi alle acque sotterranee, l'aria interstiziale e i materiali solidi, il cui superamento impone l'iscrizione o la proroga dell'iscrizione di un sito nel CSI. Inoltre viene presentato l'approccio pragmatico per la delimitazione del sito.
- **Stralcio dal CSI:** il capitolo descrive i valori per le analisi delle acque sotterranee, dell'aria interstiziale e dei materiali solidi da rispettare affinché un sito possa essere stralciato dal CSI.
- **Inquinamento residuale al di fuori del sito:** viene illustrato come gestirlo.
- Sezione 3 OSiti: Necessità della sorveglianza e del risanamento: indagine preliminare
  - **Indagini di inquinamenti da CHC:** quali particolarità occorre considerare nelle indagini di inquinamenti da CHC? In questo capitolo si rimanda al dettagliato «*Expertenbericht Untersuchungen von CKW-Belastungen*» (non disponibile in italiano). Un importante presupposto per la definizione della corrente immediatamente a valle è la delimitazione del sito (Criteri per l'iscrizione nel CSI, cfr. sez. 2).
- Sezione 4 OSiti: Obiettivi e urgenza del risanamento: indagine dettagliata
  - **Carico:** il capitolo spiega come il carico può confluire nella valutazione degli obiettivi e dell'urgenza nel quadro di una valutazione della minaccia.
  - **Prove di immissione (PI):** le PI sono un metodo d'indagine per l'esatta caratterizzazione del focolaio di contaminazione e per il calcolo del carico. Il capitolo spiega in che misura possono essere opportune le PI.
  - **Indagini isotopiche:** breve descrizione dei casi in cui possono essere opportune indagini della frazione isotopica di carbonio (C) e Cloro (Cl).
  - **Adeguamento degli obiettivi di risanamento:** si spiega come e quando si deroga all'obiettivo di risanamento.
- Sezione 5 OSiti: Risanamento
  - **Studio delle varianti:** indicazioni sull'impiego dello strumento della partecipazione strutturata di esperti.
  - **Interruzione del risanamento:** il capitolo illustra i fattori di cui occorre tenere conto affinché possa essere presa in considerazione un'interruzione del risanamento.
  - **Rinvio del risanamento per siti contaminati da cloruro di vinile:** si spiega l'approccio alla soluzione per i siti contaminati da cloruro di vinile.
  - **Raggiungimento dell'obiettivo di risanamento per la captazione:** quando è adempiuto l'obiettivo di risanamento «nessuna sostanza rilevata nella captazione»?

---

Il modulo non affronta tutti i temi e gli aspetti delle rispettive sezioni dell'OSiti, bensì solo i temi che nella pratica sollevano questioni e, pertanto, richiedono soluzioni praticabili. All'inizio di ogni capitolo sono illustrate le basi legali e indicati gli aiuti all'esecuzione già esistenti e applicabili anche ai CHC.

## 2 Catasto dei siti inquinati (CSI)

### 2.1 Basi legali

L'articolo 32c capoverso 2 LPAmb obbliga i Cantoni a tenere un catasto dei siti inquinati (CSI) accessibile al pubblico, ossia un elenco ufficiale centralizzato delle discariche e degli altri siti contaminati da rifiuti. I principi generali riguardanti l'allestimento e l'aggiornamento costante del catasto come pure lo stralcio dell'iscrizione di un sito dal catasto sono disciplinati negli articoli 5–6a OSiti. A questo proposito si rimanda all'aiuto all'esecuzione dell'UFAM «Erstellung des Katasters der belasteten Standorte», 2001 (non disponibile in italiano). I siti contaminati da CHC presentano particolarità specifiche in primo luogo per la delimitazione del sito e, in secondo luogo, per lo stralcio dell'iscrizione nel catasto. Pertanto, le spiegazioni seguenti si limitano esclusivamente a questi aspetti.

Per l'iscrizione nel CSI di un sito contaminato da CHC occorre perseguire una delimitazione il più possibile precisa del sito interessato (cfr. art. 5 cpv. 3 lett. a OSiti). Non di rado, tuttavia, questa delimitazione dell'ubicazione esatta costituisce una sfida quando si tratta di siti contaminati da CHC: secondo l'articolo 2 capoverso 1 OSiti, infatti, i siti inquinati sono siti il cui inquinamento proviene da rifiuti e la cui estensione è limitata. Ma a causa delle particolari proprietà dei CHC (ad es. volatilità, cfr. «Leitfaden CKW») nella pratica è difficile determinare l'estensione del sito (cfr. cap. successivo 2.2).

L'articolo 6 capoverso 2 disciplina lo *stralcio* dell'iscrizione nel CSI: l'autorità competente deve stralciare un sito se dalle indagini emerge che il sito non è inquinato con sostanze pericolose per l'ambiente (rilevanti per la legislazione sui siti inquinati) oppure se le sostanze pericolose per l'ambiente sono state rimosse. Per contro, i siti inquinati di cui all'articolo 2 OSiti devono rimanere iscritti nel CSI anche se non necessitano né di una sorveglianza né di un risanamento (per le particolarità dello stralcio dal catasto di un sito inquinato da CHC cfr. il cap. 2.5).

### 2.2 Aspetti generali della delimitazione dei siti contaminati da CHC

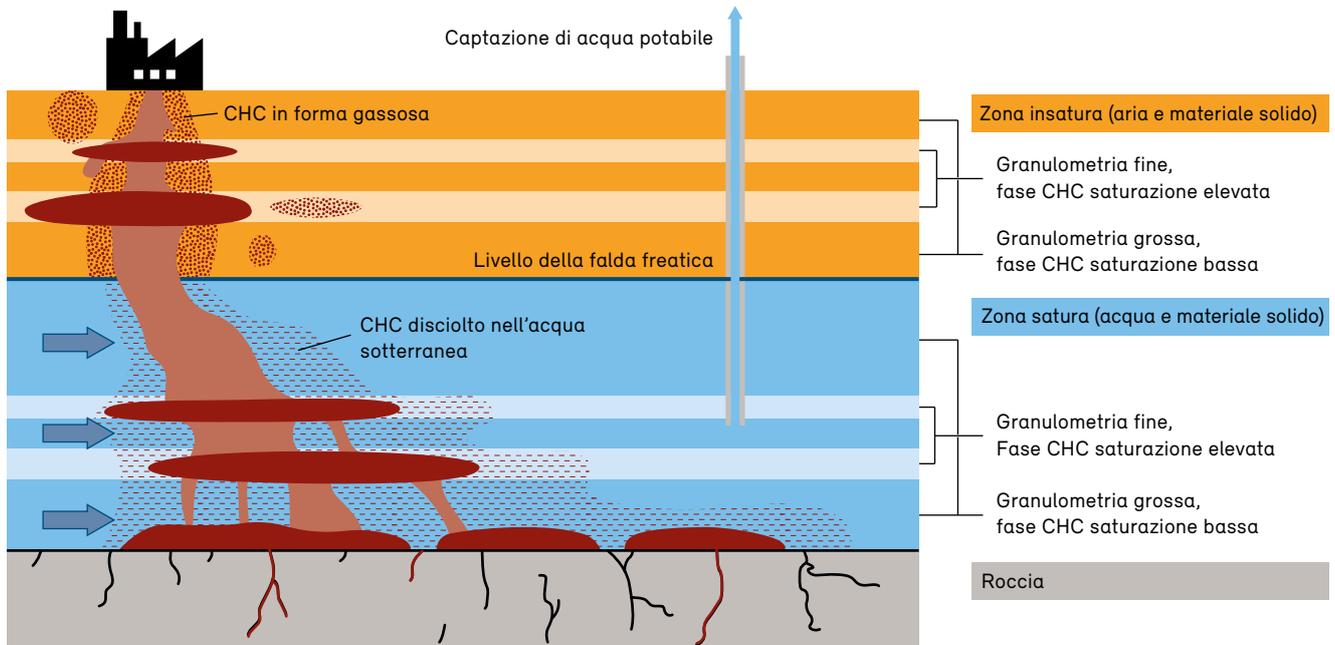
Nel trattamento dei siti inquinati la delimitazione dei siti avviene prevalentemente in modo iterativo. All'atto del rilevamento, viene iscritto nel CSI in primo luogo il campo di applicazione dei CHC sulla base di informazioni storiche e dati settoriali oppure, in mancanza di informazioni sull'ubicazione, la relativa particella. In questo caso l'iscrizione si basa per esperienza sull'elevata probabilità di inquinamenti da CHC derivanti dall'impiego di queste sostanze. Successivamente, i dati sul tipo e sull'ubicazione degli impieghi di CHC sono verificati e integrati sulla base di ricerche documentali nell'ambito di un'indagine storica (cap. 3.2). Nel quadro dell'indagine tecnica (cap. 3.3) vengono determinate la presenza e l'estensione degli inquinamenti nel sottosuolo nonché la loro rilevanza ambientale. La classificazione del sito avviene sulla base di un campionamento delle acque sotterranee nella corrente immediatamente a valle del sito<sup>4,5</sup>. Pertanto, il corretto posizionamento del/dei punto/i di misurazione della corrente immediatamente a valle rilevante/i per la classificazione esige che sia nota la delimitazione del sito.

Tuttavia, a causa delle loro particolari proprietà e della struttura prevalentemente eterogenea del sottosuolo in Svizzera, il modello di diffusione dei CHC è molto complesso e difficile da determinare. Nel settore del focolaio i CHC possono essere penetrati nel sottosuolo in forma liquida (in fase) o gassosa. L'infiltrazione avviene primariamente in senso verticale, ma in particolare nel sottosuolo saturo i CHC possono diffondersi anche lateralmente seguendo modelli complessi. In questo caso possono accumularsi fasce di CHC anche staccati dal focolaio (punto di infiltrazione). Nella figura 1 è illustrato schematicamente un possibile modello di diffusione dei CHC nel sottosuolo.

4 Aiuto all'esecuzione «Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten» (UFAFP, 2003, non disponibile in italiano)

5 Aiuto all'esecuzione «Analysemethoden im Abfall und Altlastenbereich» (BAFU, 2017, non disponibile in italiano)

Figura 1  
Possibile modello di diffusione dei CHC



Secondo l'aiuto all'esecuzione «Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten»<sup>6</sup>, le fasi CHC connesse e i pool di fasi isolati spazialmente (DNAPL<sup>7</sup>) devono essere attribuiti al sito. Dal punto di vista tecnico, tuttavia, la determinazione spaziale di questi pool di fasi è possibile solo in misura limitata. A ciò si aggiunge che la definizione del termine «fase» è insufficiente e che negli spazi interstiziali del sottosuolo insaturo i CHC sono sovente presenti contemporaneamente in forma di microscopiche goccioline di fase, sciolti nell'acqua di ritenzione e in forma gassosa nell'aria interstiziale. Le transizioni tra una tale saturazione residuale e una fase connessa sono fluide. Nel corso degli anni gli inquinamenti da CHC possono inoltre essere trascinati fuori dal focolaio tramite trasporto e diffusione con le acque sotterranee e oggi si estendono sovente con una distribuzione diffusa su vaste aree o su numerose particelle a seguito di processi di assorbimento.

Nella gestione dei siti inquinati la delimitazione del sito è effettuata di norma con l'ausilio dei valori limite per i materiali solidi di scavo e di demolizione non inquinati

secondo l'allegato 3 numero 1 OPSR<sup>8</sup> (qui viene utilizzata l'abbreviazione «valore U»). Tuttavia, se si applicasse questo metodo anche per i siti inquinati da CHC ne risulterebbero siti molto vasti, che praticamente non sarebbero più gestibili. Poiché la corrente immediatamente a valle del sito sarebbe situata lontano dal focolaio, per effetto della diluizione nelle acque sotterranee il risanamento sarebbe necessario soltanto raramente nonostante la presenza di elevati inquinamenti nel focolaio e notevoli emissioni di CHC. Se per la delimitazione del sito nel CSI si utilizzano al posto dei valori U valori di concentrazione leggermente più elevati, ad esempio i valori B<sup>9</sup>, ne risulteranno siti più piccoli, che tuttavia non comprendono più tutti gli inquinamenti. In caso di risanamento vi è inoltre lo svantaggio che questi (lievi) inquinamenti non sarebbero oggetto del risanamento.

Questa situazione iniziale implica che i criteri normalmente applicati per la delimitazione dei siti siano applicabili solo parzialmente ai siti inquinati da CHC. Pertanto, per questi siti sono stati sviluppati i criteri, in parte differenti,

6 Aiuto all'esecuzione «Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten» (UFAFP, 2003, non disponibile in italiano)

7 Inglese: Dense non aqueous phase liquid

8 Ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR RS 814.600)

9 Il valore B corrisponde alle esigenze per i rifiuti depositabili nelle discariche e nei compartimenti di tipo B secondo l'allegato 5 numero 2 OPSR.

di cui al capitolo 2.3.1, basati su metodi di misurazione affermati, per i quali, possibilmente, sono già disponibili valori di riferimento. Detti criteri sono inoltre stati scelti in modo tale da ottenere una delimitazione agli inquinanti significativi secondo la legislazione in materia di siti contaminati. Ma ciò genera conseguenze inevitabili: al di fuori da questa delimitazione possono infatti comparire inquinamenti lievi che non vengono attribuiti al sito. In che modo si possa ovviare a questo inconveniente è spiegato nel capitolo 2.4 «Inquinamento residuo».

## 2.3 Procedura per la delimitazione del sito in prospettiva dell'iscrizione nel catasto

### 2.3.1 Criteri per la delimitazione del sito

I criteri elaborati si basano su un metodo di misurazione semplice e affermato, ossia l'analisi dell'aria interstiziale e dei materiali solidi. Questi metodi di misurazione riferiti alla profondità hanno il vantaggio di avere costi comparativamente ridotti (soprattutto le analisi dell'aria interstiziale) e che almeno per le analisi dei materiali solidi<sup>10</sup> sono già disponibili valori di riferimento. La definizione dei valori criteriali (Tabella 1) è stata effettuata in modo pragmatico sulla base di una valutazione di esempi pratici. Rappresentano valori empirici già convalidati presso numerosi siti. Non è stata eseguita alcuna estrapolazione scientifica.

**Tabella 1**

**Criteri per la delimitazione dei siti contaminati da CHC**

Supporto esaminato	Criteri per la delimitazione del sito
<b>Materiale solido (MS)</b> ( $\Sigma$ 7 VCHC secondo gli all. 3 e 5 OPSR)	
→ Zona insatura	>0,1 mg/kg (valore U)*
→ Zona satura (compreso margine di oscillazione)	> 1 mg/kg (valore B)**
<b>Aria interstiziale (AI)</b> (idrocarburi alogenati secondo l'all. 2 OSiti)	> 1 ml/m <sup>3</sup>

\* Il valore U (valore per materiale non inquinato) corrisponde alle esigenze per i materiali di scavo e di sgombero di cui all'allegato 3 numero 1 dell'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR).

\*\* Il valore B corrisponde alle esigenze per i rifiuti depositabili nelle discariche e nei compartimenti di tipo B secondo l'allegato 5 numero 2 OPSR.

L'impiego del valore B per il criterio relativo ai materiali solidi nella zona satura per la delimitazione del sito è motivato in modo pragmatico. Si accetta il fatto che nel sottosuolo saturo possano sussistere inquinamenti tra il valore U e il valore B che non vengono registrati nel CSI.

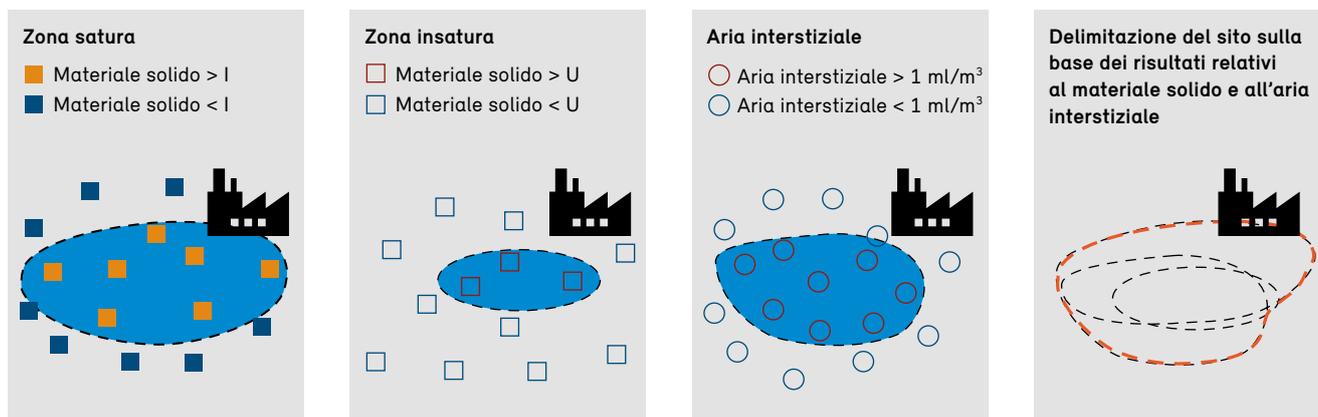
### 2.3.2 Applicazione dei criteri

Se nel supporto esaminato viene superato uno dei valori indicati nella tabella 1, il punto di misurazione è situato all'interno del sito. Pertanto, a seconda del tipo di indagine si ha una delimitazione per i materiali solidi nella zona insatura, per i materiali solidi nella zona satura e/o per l'aria interstiziale. La delimitazione del sito risulta dall'unione delle singole delimitazioni (figura 2).

<sup>10</sup> Le spiegazioni inerenti la problematica delle analisi dei materiali solidi per gli inquinamenti da CHC e le relative raccomandazioni sono contenute nel capitolo 3.3 e nell'allegato 1.

Figura 2

Applicazione dei criteri per la delimitazione dei siti



Quando si applicano i valori occorre sempre effettuare una verifica della plausibilità basata sulle seguenti domande:

- I risultati dell'indagine sono plausibili fra loro e con quelli dell'indagine storica?
- Le indagini (densità di sondaggio, rappresentatività dei campioni, spettro di analisi ecc.) sono sufficienti o sono necessarie indagini più approfondite? Occorre motivare in modo plausibile il numero di misurazioni e il tipo di supporto esaminato.

Nella verifica della plausibilità assume una rilevanza importante l'inquinamento delle acque sotterranee nella corrente a valle. Se, ad esempio, non vengono riscontrate concentrazioni rilevanti di CHC né nell'aria interstiziale né nei campioni di materiali solidi, ma ciò nonostante nelle acque sotterranee sussiste un'emissione di CHC rilevante per la legislazione sui siti inquinati (differenziale tra la corrente a monte e a valle), occorre verificare la plausibilità dei risultati dell'indagine.

## 2.4 Inquinamento residuo al di fuori del sito

L'applicazione dei sovramenzionati criteri per la delimitazione dei siti ha conseguenze inevitabili: all'in fuori del sito rimangono determinati inquinamenti. Sono composti da inquinamenti di materiali solidi nella zona saturata tra il valore U e il valore I e dall'inquinamento nella piuma nella corrente a valle. Sebbene questi inquinamenti non siano

rilevanti per il catasto, possono portare a una necessità d'intervento secondo la legislazione in materia di rifiuti o di protezione delle acque. Occorre tenere conto del principio prioritario della trasparenza. Anche se questo principio non comporta alcun obbligo di documentazione, la comunicazione di eventuali conseguenze, restrizioni, esigenze e altri aspetti concernenti una situazione nota deve essere possibile in qualsiasi momento. Per questo motivo si raccomanda una documentazione in una sede idonea (ad es. carta delle acque sotterranee).

Informazioni supplementari sono disponibili nel rapporto di esperti relativo alla gestione di inquinamenti residui «*Expertenbericht Umgang mit CKW-Restbelastungen*» (non disponibile in italiano).

## 2.5 Stralcio dal catasto dei siti inquinati (CSI)

I criteri da adempiere per stralciare un sito dal CSI secondo l'articolo 6 capoverso 2 OSiti sono in stretta correlazione con i criteri per la delimitazione dei siti. In linea di principio, i criteri per la delimitazione devono essere applicati anche per lo stralcio dal CSI, sia per i criteri riguardanti i materiali solidi che per quelli riguardanti l'aria interstiziale. Tuttavia, per lo stralcio dal catasto è di fondamentale importanza anche il campionamento delle acque sotterranee (AS) nella corrente immediatamente a valle del sito, in particolare anche perché sia il campionamento dei materiali solidi che quello dell'aria interstiziale comportano incertezze inevitabili.

La domanda quali criteri per lo stralcio dal CSI devono essere rispettati può sorgere sia dopo l'indagine preliminare che dopo il risanamento.

### 2.5.1 Criteri per lo stralcio dal CSI

#### Criteri per i CHC eccetto il cloruro di vinile

I criteri per i materiali solidi e per l'aria interstiziale si applicano in conformità con i criteri per la delimitazione del sito (cfr. tab. 1). Inoltre deve essere adempiuto anche il criterio concernente le acque sotterranee (AS). Quest'ultimo è considerato adempiuto per lo stralcio se la concentrazione dei CHC provenienti dal sito (differenza tra corrente a monte e corrente a valle) nella corrente immediatamente a valle del sito è inferiore a 1 µg/l per ogni singola sostanza (per il cloruro di vinile: inferiore a 0,25 µg/l). Deve essere altresì adempiuto il criterio «captazione di acqua sotterranea», ossia nelle captazioni di acqua sotterranea d'interesse pubblico (di seguito denominate captazioni di acqua sotterranea) non devono essere accertabili sostanze provenienti dal sito suscettibili di inquinare le acque, in concentrazioni che superano il limite di accertamento. Il sito può essere stralcio dal CSI solo se sono rispettati cumulativamente tutti i valori della tabella 2.

Tabella 2

Criteri per lo stralcio dal CSI di siti contaminati da CHC

Supporto esaminato	Criteri per lo stralcio dal CSI	
<b>Materiale solido (MS)</b> (Σ 7VCHC secondo gli all. 3 e 5 OPSR)		
→ Zona insatura	< 0,1 mg/kg (valore U)*	
→ Zona satura (compreso margine di oscillazione)	< 1 mg/kg (valore B)**	
<b>Aria interstiziale (AI)</b> (idrocarburi alogenati secondo l'all. 2 OSiti)	< 0,1 ml/m <sup>3</sup> (in assenza di misurazione dell'acqua sotterranea [AS]) < 1 ml/m <sup>3</sup> (se è adempiuto il criterio AS)	
<b>Acqua sotterranea (AS)</b> (differenza tra corrente a monte e a valle per ogni singola sostanza)	< 1 µg/l per CHC eccetto il cloruro di vinile	< 0,25 µg/l per il cloruro di vinile
<b>Captazione di acqua sotterranea (CAS)</b>	<b>Non sussiste alcuna necessità di intervento secondo la legislazione in materia di siti contaminati: nessun CHC proveniente dal sito con concentrazioni che superano il limite di accertamento</b>	

\* Il valore U (valore per inquinato materiale non ) corrisponde alle esigenze per i materiali di scavo e di sgombero di cui all'allegato 3 numero 1 dell'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR).

\*\* Il valore B (ex valore per i materiali inerti) corrisponde alle esigenze per i rifiuti depositabili nelle discariche e nei compartimenti di tipo B secondo l'allegato 5 numero 2 OPSR. Se viene superato il criterio per l'acqua sotterranea, il sito rimane iscritto dal CSI. In questi casi sussiste di norma una necessità d'indagine supplementare, poiché l'indagine preliminare non consente di escludere fonti d'inquinamento non identificate.

A campioni di acqua potabile può essere rinunciato solo in casi eccezionali, in particolare quando non si può effettuare alcun campionamento delle acque sotterranee (nessun afflusso di acqua sotterranea nel punto di misurazione anche dopo un lungo periodo d'attesa) oppure se l'onere per il campionamento sarebbe sproporzionato rispetto all'importanza del sospetto (ad es. per un acquifero con un'elevata distanza dalla falda). In questo caso, tuttavia, sono più rigorose le esigenze poste ai campioni di aria interstiziale e di materiali solidi come pure la successiva plausibilizzazione dei risultati con l'ausilio dell'indagine storica. In particolare, per l'aria interstiziale si applica il valore più basso di 0,1 ml/m<sup>3</sup> (invece di 1 ml/m<sup>3</sup>, se è possibile campionare l'acqua sotterranea).

Per il campionamento dell'acqua sotterranea rilevante ai fini della valutazione occorre dimostrare in modo plausibile che il punto di misurazione campionato è situato nella corrente immediatamente a valle del sito per il quale è previsto lo stralcio e che lo comprende in modo rappresentativo. A tale scopo sono necessarie conoscenze riguardanti la delimitazione del sito e le condizioni idrogeologiche (direzione di scorrimento delle acque, spessore della zona satura ecc.).

Prima di stralciare un sito occorre plausibilizzare tutti i dati tra loro e con i risultati dell'indagine storica. Inoltre occorre provare che le indagini (densità del sondaggio, rappresentatività dei campioni, spettro di analisi ecc.) sono state sufficienti oppure indicare se ci vogliono indagini più approfondite.

#### Caso speciale cloruro di vinile

Nella pratica il cloruro di vinile (CV) assume una posizione speciale tra gli idrocarburi clorurati (CHC) a causa delle sue particolari proprietà. Il CV si presenta molto raramente come inquinante primario e in condizioni anaerobiche può svilupparsi come prodotto di degradazione da altri CHC<sup>11</sup>. Il CV è estremamente volatile e, a causa della sua tossicità, il valore di concentrazione (valore K) di 0,5 µg/l di cui all'allegato 1 OSiti è estremamente basso.

Poiché il valore di concentrazione del CV pari a 0,5 µg/l è inferiore a quello del criterio per le acque sotterranee nella tabella 2 (1 µg/l per ogni singola sostanza CHC), se per gli inquinamenti da CV si applicassero i criteri stabiliti per lo stralcio, potrebbero essere stralciati addirittura siti che necessitano di risanamento. Di conseguenza, per i siti contaminati da CV si applicano altri criteri riguardanti la corrente immediatamente a valle.

Un sito inquinato da CHC può essere stralciato se sono adempite cumulativamente le due condizioni seguenti:

- se la concentrazione di CV nella corrente immediatamente a valle è stabilmente inferiore a 0,25 µg/l (= 1/2 valore di concentrazione), e
- se sono soddisfatti gli altri criteri concernenti i CHC per uno stralcio secondo la tabella 2 (materiali solidi satu-

ri, insaturi, aria interstiziale e captazioni di acqua sotterranea).

#### 2.5.2 Criteri per lo stralcio dal CSI dopo l'attuazione di misure di risanamento

Poiché una volta attuate le misure di risanamento le emissioni del sito sono di norma relativamente ben note e spesso sono disponibili anche dati della sorveglianza, per lo stralcio di siti a questo livello si applicano criteri meno rigorosi di quelli applicati a livello di indagine preliminare e dettagliata.

Pertanto, dopo l'attuazione di misure di risanamento è possibile, sulla base di una valutazione individuale del sito, derogare al criterio qualitativo «acque sotterranee» (differenza tra corrente a monte e a valle per ogni singola sostanza), se sono soddisfatte *cumulativamente* le seguenti condizioni:

- corrente immediatamente a valle: dopo l'attuazione delle misure di risanamento non sussiste più alcuna necessità di intervento secondo la legislazione in materia di siti contaminati, ossia le concentrazioni nelle acque sotterranee sono inferiori alle disposizioni di cui all'articolo 9 capoverso 1 lettera c o b e dell'articolo 10 capoverso 1 lettera b OSiti (< necessità di sorveglianza) e presentano una tendenza costante o in diminuzione;
- nelle captazioni di acqua sotterranea eventualmente interessate deve essere garantita l'utilizzazione, ossia dal sito non provengono CHC con concentrazioni superiori al limite di accertamento o, dopo applicazione dell'articolo 18 in combinato disposto con l'articolo 15 capoverso 2 OSiti, con concentrazioni superiori a 1 µg/l (obiettivo di risanamento adeguato<sup>12</sup>) per ogni singola sostanza;
- lo stato delle conoscenze relative al tipo, all'ubicazione e alla quantità degli inquinanti prima del risanamento era sufficientemente preciso e plausibile;
- le misure di risanamento attuate secondo l'OSiti erano idonee (metodo, luogo di impiego ecc.) e la loro attuazione è stata effettuata secondo lo stato della tecnica;
- gli altri criteri della tabella 2 sui materiali solidi saturi, insaturi e l'aria interstiziale sono rispettati.

11 Informazioni supplementari sul CV sono disponibili nell'allegato A

12 Per il tema «Deroga all'obiettivo di risanamento» cfr. capitolo 4.5

---

Per quanto riguarda i criteri per la corrente immediatamente a valle e per le captazioni di acqua sotterranea (cfr. anche cap. 5.5), una valutazione conclusiva è possibile di norma solo dopo un'adeguata sorveglianza nel quadro del controllo dei risultati.

Per i lavori di decontaminazione occorre tenere conto che, a causa delle particolari proprietà dei CHC, in determinate circostanze il criterio di  $< 1 \mu\text{g/l}$  per singola sostanza (differenziale) per le acque sotterranee viene superato anche in presenza di concentrazioni di materiali solidi più basse rispetto al valore massimo di  $1,0 \text{ mg/kg}$  (valore B) prescritto per la zona satura. Stabilendo volontariamente un valore obiettivo di  $< 0,1 \text{ mg/kg}$  (valore U) anche nel sottosuolo saturo, le prospettive di successo per il raggiungimento delle esigenze specifiche per le acque sotterranee sono notevolmente migliori.

#### **Caso speciale cloruro di vinile**

Per quanto concerne i siti inquinati da CV, l'unica differenza nei criteri per lo stralcio dal CSI rispetto agli altri siti inquinati da CHC è che la concentrazione di CV nella corrente immediatamente a valle è stabilmente inferiore a  $0,25 \mu\text{g/l}$  ( $\frac{1}{2}$  del valore di concentrazione OSiti). Tutti gli altri criteri sono uguali a quelli degli altri CHC e devono essere adempiuti cumulativamente.

Il criterio di stralcio relativo alla corrente immediatamente a valle significa che possono essere stralciati anche siti che necessitano di sorveglianza (se sono adempiuti gli altri criteri). Ciò costituisce una contravvenzione al sistema, poiché per gli altri CHC si può procedere allo stralcio solo se non sussiste più alcuna necessità d'intervento. Tuttavia la deroga per il CV è opportuna e praticabile, poiché il valore di  $0,05 \mu\text{g/l}$ , che corrisponde al 10 per cento del valore di concentrazione, è estremamente piccolo e vicino al limite di accertamento.

## 3 Indagine preliminare

Nella sezione 3 dell'OSiti (art. 7 – 13) sono stabiliti, in relazione ai vari beni da proteggere, i criteri che stabiliscono quando un sito necessita di sorveglianza o risanamento.

Per l'indagine e la valutazione dei siti inquinati da CHC si applicano anche gli altri aiuti all'esecuzione dell'UFAM. A causa delle particolari proprietà dei CHC, per l'indagine dei siti contaminati da CHC occorre tenere conto di alcune peculiarità. Una panoramica completa degli aspetti tecnici è disponibile nel rapporto «*Expertenbericht Untersuchung von CKW-Belastungen, ottobre 2016*» (non disponibile in italiano).

### 3.1 Basi legali

L'indagine preliminare (IP) di cui all'articolo 7 e seguenti OSiti è volta a ottenere le indicazioni che sono necessarie all'autorità per la valutazione della necessità della sorveglianza e del risanamento. Questa indagine preliminare è costituita da un'indagine storica e da un'indagine tecnica.

Con l'indagine storica (IS) si identificano le possibili cause dell'inquinamento del sito, segnatamente gli eventi e l'evoluzione temporale e spaziale delle attività nel sito nonché i processi in seguito ai quali nel sito sono state utilizzate sostanze pericolose per l'ambiente (art. 7 cpv. 2 OSiti). Sulla base dell'indagine storica viene approntato un capitolato d'onere concernente l'oggetto, la portata e i metodi dell'indagine tecnica (IT), che deve essere sottoposto per parere all'autorità. Con l'indagine tecnica si accertano il tipo e la quantità di sostanze presenti nel sito, le possibilità di emissione e l'importanza dei settori ambientali toccati (art. 7 cpv. 4 OSiti).

In base all'indagine preliminare, l'autorità valuta se il sito inquinato debba essere sorvegliato, risanato (e, pertanto, è un sito contaminato ai sensi dell'OSiti) o se non deve essere né sorvegliato né risanato e adegua di conseguenza l'iscrizione dal CSI (art. 8 OSiti). Anche i siti che non devono essere né sorvegliati né risanati rimangono nel catasto (art. 6 cpv. 2 lett. a OSiti e contrario). L'iscrizione nel catasto viene stralciata solo se l'indagine preliminare rivela che il sito non è inquinato con sostanze pericolose

per l'ambiente rilevanti per la legislazione sui siti inquinati (art. 6 cpv. 2 lett. a OSiti). A tal proposito confronta anche il capitolo 2.5.1.

### 3.2 Indagine storica

Nel rapporto di esperti citato sopra sono riportate le principali basi dell'indagine storica per i siti inquinati da CHC e al numero 1.2 della pubblicazione «*Leitfaden CKW*», sono indicati possibili impieghi di CHC in vari settori o in singoli processi. I due settori d'impiego di CHC più frequenti sono il lavaggio a secco e la sgrassatura industriale.

Per le indagini storiche di siti inquinati da CHC è particolarmente importante il fatto che i CHC possono penetrare facilmente, ad esempio, nei pavimenti in cemento. Pertanto, una domanda centrale è se l'impermeabilizzazione è risultata essere sufficiente per l'intera durata dell'impiego di CHC. Per esperienza l'impermeabilizzazione è considerata sufficiente con il solo uso di una vasca in acciaio inossidabile, anche se da queste vasche i CHC possono fuoriuscire in quantità rilevanti sotto forma di vapori che superano il bordo della vasca. È dimostrato che la grande maggioranza dei rivestimenti di protezione non può essere considerata come impermeabilizzazione sufficiente.

Come possibili vie di diffusione dei CHC entrano in linea di conto in particolare le perdite da sgocciolamento, le fuoriuscite, l'aria e l'acqua di scarico, le canalizzazioni e così via. Per una determinata area occorre considerare tutti i flussi di sostanze di un impiego di CHC, ossia consegna, trasbordo, stoccaggio e smaltimento (ad es. tramite le canalizzazioni) e allestire una pianta con le superfici a rischio di possibili inquinamenti.

Per esperienza, la probabilità e l'entità di un inquinamento da CHC non sono tassativamente correlate con la quantità di CHC impiegati nell'azienda. Pertanto, per gli inquinamenti da CHC non si può indicare un criterio bagatella basato sulle quantità di sostanze impiegate. Ma se le quantità impiegate sono più grandi sussiste senz'altro un nesso tra grandi quantità impiegate e grandi danni.

### 3.3 Indagine tecnica

Sulla base dell'indagine storica viene approntato un capitolato d'oneri, sul quale l'autorità esprime di norma un parere prima dell'avvio dell'indagine tecnica. Maggiori informazioni in merito sono disponibili nell'aiuto all'esecuzione «*Vollzugshilfe Pflichtenheft für die technische Untersuchung von belasteten Standorten*», che si applica anche per i CHC. Come già menzionato al punto 3.2, per i CHC è particolarmente importante che il capitolato d'oneri comprenda tutte le superfici con possibili inquinamenti (aree di consegna, trasbordo, stoccaggio, impiego e smaltimento, ad es. tramite le canalizzazioni).

L'obiettivo dell'indagine tecnica è la classificazione meticolosa del sito secondo l'articolo 8 OSiti, che per i CHC è di norma possibile solo mediante un campionamento delle acque sotterranee. Ciò significa che le acque sotterranee sono la base principale per la valutazione dei siti inquinati da CHC. I principi sono spiegati in vari aiuti all'esecuzione<sup>13, 14</sup>. Poiché la classificazione richiede un campionamento nella corrente immediatamente a valle del sito, la determinazione del focolaio e la delimitazione del sito assumono grande importanza (cfr. cap. 2.2 e 2.3).

Esistono vari metodi per determinare il focolaio di inquinamento e la delimitazione del sito. Quelli più utilizzati sono l'analisi dell'aria interstiziale<sup>15</sup> e l'analisi dei materiali solidi, poiché queste analisi possono essere eseguite in modo efficiente e forniscono valori che corrispondono ai criteri elaborati per il sito. In particolare nei casi complessi e in presenza di suolo facilmente penetrabile si possono ottenere informazioni preziose sulla distribuzione degli inquinanti mediante indagini con MIP (Membran Interface Probing). A seconda del tipo e dell'ubicazione della fonte di CHC nonché del modello idrogeologico, occorre definire in modo specifico per il sito i metodi d'indagine idonei e possibili. Per la strategia del campionamento si rimanda al rapporto di esperti «*Untersuchungen von CKW-Belastungen*», capitolo 7.1.

13 Aiuto all'esecuzione «*Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten*» (UFAFP, 2003, non disponibile in italiano)

14 Aiuto all'esecuzione «*Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich*» (UFAM, 2017, non disponibile in italiano)

15 Modulo «*Prelievo di campioni e analisi dell'aria interstiziale*» dell'aiuto all'esecuzione «*Indagine sui siti inquinati*» UFAM, 2015.

A causa della volatilità dei CHC e delle conseguenti possibili perdite durante il campionamento, il trasporto e l'analisi, i risultati delle analisi dei materiali solidi comportano alcune incertezze per la quantificazione dei CHC. Questo vale in particolare per i CHC molto volatili come il TCE (pressione di vapore ca. 3 volte quella dell'acqua), il cis-1,2-DCE (pressione di vapore ca. 9 volte quella dell'acqua) o il CV (pressione di vapore ca. 126 volte quella dell'acqua). Per contro, il CHC di gran lunga più frequente «PCE» ha una volatilità inferiore del 40 per cento rispetto all'acqua ed è pertanto meno problematico per quanto riguarda l'evaporazione. Rispettando le raccomandazioni di cui all'allegato 9 e al capitolo 7.3 del rapporto di esperti «*Untersuchung von CKW-Belastungen*» concernenti il campionamento, il trasporto e l'analisi di campioni di materiali solidi, si possono ridurre al minimo le perdite e ottenere, di norma, risultati utili, in particolare per il PCE.

In caso di inquinamenti da CHC è praticamente impossibile riempire colonne per test di eluizione secondo la direttiva dell'UFAM «*Messmethoden im Abfall und Altlastenbereich*». Pertanto, in presenza di questi inquinamenti i test di eluizione consentono di formulare al massimo indicazioni qualitative o forniscono valori minimi. Poiché si deve generalmente presumere che i CHC presenti siano fortemente eluibili, nella maggior parte dei casi un esame dell'eluato risulta comunque superfluo.

Applicando i metodi di analisi in modo conforme alla direttiva<sup>5</sup>, i laboratori di analisi garantiscono che la preparazione e l'analisi dei campioni comportino solo differenze minime inevitabili dei risultati. Per i lavori riguardanti l'indagine di inquinamenti da CHC è tassativo un accreditamento ISO/IEC 17025.

Le imprecisioni nel campionamento e nell'analisi dei CHC non possono essere evitate, bensì solo ridotte al minimo. Pertanto, l'interpretazione dei risultati di misurazione deve essere effettuata tenendo conto di queste imprecisioni, che durante il prelievo dei campioni possono verificarsi, ad esempio, mediante propagazione di CHC o a seguito del riscaldamento dei campioni (carotaggio).

Mentre per i campioni di materiali solidi in caso di campionamento inappropriato sono possibili perdite fino al

---

100 per cento, per i campioni di acqua l'errore di campionamento si situa intorno al 20 per cento, purché siano rispettate le disposizioni dell'aiuto all'esecuzione «*Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich*».

Per i campioni di acqua o di materiali solidi contenenti CHC, l'incertezza di misura determinata mediante analisi interlaboratorio si situa intorno al  $\pm 25 - \pm 40$  per cento.

Queste imprecisioni e incertezze possono essere ridotte e relativizzate eseguendo più analisi che consentono di validare i risultati e ottenere così un quadro d'insieme coerente.

## 4 Indagine dettagliata

Se dopo l'indagine tecnica un sito viene classificato come sito da risanare, come prossimo passo ci vuole un'indagine dettagliata. Conformemente all'articolo 14 OSiti, nell'ambito dell'indagine dettagliata e in prospettiva di un successivo risanamento occorre rilevare i seguenti dati come base per una stima della minaccia:

- a) il tipo, l'ubicazione, la quantità e la concentrazione delle sostanze pericolose per l'ambiente presenti sul sito inquinato;
- b) il genere, il carico e l'evoluzione nel tempo degli effetti reali e possibili sull'ambiente;
- c) l'ubicazione e l'importanza dei settori ambientali minacciati.

Questi dati, che sono già stati rilevati almeno in modo rudimentale nell'indagine preliminare, devono essere verificati e affinati nell'indagine dettagliata. La distribuzione degli inquinanti nel sottosuolo (in particolare l'esatta ubicazione del focolaio o dei focolai di inquinamento) è rilevante per la successiva scelta del/dei metodo/i di risanamento idoneo/i e per la delimitazione del sito. Quest'ultima può subire modifiche a seguito delle informazioni supplementari (adeguamento iterativo della delimitazione del sito) e ciò può a sua volta influire sui punti di misurazione e, di conseguenza, sulla classificazione del sito (cfr. art. 14 cpv. 2 OSiti).

In relazione ai beni da proteggere interessati e per la valutazione di eventuali captazioni di acqua sotterranea è, inoltre, molto importante la determinazione della piuma inquinante (CHC disciolti nell'acqua) nella corrente a valle del sito.

A tale scopo vengono impiegati prevalentemente gli stessi metodi d'indagine utilizzati nell'indagine preliminare. Tuttavia, in alcuni singoli casi può risultare opportuno effettuare indagini speciali. Pertanto, nel presente modulo sono illustrati in modo dettagliato i due complessi metodi «prove di immissione» e «indagini isotopiche», sono particolarmente adatti per la determinazione del modello di diffusione dei CHC (ubicazione della piuma) o per l'attribuzione di inquinamenti da CHC a focolai di inquinamento diversi.

### 4.1 Basi legali

I dati che occorre determinare nel quadro dell'indagine dettagliata, elencati espressamente nell'articolo 14 capoverso 1 lettere a–c OSiti, costituiscono la base decisionale necessaria affinché l'autorità possa valutare in una successiva fase gli obiettivi e l'urgenza del risanamento. Se i risultati dell'indagine dettagliata differiscono in misura significativa da quelli dell'indagine preliminare, l'autorità valuta nuovamente se il sito debba essere risanato secondo gli articoli 9–12 (art. 14 cpv. 2 OSiti). Successivamente, l'autorità completa il catasto dei siti inquinati con le indicazioni determinate riguardanti gli obiettivi e l'urgenza del risanamento (art. 6 cpv. 1 lett. b OSiti).

Secondo l'articolo 15 capoverso 1 OSiti, l'*obiettivo* del risanamento è l'eliminazione degli effetti, o del pericolo concreto che tali effetti si producano, che hanno portato alla necessità del risanamento. Negli articoli 9–12 OSiti è specificato in modo dettagliato quando sussiste una tale necessità di risanamento.

Nel caso di un risanamento ai fini della protezione delle acque sotterranee e di un risanamento ai fini della protezione delle acque superficiali si può derogare a questo obiettivo se sono adempiuti i seguenti presupposti (art. 15 cpv. 2 e 3 OSiti):

- se con la deroga all'obiettivo di risanamento iniziale (eliminazione degli effetti, o del pericolo concreto che tali effetti si producano, che hanno portato alla necessità del risanamento) il carico per l'ambiente risulta complessivamente inferiore (lett. a);
- se con l'attuazione dell'obiettivo di risanamento i costi risulterebbero sproporzionati (lett. b);
- se è garantita l'utilizzabilità delle acque sotterranee nel settore di protezione delle acque  $A_{Uj}$  o se le acque superficiali (che eventualmente sono in collegamento con acque sotterranee al di fuori del settore di protezione  $A_{Uj}$ ) soddisfano le esigenze della legislazione sulla protezione delle acque in merito alla qualità dell'acqua.

La valutazione se sussistono i presupposti per una deroga all'obiettivo di risanamento secondo l'articolo 15 capoversi 2 e 3 OSiti è possibile solo una volta concluso lo studio delle varianti e in presenza del progetto di risanamento.

Per la valutazione dell'*urgenza* sono determinanti il potenziale di pericolo del sito contaminato, ossia il suo potenziale di inquinamento (tipo, ubicazione, quantità e concentrazione degli inquinanti), il suo potenziale di rilascio (genere, carico ed evoluzione nel tempo dei flussi di inquinanti) nonché l'ubicazione e l'importanza dei settori ambientali interessati (art. 14 cpv. 1 lett. a – c OSiti). I risanamenti sono *particolarmente urgenti* se le sostanze pericolose per l'ambiente pregiudicano o minacciano direttamente un'attuale utilizzazione, ad esempio una captazione di acqua potabile in attività (art. 15 cpv. 4 OSiti).

## 4.2 Carico

Nel caso di inquinamenti da CHC, il carico è considerato il principale criterio di valutazione nell'ambito dell'indagine dettagliata (cfr. art. 14 cpv. 1 lett. b OSiti). Accanto ad altri criteri, inoltre, i dati relativi al carico possono rappresentare una base per valutare la deroga all'obiettivo di risanamento secondo l'articolo 15 capoversi 2 e 3 lett. a OSiti (cfr. cap. successivo 4.5).

Il carico è uno degli elementi caratterizzanti nel quadro di una stima della minaccia e, pertanto, fornisce un importante contributo per la valutazione dell'*urgenza* di un risanamento. Inoltre, i dati relativi al carico forniscono un contributo anche per:

- una migliore comprensione del sito;
- la definizione delle priorità in caso di più focolai di inquinamento;
- la definizione delle misure necessarie;
- la valutazione del risultato del risanamento;
- la valutazione di un'interruzione del risanamento (cfr. anche cap. 5.3.).

Pertanto, il carico non serve ai fini della classificazione del sito. A tale scopo sono determinanti solo i valori di concentrazione dell'OSiti.

### Definizione e basi

Il carico di CHC per i siti inquinati è definito come la quantità di CHC [g o kg] nella corrente a valle del sito per unità di tempo (d o a) ed espresso come segue:

$$\text{Carico} = K \times i \times A \times c$$

dove:

$K$  = coefficiente di permeabilità idraulica o conduttività idraulica [m/s]

$i$  = gradiente idraulico [–]

$A$  = area della sezione trasversale della piuma inquinante al livello di controllo [m<sup>2</sup>]

$c$  = concentrazione mediana [g/m<sup>3</sup>]

Gli aspetti tecnici centrali per la determinazione del carico relativi ai parametri, all'ubicazione della sezione trasversale della piuma esaminata e alla strategia di campionamento sono disponibili nell'«*Expertenbericht Fracht*»<sup>16</sup>.

### Approccio di soluzione per la valutazione del carico

Nell'ambito della piattaforma ChloroNet è stato sviluppato come strumento ausiliario un modello per la valutazione dell'*urgenza* del risanamento che, oltre al carico, considera anche l'influsso delle emissioni di inquinanti nonché l'importanza del bene da proteggere interessato.

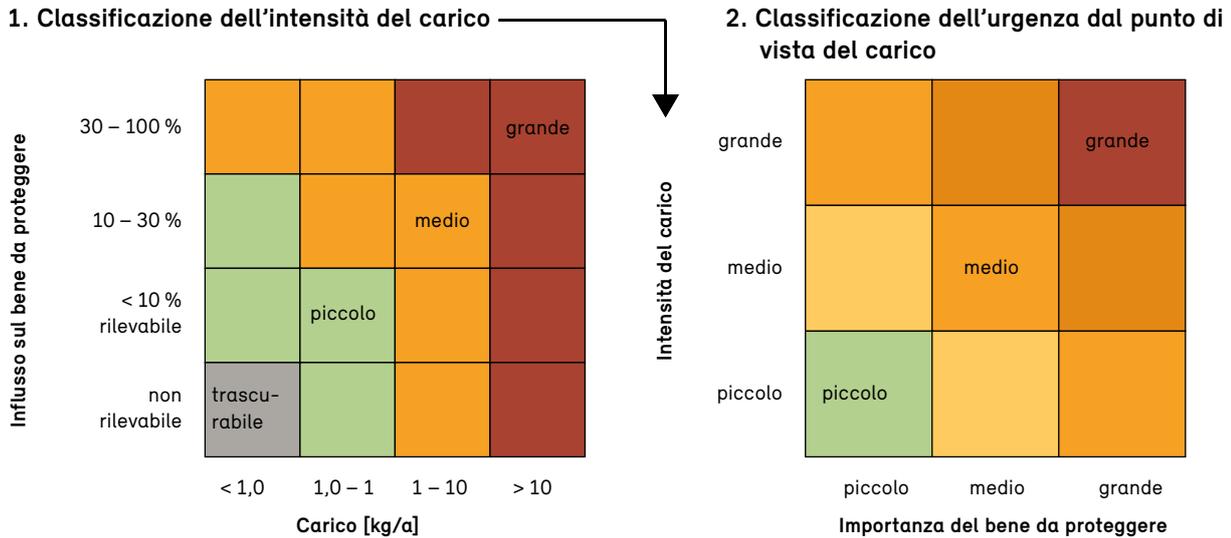
Il modello di valutazione consiste di una valutazione a due fasi:

- dalla stima del carico e da una stima del suo influsso sul bene da proteggere viene determinata la cosiddetta intensità del carico;
- dalla combinazione dell'intensità del carico e dell'importanza del bene da proteggere si ricava una classificazione approssimativa per l'*urgenza* del risanamento dovuta al carico inquinante.

<sup>16</sup> Anwendung von Frachtbetrachtungen bei mit chlorierten Kohlenwasserstoffen belasteten Standorten (su mandato dell'UFAM, ottobre 2014, non disponibile in italiano)

Figura 3

Rappresentazione del modello di valutazione a due fasi per l'urgenza di un risanamento dovuta al carico inquinante



L'obiettivo di questo approccio non è ottenere una classificazione rigorosa, bensì una classificazione approssimativa del carico inquinante. L'approccio deve permettere un determinato margine di manovra per valutazioni individuali che tengono conto di fattori supplementari.

**Criterio «Carico inquinante»**

Il carico per una sezione trasversale della piuma deve essere determinato nella corrente immediatamente a valle del sito.

Il carico viene suddiviso in quattro ordini di grandezza <0,1/0,1-1/1-10/>10 kg/a. Questa suddivisione è utile per la somma dei CHC maggiormente impiegati PCE e TCE e vale per la maggior parte dei siti inquinati da CHC. Per altre sostanze rilevanti dal punto di vista tossicologico (ad es. CV) è necessaria un'altra differenziazione in base alla loro rilevanza.

Gli ordini di grandezza devono tenere conto anche dell'elevata imprecisione della determinazione del carico nell'ambito dell'indagine dettagliata. Se l'errore stimato del carico supera questi ordini di grandezza, la base di dati non è sufficiente per questo approccio di soluzione.

**Criterio «Influsso sul bene da proteggere»**

Il criterio «Influsso sul bene da proteggere» descrive la quota di inquinamento proveniente dal sito in relazione all'inquinamento totale (= inquinamento proveniente anche da altri siti o fonti di immissione) nel bene da proteggere in questione. Il carico può essere espresso come carico e/o concentrazione.

Il bene da proteggere interessato e il punto di osservazione possono essere variabili. Può trattarsi, ad esempio, di una sezione trasversale di controllo definita all'interno dell'acquifero interessato o di una captazione di acqua sotterranea nella corrente più a valle. È anche concepibile, ad esempio, l'osservazione di un'acqua superficiale in cui esfiltrano le acque sotterranee inquinate. In caso di punti di osservazione diversi, per la valutazione complessiva è determinante il caso peggiore.

Il criterio «influsso sul bene da proteggere» è una grandezza difficile da determinare. Una determinazione dettagliata richiederebbe solitamente una grande serie di dati di perforazione, modellazione, prove colorimetriche e/o analisi isotopiche ecc. Di norma, tuttavia, stime approssimative, basate sulle conoscenze esistenti, consentono una classificazione nelle seguenti categorie:

- influsso non rilevabile,
- < 10 % (ancora rilevabile ma molto secondario),
- 10 % – 30 % (secondario),
- 30 % – 100 % (significativo fino a esclusivo).

La valutazione di questo criterio si basa sulle seguenti considerazioni: se il sito in questione è l'unico che emette nell'oggetto protetto, il suo influsso è del 100 per cento. Di conseguenza, è l'unico responsabile per l'eventuale minaccia per il bene da proteggere. Un risanamento di questo sito porterebbe quindi alla completa soluzione del problema nel bene da proteggere.

#### **Criterio «Importanza del bene da proteggere»**

Il criterio «Importanza del bene da proteggere» tiene conto di varie caratteristiche di un bene da proteggere, che devono essere definite caso per caso. Oltre alle dimensioni e alla qualità dell'acquifero, possono essere prese in considerazione, ad esempio, anche la resa delle captazioni e la loro importanza per la sicurezza dell'approvvigionamento locale o regionale. Poiché a tale scopo non sono disponibili parametri fissi, è possibile solo una classificazione approssimativa in «limitata/media/elevata».

#### **Gradazioni del modello di valutazione**

Le gradazioni scelte per il modello di valutazione sopra descritto sono volutamente fluide in particolare nel secondo livello (seconda matrice). In questo modo si tiene conto del fatto che i criteri «Influsso sul bene da proteggere» e «Importanza del bene da proteggere» sono solo stime.

La gradazione alquanto asimmetrica del primo livello è dovuta alle seguenti considerazioni: si tiene conto del fatto che un carico piccolo o molto piccolo non porta a un'intensità elevata semplicemente perché è l'unico emettitore del sito. Se l'intensità è trascurabile, non sussiste più alcuna urgenza. Al contempo, un carico superiore a 10 kg di CHC all'anno è considerato come grande intensità indipendentemente dal suo influsso sul bene da proteggere. Si tratta, naturalmente, di una valutazione strategica che è focalizzata esclusivamente sul sito.

Esempi concreti per questo approccio e informazioni supplementari sono disponibili nell'«*Expertenbericht Fracht*».

#### **Esigenze minime**

L'approccio di soluzione deve essere applicato solo se sono soddisfatte cumulativamente le seguenti condizioni:

- la base di dati ha una qualità sufficiente;
  - le basi di calcolo (dati grezzi) sono disponibili e plausibili,
  - la relativa analisi degli errori è plausibile e l'errore non supera la griglia della classificazione approssimativa,
- la piuma inquinante non si espande, ossia è stazionaria o si sta estinguendo;
- l'approccio di soluzione si applica per l'inquinante proveniente dalla fonte d'inquinamento (ad es. PCE o TCE). I prodotti di degradazione non sono considerati. Se questi ultimi sono presenti in quantità rilevante, è necessario effettuare un'analisi separata;
- l'utilizzabilità delle captazioni di acqua sotterranea nella corrente a valle (attuale o prevista) è sempre garantita. In caso contrario, sono necessarie ulteriori misure.

### **4.3 Impiego di prove di immissione**

Le prove di immissione (PI) possono costituire un utile metodo d'indagine nell'ambito dell'indagine dettagliata e in particolare per la determinazione del carico inquinante. Pertanto, nel quadro di un gruppo di lavoro ChloroNet sono state esaminate e valutate le possibilità d'impiego di PI. La relativa rappresentazione dettagliata è disponibile nell'«*Expertenbericht IPV*»<sup>17</sup>.

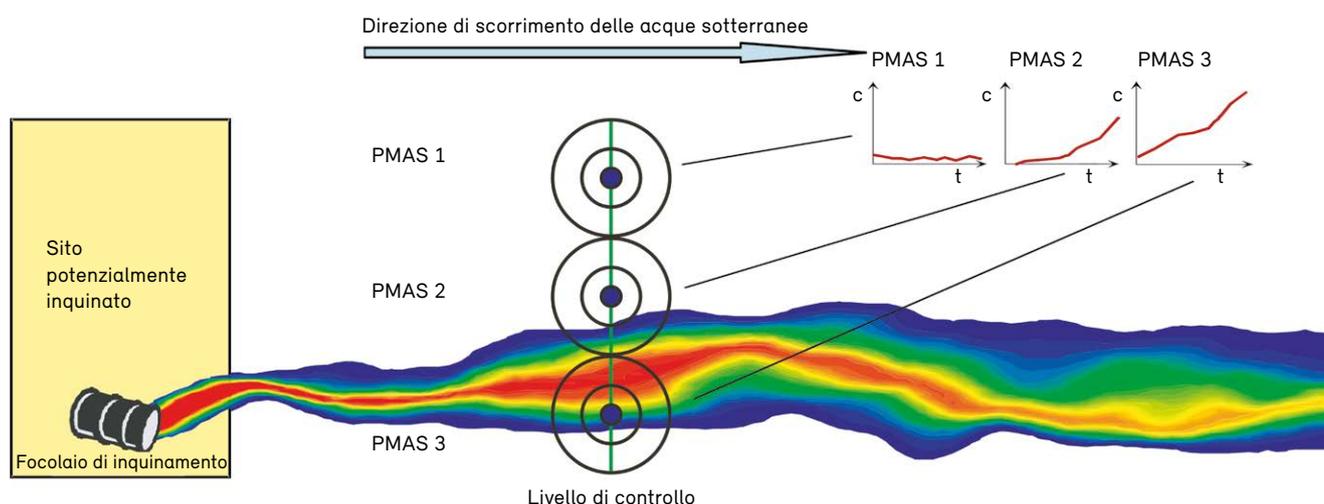
#### **Definizione**

Una PI è una prova idrogeologica effettuata sul campo per determinare il carico inquinante per un livello di controllo (cfr. fig. 4) in un acquifero. Oltre al rilevamento del carico inquinante, le PI consentono una determinazione quantitativa della distribuzione delle concentrazioni (immissione) lungo il livello di controllo e, quindi, di trarre indicazioni su piume inquinanti e focolai d'inquinamento.

<sup>17</sup> Anwendung von Immissionspumpversuchen (IPV) in der Schweiz, Expertenbericht der ChloroNet-Projektgruppe IPV (su mandato dell'UFAM, novembre 2016, non disponibile in italiano)

Figura 4

Principio di una prova di immissione con tre punti di misurazione delle acque sotterranee lungo un livello di controllo (secondo Teutsch et al., 2000)



### Conclusioni e raccomandazioni

I progetti pilota svolti nel quadro di ChloroNet hanno dimostrato che, sebbene l'impiego di PI ponga esigenze tecniche elevate e richieda un onere notevole, fornisce in compenso risultati solidi. Nonostante alcune limitazioni riguardanti l'omogeneità dell'acquifero, con le PI è stato possibile calcolare ubicazioni della piuma, distribuzioni delle concentrazioni e carichi plausibili. Nell'esempio svolto i risultati hanno evidenziato una buona correlazione con i risultati determinati in modo indipendente nell'ambito di indagini precedenti.

### 4.4 Indagini isotopiche

Nei casi più complessi, le indagini isotopiche possono colmare determinate lacune di conoscenza che non possono essere colmate con l'impiego di altri metodi. Nel quadro di ChloroNet, questo metodo è stato verificato sulla base di casi di studio.

Sono definiti isotopi gli atomi i cui nuclei contengono lo stesso numero di protoni, ma un numero diverso di neutroni. Hanno lo stesso numero atomico, rappresentano quindi lo stesso elemento chimico ma hanno numeri di massa diversi. Le analisi isotopiche sono basate su questo fenomeno. Gli isotopi stabili non sono radioattivi, ossia non decadono o, più precisamente, sono molto lon-

gevi. Ad esempio, il carbonio (C) ha due isotopi stabili, il cui rapporto generale nell'ambiente è differente:  $^{12}\text{C}$  (98,89 %) e  $^{13}\text{C}$  (1,11 %).

Le indagini isotopiche determinano mediante spettrometria di massa la quota di isotopi di un elemento chimico in un campione. I valori o i rapporti isotopici sono vengono indicati in relazione a uno standard internazionale e sotto forma di scostamenti da tale standard in per mille (‰).

Il frazionamento isotopico è lo spostamento del rapporto degli isotopi stabili mediante processi chimici, fisici e biologici.

### Campi d'applicazione

I metodi isotopici sono impiegati durante l'indagine dettagliata, ma possono fornire indicazioni importanti anche nell'ambito dell'indagine in vista del risanamento.

I prodotti contenenti CHC possono avere firme isotopiche diverse a dipendenza del processo di produzione. Poiché nel processo di degradazione biologica vengono degradate in modo privilegiato le molecole con gli isotopi più piccoli (ad es.  $^{12}\text{C}$ ), con il passare del tempo si ha un arricchimento relativo delle molecole con gli isotopi più pesanti (ad es.  $^{13}\text{C}$ ). Per la caratterizzazione e l'indagine di inquinamenti da CHC si possono utilizzare metodi isotopici per i seguenti impieghi:

- l'attribuzione di inquinamenti da CHC nelle acque sotterranee a uno o più focolai di inquinamento sulla base di firme isotopiche diverse (ad esempio sulla base di firme C-Cl);
- la determinazione della provenienza degli inquinanti nell'aria ambiente (emissioni gassose dal suolo/dalle acque sotterranee contro fonte interna)<sup>18</sup>;
- il rilevamento e la quantificazione della degradazione biologica (in particolare se il CV viene ulteriormente degradato o se si ha solo un processo di diluizione/assorbimento);
- la stima dell'evoluzione della piuma, se questo metodo viene utilizzato per colmare le lacune di conoscenza riguardanti le condizioni idrogeologiche.

#### Limiti delle indagini isotopiche

In alcuni casi l'applicabilità e l'attendibilità di questi metodi sono limitate da fattori specifici per il sito come, ad esempio, concentrazioni di CHC troppo basse (sotto il limite di accertabilità per le analisi isotopiche) o il possibile impiego di prodotti contenenti CHC con firma isotopica identica in diversi siti. Quando occorre differenziare varie fonti d'inquinamento mediante analisi isotopiche, la degradazione biologica può essere un fattore limitante, poiché modifica il valore della firma isotopica dell'inquinante impiegato inizialmente. Per determinare il valore iniziale della firma isotopica si può integrare matematicamente la degradazione biologica. L'integrazione presuppone tuttavia la possibilità di misurare le firme isotopiche dei prodotti di degradazione e, inoltre, fa aumentare l'imprecisione del valore finale. Per questi motivi le analisi isotopiche devono essere considerate uno strumento integrativo che contribuisce a una migliore comprensione della situazione riguardante l'origine e l'evoluzione dell'inquinamento da CHC.

### 4.5 Deroga all'obiettivo di risanamento secondo l'articolo 15 OSiti

I presupposti per una deroga all'obiettivo di risanamento sono elencati nell'articolo 15 capoversi 2 (per le acque sotterranee) e 3 (per le acque superficiali) OSiti (cfr. basi legali n. 4.1.). Poiché nella maggior parte dei casi la

problematica dei siti inquinati riguarda le acque sotterranee, in questa sede viene trattato solo il capoverso 2 (acque sotterranee).

Nel settore di protezione delle acque üB, per derogare all'obiettivo di risanamento secondo l'allegato 2 numero 21 capoverso 1 OPAC deve essere di norma adempiuto solo il principio che la concentrazione delle sostanze di cui all'allegato 2 numero 22 OPAC non deve aumentare continuamente nel corso del tempo.

Le seguenti spiegazioni si applicano per il settore di protezione delle acque Au.

Nel caso di un risanamento ai fini della protezione delle acque sotterranee si deroga all'obiettivo di risanamento se sono adempiuti i seguenti presupposti (art. 15 cpv. 2 OSiti):

1. se con la deroga all'obiettivo di risanamento iniziale (eliminazione degli effetti, o del pericolo concreto che tali effetti si producano, che hanno portato alla necessità del risanamento) il carico per l'ambiente risulta complessivamente inferiore (lett. a);
2. se con l'attuazione dell'obiettivo di risanamento i costi risulterebbero sproporzionati (lett. b);
3. se è garantita l'utilizzabilità delle acque sotterranee nel settore di protezione delle acque A<sub>U</sub> o se le acque superficiali (che eventualmente sono in collegamento con acque sotterranee al di fuori del settore A<sub>U</sub>) soddisfano le esigenze della legislazione sulla protezione delle acque in merito alla qualità delle acque (lett. c).

Nel modulo *Necessità di risanamento nonché obiettivi e urgenza di un risanamento* dell'aiuto all'esecuzione «Indagine sui siti inquinati» sono spiegati in modo più dettagliato i tre presupposti per una deroga nonché le domande volte a chiarire in quale luogo si applicano quali esigenze per le acque sotterranee. Queste spiegazioni valgono anche per i CHC e vengono in parte concretizzate qui.

A livello di indagine dettagliata, il carico ambientale, la proporzionalità dei costi e la qualità dell'acqua possono essere solo stimati. Di norma, la base di dati per una valutazione fondata di questi tre punti è disponi-

<sup>18</sup> A tal proposito cfr. ChloroForum Workshop 2017.

bile solo dopo lo studio delle varianti e l'elaborazione del progetto di risanamento per la variante di risanamento ottimale. Secondo l'articolo 18 capoverso 1 lettera e OSiti, nell'ambito della sua valutazione del progetto di risanamento l'autorità verifica altresì se sono soddisfatte le condizioni per derogare all'obiettivo del risanamento.

Nella figura 5 è rappresentata in forma schematica la procedura per derogare all'obiettivo di risanamento, rispettivamente le domande alle quali occorre rispondere.

### **Carico ambientale complessivamente più basso**

In determinati casi accade che il metodo di risanamento che consente di raggiungere l'obiettivo di risanamento genera un notevole impatto ecologico (ad es. scavi in un ambiente sensibile e smaltimento dei rifiuti in una discarica lontana). In questi casi si può prendere in considerazione l'impiego di un metodo meno incisivo purché produca un significativo miglioramento della situazione.

### **Costi sproporzionati**

Per quantificare i costi dei risanamenti di siti inquinati da CHC, è stato svolto un sondaggio non rappresentativo che indica i costi per chilogrammo di CHC asportato. Un riepilogo dei risultati è riportato nell'allegato b, criterio 17. Tuttavia, la graduazione ivi contenuta non costituisce una scala assoluta, ma serve unicamente come possibile parametro di comparazione.

### **Utilizzabilità delle acque sotterranee**

Per le acque sotterranee nel settore di protezione delle acque  $A_U$ , in caso di deroga all'obiettivo di risanamento deve essere sempre garantita l'utilizzabilità delle acque.

Nelle parti del settore di protezione delle acque  $A_U$  che sono effettivamente utilizzate o destinate a essere utilizzate (cfr. fig. 5, settori in blu), ossia nella captazione di acqua sotterranea, nelle zone di protezione delle acque sotterranee, nelle captazioni esistenti e future situate nei bacini imbriferi (BI) (ossia di aree di protezione delle acque sotterranee) l'utilizzabilità delle acque sotterranee secondo l'allegato 2 numero 22 OPac è garantita se la concentrazione è inferiore al valore dell'esigenza di  $1 \mu\text{g/l}$  per ogni singola sostanza di CHC<sup>19</sup>.

Per i siti inquinati da CHC che devono essere risanati a causa del superamento della metà del valore di concentrazione indicato nell'OSiti non sussiste alcun margine di manovra per adeguare l'obiettivo di risanamento, poiché il valore dell'esigenza di  $1 \mu\text{g/l}$  è inferiore alla metà del valore di concentrazione. La situazione è diversa per i siti inquinati da CHC in cui le sostanze provenienti dal sito sono presenti nella captazione di acque sotterranee in concentrazioni leggermente superiori al limite di accertamento (LdA). Per questi siti l'obiettivo di risanamento viene adeguato dal limite di accertamento a  $1 \mu\text{g/l}$  (se sono soddisfatte anche le altre condizioni per derogare all'obiettivo di cui all'articolo 15 OSiti).

Nella pratica non è sempre chiaro se il sito inquinato è situato in un bacino imbrifero, ossia nel settore blu della figura 5, oppure no, poiché questo non è definito nel diritto federale e la sua estensione dipende anche da fattori idrogeologici e dall'effettiva utilizzazione delle acque sotterranee (quantità pompata). Per questa ragione, al posto del bacino imbrifero si utilizza il settore di alimentazione, che è definito nella legislazione (art. 29 cpv. 1 lett. c OPac) e comprende un'area dalla quale, con un basso livello delle acque, proviene circa il 90 per cento della quantità massima di acqua che può essere estratta da una captazione di acqua sotterranea. Per determinarlo è disponibile la pubblicazione «*Praxishilfe zur Bemessung des Zuströmbereichs  $Z_U$* » (UFAM, 2005, non disponibile in italiano).

Nelle parti del settore di protezione delle acque  $A_U$  che sono utilizzabili, ma che non sono effettivamente utilizzate né destinate a essere utilizzate (fig. 5 settori in giallo), secondo l'allegato 4 numero 111 capoverso 2 lett. b OPac occorre rispettare le esigenze della legislazione sulle derrate alimentari per l'acqua potabile, se necessario dopo l'applicazione di semplici metodi di trattamento. Le esigenze per l'acqua potabile sono elencate nell'ordinanza del DFI sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico (OPPD, RS 817.022.11). Poiché il valore stabilito nell'OPPD per i CHC è sovente inferiore alla metà del valore di concentrazione di cui all'allegato 1 OSiti, anche nei settori in giallo del settore di protezione delle acque  $A_U$  lo spazio di manovra per l'adeguamento degli obiettivi di risanamento è inesistente o molto ridotto. Pertanto, nei settori in giallo l'adeguamento

<sup>19</sup> Non si applica al cloruro di vinile

mento dell'obiettivo di risanamento può essere effettuato fino al valore dell'OPPD. Occorre tenere conto anche del valore cumulativo pari a massimo 10 µg/l per gli idrocarburi alogenati volatili con una struttura di base da 1 a 3 atomi di carbonio e nessun altro gruppo funzionale secondo l'allegato 2 OPPD.

Un ulteriore caso sono i siti che sono situati nel settore  $A_U$ , ma l'estrazione di acqua potabile non è tecnicamente possibile a causa del ridotto spessore dell'acquifero, rispettivamente non sarebbe giuridicamente possibile a causa dell'intenso popolamento, poiché non sarebbe più possibile delimitare zone di protezione delle acque sotterranee conformi alla legge (sito verde nella fig. 5). Per questi casi vige solo la disposizione concreta di cui all'allegato 2 numero 21 capoverso 1 OPAC, che la concentrazione delle sostanze di cui all'allegato 2 numero 22 OPAC non deve aumentare continuamente nel corso del tempo. Gli obiettivi di risanamento non possono essere aumentati a piacimento. Per valutare in che misura si può derogare agli obiettivi di risanamento iniziali non è determinante solo la situazione delle acque sotterranee direttamente presso il sito, bensì occorre considerare anche gli effetti sulla qualità delle acque sotterranee nella corrente a valle del sito. Ad esempio, se in un settore di protezione delle acque  $A_U$  direttamente presso il sito inquinato non si possono utilizzare le acque sotterranee, ma l'utilizzo sarebbe fondamentalmente possibile nella corrente a valle del sito, occorre garantire che la qualità dell'acqua potabile nella corrente a valle sia mantenuta nonostante la facilitazione dell'obiettivo di risanamento.

#### **Nota bene**

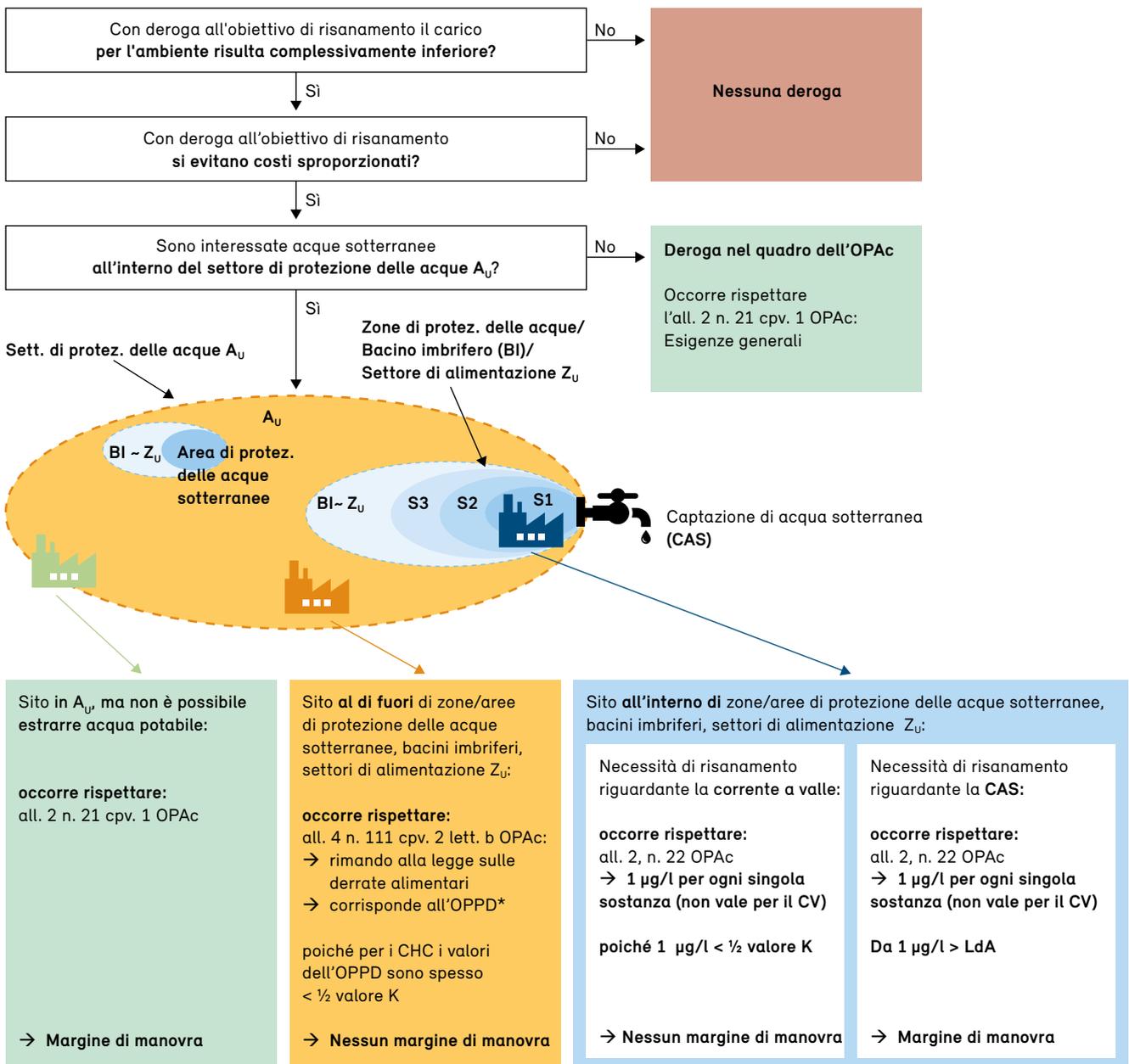
Le spiegazioni fornite sopra e la figura 5 indicano a quali condizioni e in quale misura occorre eventualmente adeguare gli obiettivi di risanamento iniziali. Nella stragrande maggioranza dei casi queste condizioni non saranno adempiute e, pertanto, continueranno a valere gli obiettivi di risanamento definiti dopo l'indagine dettagliata. In un certo senso, un adeguamento degli obiettivi di risanamento iniziali è una «via di fuga» ed è ammissibile solo in pochi casi, nei quali risulterebbero altrimenti costi sproporzionati e ci sarebbe da attendersi un peggioramento della situazione dell'ambiente. In ogni caso devono essere sempre adempiuti i criteri della legislazione sulla protezione delle acque. Derogare agli obiettivi presuppone uno stato delle conoscenze che è disponibile solo dopo lo studio delle varianti di risanamento.

Figura 5

Margine di manovra per l'adeguamento dell'obiettivo di risanamento concernente il bene da proteggere «acque sotterranee»

**Deroga all'obiettivo di risanamento per il bene da proteggere «acque sotterranee»**

Nell'ambito della valutazione del progetto di risanamento, l'autorità verifica i seguenti presupposti:  
(art. 18 cpv. 1 lett. e in combinato disposto con l'art.15 cpv. 2 OSiti)



\* Ordinanza del DFI sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico (OPPD, RS 817.022.11)

## 5 Risanamento

A causa delle particolari proprietà dei CHC e dell'eterogeneità del sottosuolo, i risanamenti di siti inquinati da CHC sono sovente complessi e, pertanto, non di rado gli obiettivi di risanamento non vengono raggiunti. Nell'ambito di gruppi di lavoro ChloroNet sono state elaborate soluzioni adeguate alla problematica dei CHC per i seguenti temi:

- il raggiungimento degli obiettivi di risanamento concernenti la captazione di acqua potabile;
- l'interruzione del risanamento;
- il rinvio del risanamento per i siti contaminati da cloruro di vinile.

### 5.1 Basi legali

L'esecuzione del risanamento è disciplinata in dettaglio negli articoli 16 – 19 OSiti: come misura di risanamento occorre considerare la decontaminazione (ad es. risanamento in-situ) del sito contaminato (art. 16 lett. a OSiti), ossia provvedimenti che consentono di rimuovere le sostanze pericolose per l'ambiente. Inoltre, è prevista la circoscrizione del sito contaminato (art. 16 lett. b OSiti), ossia l'adozione di provvedimenti che consentono di impedire e sorvegliare a lungo termine la diffusione o il rilascio delle sostanze pericolose per l'ambiente (ad es. impermeabilizzazione del sito). La circoscrizione non è fondamentale per il risanamento di siti contaminati da CHC.

L'autorità esige che venga elaborato un progetto di risanamento tenendo conto degli obiettivi e dell'urgenza del risanamento (art. 17 OSiti). Il progetto descrive in particolare i provvedimenti di risanamento e la loro efficacia, il controllo dei risultati e il tempo necessario, le ripercussioni dei provvedimenti previsti sull'ambiente e l'eventuale minaccia che sussiste per l'ambiente dopo il risanamento.

Successivamente, l'autorità valuta il progetto di risanamento secondo l'articolo 18 capoverso 1 OSiti, considerando tra l'altro l'efficacia a lungo termine dei provvedimenti e se sono soddisfatte le condizioni per derogare all'obiettivo del risanamento giusta l'articolo 15 capoversi 2 e 3 OSiti (lett. b ed e). In seguito, l'autori-

tà emana una decisione di risanamento. L'obiettivo del risanamento è la rimozione degli effetti nocivi o molesti (blocco alla fonte). Come ultima fase occorre notificare all'autorità i provvedimenti di risanamento attuati e fornire la prova che gli obiettivi del risanamento sono stati raggiunti (art. 18 cpv. 2 e art. 19 OSiti). Se questo è il caso, viene adeguata di conseguenza l'iscrizione nel catasto.

### 5.2 Studio delle varianti

All'inizio dell'elaborazione del progetto di risanamento occorre determinare tra i vari provvedimenti possibili la variante più adatta o ottimale, affinché il risanamento possa essere realizzato con buone prospettive di successo, secondo lo stato della tecnica, in modo economico e rispettoso dell'ambiente. Nel modulo «*Valutazione delle varianti di risanamento*» (UFAM, 2014) dell'aiuto all'esecuzione «Risanamento di siti contaminati» è spiegata la procedura per la scelta della variante di risanamento ottimale sulla base di un metodo strutturato in fasi e basato su criteri.

Per i siti CHC di dimensioni maggiori e più complessi può risultare opportuno richiedere un secondo parere ad altri esperti. Un esempio di collaborazione con esperti è la partecipazione strutturata di esperti, nell'ambito della quale alcuni periti esterni che fino a quel momento non avevano alcuna familiarità con il caso analizzano la situazione ed esprimono la loro opinione in merito alle indagini effettuate fino a quel momento nonché sui provvedimenti attuati o previsti.

### 5.3 Interruzione del risanamento

Rispetto ai risanamenti di siti contaminati da altri inquinanti, nei risanamenti di siti contaminati da CHC si ha una maggiore frequenza di non raggiungimento degli obiettivi di risanamento, nonostante l'attuazione di corposi provvedimenti. Se è prevedibile che nemmeno la prosecuzione dei provvedimenti di risanamento consentirà di raggiungere l'obiettivo di risanamento si può prendere in considerazione l'interruzione del risanamento.

### Definizione

In caso di interruzione del risanamento, nonostante sussista una necessità di risanamento secondo gli articoli 9 – 12 OSiti, si rinuncia alla disposizione di altri provvedimenti fino a che:

- non saranno disponibili nuove conoscenze riguardanti il sito (distribuzione degli inquinanti ecc.) o
- i risultati della sorveglianza non indicheranno che occorre effettuare una nuova stima della minaccia, o
- non ci sarà un cambiamento di stato (ad es. una modifica edile) che rappresenti un intervento nell'inquinamento o consenta un nuovo approccio all'inquinamento, o
- non sarà disponibile una nuova tecnica di risanamento, o
- a seguito di un mutamento delle condizioni del mercato non sarà disponibile a condizioni più vantaggiose una tecnica di risanamento che prima era considerata economicamente non sopportabile.

Fintantoché non sarà adempiuto nessuno dei suddetti criteri, per motivi di certezza del diritto non potrà essere revocata la rinuncia a provvedimenti di risanamento.

Durante l'interruzione del risanamento il sito continua a essere classificato come sito da risanare e, inoltre, sussiste la necessità di sorveglianza secondo l'articolo 13 capoverso 2 lettera b OSiti.

### Esigenze minime per un'interruzione del risanamento

Affinché si possa iniziare a discutere di un eventuale interruzione del risanamento, deve essere disponibile un quadro completo del sito. A tale scopo occorre rispettare le esigenze minime relative al grado di informazione secondo la tabella 3. Se queste conoscenze non sono disponibili in misura sufficientemente approfondita, un'eventuale interruzione del risanamento non è ammissibile.

Tabella 3

#### Esigenze minime per un'interruzione del risanamento

##### Esigenza minima «Grado di informazione»

Il tipo, l'ubicazione e la quantità degli inquinanti nel sottosuolo nonché i loro mutamenti nel corso del tempo sono noti con sufficiente precisione. Ciò vale anche per i punti di infiltrazione/luoghi di immissione

Le vie di diffusione degli inquinanti nel sottosuolo e nelle acque sotterranee che defluiscono sono note con sufficiente precisione.

Tutte le varianti di risanamento idonee sono identificate e sufficientemente valutate secondo il modulo «Valutazione di varianti di risanamento» dell'aiuto all'esecuzione «Risanamento di siti contaminati». Occorre tenere conto in particolare della fattibilità e dell'efficacia.

Per ogni singolo metodo di risanamento si deve partire dall'attuale stato della tecnica.

Le informazioni devono essere complete e sufficienti per una plausibilizzazione.

##### Esigenza minima «Bene da proteggere»

L'utilizzazione di captazioni di acque sotterranee o di aree di protezione interessate da emissioni di CHC provenienti dal sito è possibile senza limitazioni.

##### Esigenza minima «Sito»

La delimitazione del sito rimane stabile, si tratta di un sistema stazionario.

Il sito rimane in futuro accessibile per provvedimenti di risanamento (art. 3 OSiti).

### Criteri per un'interruzione del risanamento

I 19 criteri per un'interruzione del risanamento (cfr. all. B) servono ai periti/all'autorità per valutare se la disposizione di provvedimenti di risanamento supplementari è proporzionale o se si può prendere in considerazione un'interruzione del risanamento.

Indicazioni importanti per l'applicazione dell'elenco dei criteri

- Analogamente alla ponderazione degli interessi nelle legislazioni in materia di sviluppo territoriale e ambiente, all'atto della decisione in merito a un'interruzione del risanamento occorre mettere a confronto numerosi argomenti a favore e contro, soppesarli con attenzione e prendere una decisione sulla base della loro ponderazione.

- I 19 criteri servono in primo luogo a registrare in modo completo sotto forma di una lista di controllo gli argomenti che dovranno essere considerati per la decisione. Inoltre, l'allegato B contiene le istruzioni per stabilire in quali casi occorre valutare tendenzialmente a favore di un'interruzione del risanamento e in quali casi tendenzialmente contro.
- In linea di principio occorre valutare tutti i criteri elencati, a prescindere dalla loro rilevanza per la situazione in esame.
- In una prima fase i criteri devono essere considerati solo singolarmente, ossia in modo separato dalla considerazione di altri criteri, anche se affini.
- Le valutazioni dei criteri partono dalla situazione attuale dopo la conclusione dei provvedimenti adottati fino a quel momento, ossia dopo che sono stati attuati i provvedimenti di risanamento previsti nel progetto di risanamento iniziale.
- In una seconda fase occorre ponderare tra loro i criteri e la relativa valutazione e procedere a una valutazione complessiva. Questa decisione deve tenere conto delle particolarità dei singoli casi. L'elenco dei criteri non si esprime in merito a questa ponderazione, poiché il suo scopo non è mettere semplicemente a confronto il numero di criteri a favore e quello dei criteri contro. Spetta infatti all'utilizzatore ponderare i singoli criteri e motivare in modo plausibile e comprensibile la sua decisione a favore o contro l'interruzione del risanamento.

#### **Caso speciale cloruro di vinile**

Per i siti contaminati da CV devono essere prevalentemente adempiuti i 19 criteri per un'interruzione del risanamento. Al criterio 1 (concentrazione nella corrente immediatamente a valle – scostamento dall'obiettivo di risanamento in %) va attribuito un peso minore. Per il resto si applica la stessa procedura per un'interruzione del risanamento descritta sopra per gli altri CHC.

#### **5.4 Rinvio del risanamento per siti contaminati da cloruro di vinile.**

A causa del conflitto esistente tra il basso valore di concentrazione di 0,5 µg/l e l'elevata tossicità del CV nonché della loro gestione nella pratica, i siti contaminati da cloruro di vinile rappresentano una grande sfida. Come per lo stralcio dal CSI (cfr. cap. 2.5.1 e 2.5.2), per il risanamento di questi siti è stata elaborata una regolamentazione speciale. Poiché per i siti contaminati da CHC si deve spesso presumere già prima del risanamento che l'obiettivo di risanamento non potrà essere raggiunto, è disponibile un apposito approccio di soluzione per la gestione degli inquinamenti da CV prima del risanamento: il rinvio del risanamento.

Il rinvio del risanamento avviene sulla base della valutazione dell'urgenza mediante una proroga del termine per il risanamento. In caso di rinvio del risanamento, il sito contaminato da CV rimane iscritto nel CSI come sito da risanare.

Il momento per decidere un'eventuale rinvio del risanamento è dopo la valutazione delle varianti di risanamento (prima fase del progetto di risanamento), poiché solo allora può essere stimata la proporzionalità e sono soddisfatte le esigenze minime relative al grado di informazione.

Per un rinvio del risanamento di siti contaminati da CV devono essere soddisfatte le seguenti esigenze minime:

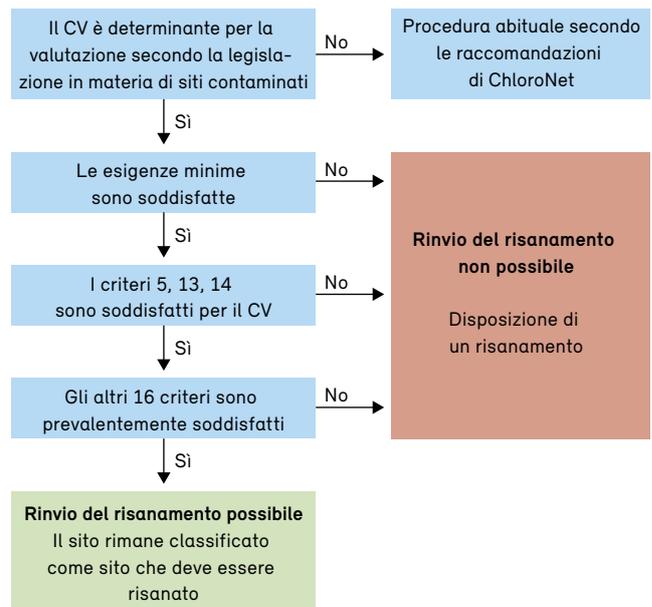
**Tabella 4**  
Esigenze minime per il rinvio del risanamento di un sito CV

Esigenza minima «Grado di informazione»
Il tipo, l'ubicazione e la quantità degli inquinanti nel sottosuolo nonché i loro mutamenti nel corso del tempo sono noti con sufficiente precisione. Ciò vale anche per i punti di infiltrazione/luoghi di immissione
Le vie di diffusione degli inquinanti nel sottosuolo e nelle acque sotterranee che defluiscono sono note con sufficiente precisione.
Le informazioni devono essere complete e sufficienti per una plausibilizzazione.
Esigenza minima «Bene da proteggere»
L'utilizzazione di captazioni di acque sotterranee o di aree di protezione interessate da emissioni di CHC provenienti dal sito è possibile illimitatamente senza o dopo l'applicazione di semplici metodi di trattamento <sup>20</sup> .
Esigenza minima «Sito»
La delimitazione del sito rimane stabile, si tratta di un sistema stazionario.
Il sito rimane in futuro accessibile per provvedimenti di risanamento (art. 3 OSiti).

Se queste esigenze minime sono soddisfatte, la valutazione può continuare secondo la figura 6. In linea di principio, la valutazione di un rinvio del risanamento avviene in modo analogo a quella di un'interruzione del risanamento per gli altri CHC, ma a causa della tossicità particolarmente elevata del cloruro di vinile devono essere tassativamente soddisfatti i criteri 5 (sussistenza delle condizioni per una degradazione naturale), 13 (nessun CV proveniente dal sito in concentrazioni che superano il limite di accertamento in una captazione di acqua sotterranea esistente) e 14 (non sono interessati altri beni da proteggere). La descrizione completa dei criteri è riportata nell'allegato A. Inoltre, devono essere prevalentemente soddisfatti i rimanenti 16 criteri. Se la risposta è sì a tutte le domande della figura 6, per il sito contaminato da CV si può ordinare un rinvio del risanamento.

<sup>20</sup> Un (semplice) trattamento può essere preso in considerazione per rispettare il valore massimo di 0,5 µg/l stabilito nell'OPPD. L'esigenza espressa in valore numerico dell'OPAC di 1 µg/l, valida per tutti i CHC, deve essere rispettata senza trattamento

**Figura 6**  
Schema del procedimento relativo alla valutazione delle esigenze per un rinvio del risanamento



## 5.5 Raggiungimento degli obiettivi di risanamento concernenti la captazione di acqua potabile

### Causa del risanamento in relazione alla captazione di acqua sotterranea

Secondo l'articolo 9 capoverso 2 lettera a OSiti, ai fini della protezione delle acque sotterranee, un sito inquinato deve essere risanato se nelle captazioni di acqua sotterranea d'interesse pubblico vengono accertate sostanze provenienti dal sito suscettibili di inquinare le acque, in concentrazioni che superano il limite di accertamento. Ciò significa che non appena in una captazione una sostanza può essere rilevata e quantificata e la sua provenienza attribuita a un sito, occorre risanare il sito secondo la legislazione in materia di siti contaminati.

Aiuti per dare concretezza alle singole definizioni sono disponibili nel modulo *Necessità di risanamento nonché obiettivi e urgenza di un risanamento*.

Per quanto riguarda la causa del risanamento in relazione alle concentrazioni che superano il limite di accertamento nelle captazioni di acqua sotterranea, l'OSiti è più rigo-

rosa rispetto all'OPAc, che richiede un valore inferiore a 1 µg/l per ogni singola sostanza (all. 2 n. 22 cpv. 2 n. 9 OPAC). Il disciplinamento più rigoroso non è motivato da considerazioni tossicologiche, bensì sociali. Per l'opinione pubblica è inaccettabile che una captazione di acqua sotterranea venga inquinata con sostanze nocive provenienti da una fonte chiaramente identificabile, ossia da un sito inquinato. Di conseguenza, in relazione alle captazioni di acqua sotterranea nell'OSiti vige il «principio della tolleranza zero»

### Sfide e approccio di soluzione

In Svizzera vengono rilevati CHC in quasi il 50 per cento delle captazioni in aree urbane. Al contempo, l'esperienza dimostra che anche se è stato raggiunto l'obiettivo di risanamento nella corrente immediatamente a valle di un sito, possono continuare a manifestarsi casi in cui a lungo termine è possibile rilevare in una captazione tracce di CHC in concentrazioni che superano il limite di accertamento. Di conseguenza, si pone la domanda se occorre partire dal presupposto che per molti siti continua a sussistere una necessità di risanamento nonostante l'attuazione di provvedimenti di risanamento.

La risposta a questa domanda è facilitata dal fatto che il grado di informazione a livello di risanamento presenta un'elevata qualità (ad es. sono noti le concentrazioni nella corrente immediatamente a valle, l'evoluzione nel tempo, il carico ecc.). Pertanto, a questo stadio è possibile considerare in modo differenziato gli inquinamenti nelle captazioni di acqua sotterranea, e ciò consente una stima della minaccia attendibile.

In questi casi occorre fondamentalmente verificare se gli inquinanti rilevati nella captazione continuano a provenire dal sito (definizione di sito secondo il cap. 2.3), da un inquinamento residuo fuori dal sito (cfr. cap. 2.4) o solo ancora dalla piuma inquinante (disciolta nell'acqua).

Se occorre partire dal presupposto che le sostanze rilevate nella captazione continuano a provenire dal sito e che anche in futuro continueranno a provenire dal sito, sono necessari accertamenti o provvedimenti supplementari. Eventualmente il potenziale di inquinamento era maggiore di quanto supposto. Per il sito continua a sus-

sistere una necessità di risanamento ed eventualmente occorre continuare il risanamento.

Se, invece, si tratta di garantire che gli inquinamenti sono stati rimossi in misura tale che le sostanze rilevate nella captazione provengono da inquinamenti residui fuori dal sito o dalla piuma, come ultima fase del risanamento il sito deve essere sorvegliato nell'ambito del controllo dei risultati.

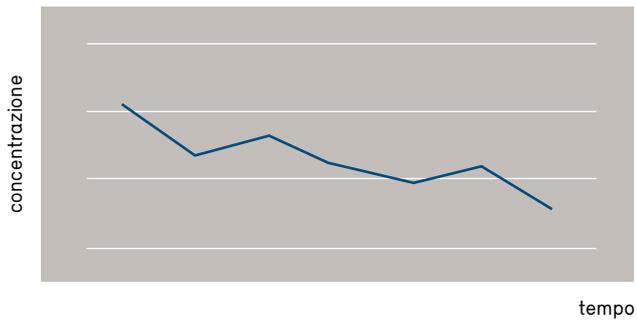
Se questi dati della sorveglianza sono disponibili e se sono soddisfatti i seguenti presupposti, caso per caso l'autorità competente può derogare alla classificazione «necessità di risanamento» in relazione alla captazione di acqua sotterranea:

- nell'ambito della sorveglianza viene accertata una concentrazione in diminuzione (cfr. fig. 7);
- è prevedibile che nei prossimi anni la concentrazione scenda sotto il limite di accertamento (obiettivo di risanamento);
- chi è tenuto al risanamento può dimostrare che nel sito non permane più alcun inquinamento sostanziale, rispettivamente che la/le fonti d'inquinamento è stata/sono state eliminata/e;
- nella valutazione sono state considerate la protrazione della piuma, l'andamento della diminuzione della concentrazione, il potenziale di inquinamento residuo, l'esposizione degli utilizzatori e altre informazioni ed è stata effettuata una plausibilizzazione dei dati;
- sulla base di dati che soddisfano le esigenze, (con concentrazioni nella captazione > 1 µg/l<sup>21</sup> per ogni singola sostanza), il servizio cantonale di protezione delle acque è giunto alla conclusione che anche con una continuazione del risanamento non sarà possibile ridurre in misura rilevante l'inquinamento dell'acqua sotterranea utilizzata.

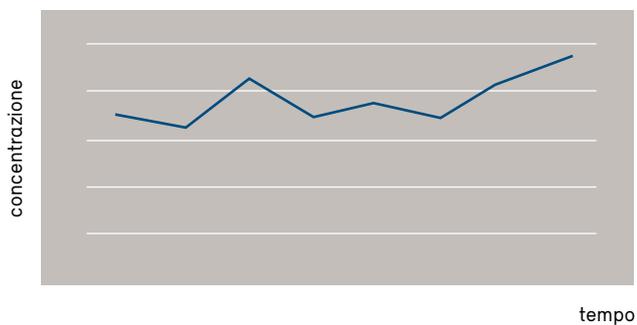
21 Obiettivo di risanamento adeguato, cfr. cap. 4.5. del presente modulo dell'aiuto all'esecuzione e il rapporto di esperti «Umgang mit CKW-Restbelastungen», cap. 2.

**Figura 7**

La sorveglianza, come ultima fase del risanamento, indica una concentrazione in diminuzione nella captazione nel corso del tempo

**Figura 8**

La sorveglianza, come ultima fase del risanamento, indica una concentrazione stagnante o in aumento nella captazione nel corso del tempo



Se nell'ambito della sorveglianza si constata, invece, che la concentrazione nella captazione ristagna o addirittura aumenta (cfr. fig. 8), si deve presumere che nel sito siano ancora presenti contaminazioni che causano questo inquinamento nella captazione o che la questione deve essere ulteriormente chiarita. In questo caso il sito rimane classificato come sito che deve essere risanato.

Per lo sfruttamento edilizio di questi siti occorre verificare l'articolo 3 OSiti.

# Allegato A Informazioni supplementari sul cloruro di vinile

## Aiuto per la gestione di inquinamenti da cloruro di vinile

### Motivo

Nella pratica, il cloruro di vinile (CV) assume sovente una posizione speciale tra gli idrocarburi clorurati (CHC) a causa delle sue particolari proprietà. In condizioni anaerobiche, il CV può svilupparsi come prodotto di degradazione da altri CHC e in condizioni favorevoli viene ulteriormente degradato. Al contempo, il suo valore di concentrazione di 0,5 µg/l stabilito nell'allegato 1 OSiti è estremamente basso a causa della sua tossicità.

Negli ultimi anni la valutazione di inquinamenti da CV ha fatto emergere molte domande e in passato ha portato spesso all'insoddisfacente situazione in cui un successo del risanamento concernente il CV nel settore di protezione delle acque  $A_U$  è stato stimato come improbabile o, nonostante i provvedimenti di risanamento, non è stata raggiunta la metà del valore di concentrazione di CV nell'acqua sotterranea nella corrente immediatamente a valle del sito.

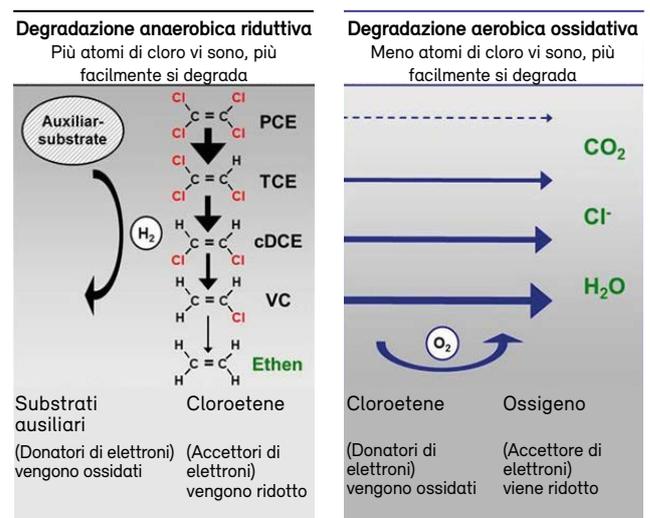
Nelle varie schede ChloroNet concernenti la gestione dei siti inquinati da CHC il CV è stato intenzionalmente escluso a causa delle sue particolari proprietà. Il presente modulo (cap. 2.5.1, 2.5.2, 5.3 e 5.4) e in particolare questo allegato A offrono un aiuto per la gestione degli inquinamenti da cloruro di vinile.

### Proprietà del cloruro di vinile

L'impiego di CV come prodotto primario in attività operative del passato è estremamente raro e, pertanto, non viene trattato qui di seguito. Tuttavia, il CV è un prodotto di degradazione dell'etilene alla fine della catena di degradazione anaerobica del PCE (cfr. fig. 9) e, pertanto, può giocare un ruolo a prescindere dall'inquinamento di partenza.

Figura 9

Vie di degradazione dei CHC (fonte: TZW Karlsruhe): per i CHC possono intervenire due processi di degradazione biologica diversi, che richiedono condizioni ambientali diverse. Nella degradazione anaerobica riduttiva il CV si forma come prodotto intermedio



Il CV si distingue in particolare per le seguenti proprietà:

- è una sostanza estremamente volatile (praticamente non misurabile nei materiali solidi);
- è presente primariamente in forma disciolta;
- il basso valore di concentrazione (0,5 µg/l) è giustificato dalla sua tossicità;
- in condizioni favorevoli è soggetta a degradazione aerobica e anaerobica nell'acqua sotterranea.

#### 1. Declorazione anaerobica riduttiva dei CHC

In condizioni sufficientemente anaerobiche, la declorazione anaerobica riduttiva può avvenire in modo completo fino a formare etene, ossia il CV viene ridotto a etene mediante la scissione di un atomo di cloro. Questo processo può avvenire soltanto in presenza di batteri della specie *Dehalococcoides*. In generale, la declorazione anaerobica riduttiva è tanto più facile quanti più atomi di cloro contiene il cloroetene. I batteri responsabili della declorazione anaerobica riduttiva possono essere rilevati mediante PCR (Polymerase Chain Reaction) e prove di degradazione.

#### 2. Degradazione aerobica ossidativa dei CHC

In presenza di ossigeno, i CHC e anche il CV vengono ossidati e mineralizzati, ossia trasformati in biossido di carbonio, cloruro e acqua. In generale, la degradazione aerobica ossidativa è tanto più facile quanti meno atomi di cloro contiene il cloroetene. I batteri responsabili della degradazione aerobica ossidativa possono essere rilevati mediante MPN (Most Probable Number) e prove di degradazione.

L'impiego di alcuni metodi di risanamento può portare a una significativa formazione di CV (ad es. metodi di risanamento biologico, cfr. riquadro in basso). Se si applicano questi metodi, occorre fare attenzione a che la loro applicazione non generi una minaccia ancora maggiore per l'ambiente.

#### Metodi di risanamento biologico

- L'efficacia dei metodi biologici si basa sulla degradabilità degli inquinanti soprattutto ad opera di organismi microbiologici.
- In molti casi, durante il processo i CHC come il PCE, il TCE e il cDCE non vengono degradati completamente, bensì, in ambiente anaerobico riduttivo, solo fino a livello di CV. Inoltre esistono anche metodi di degradazione aerobica.
- In presenza di inquinamenti da CHC, occorre valutare bene in anticipo l'impiego di metodi biologici e chimici anaerobici che modificano l'ambiente delle acque sotterranee, per prevenire l'insorgenza di un'eventuale problematica legata al CV.

#### Criteria che devono essere tassativamente soddisfatti per un rinvio del risanamento (cfr. all. B)

##### Criteria numero 5, 13 e 14

In linea di principio, la valutazione di un rinvio del risanamento avviene in modo analogo a quella di un'interruzione del risanamento per gli altri CHC, ma a causa della tossicità particolarmente elevata del CV devono essere *tassativamente* soddisfatti i criteri numero 5, 13 e 14.

Tabella 5

## Criteri che occorre soddisfare per il rinvio del risanamento di siti CV

<b>Criterio 5</b> Degradazione naturale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devono sussistere le condizioni per una degradazione naturale. Per la degradazione aerobica<sup>22</sup> occorre fornire le seguenti prove<sup>23</sup> eseguite nella corrente a valle entro circa 100 metri dal limite del sito:</li> <li>• la presenza di un ambiente nelle acque sotterranee ricco di ossigeno<sup>24</sup>;</li> <li>• la presenza di CV nell'acqua sotterranea in concentrazione inferiore al limite di accertamento;</li> <li>• la degradazione completa avviene al di fuori della zona di protezione o dell'area di protezione.</li> </ul>
<b>Criterio 13</b> Influsso del sito su captazioni esistenti	Nella captazione non è rilevabile CV in concentrazioni che superano il limite di accertamento.
<b>Criterio 14</b> Sono interessati in misura rilevante altri beni da proteggere?	Stima della minaccia per l'aria (aria ambiente): <ul style="list-style-type: none"> <li>• le emissioni di CV provenienti dal sito possono raggiungere luoghi in cui le persone si intrattengono regolarmente per periodi prolungati (ad es. edifici) e costituire una minaccia in questi luoghi?</li> </ul> Stima della minaccia per le acque superficiali: <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'acqua sotterranea inquinata confluisce direttamente o tramite condutture (ad es. drenaggi) in un'acqua superficiale e l'immissione di CV costituisce una minaccia per questa acqua superficiale?</li> </ul>

22 Per una degradazione anaerobica in un ambiente povero di ossigeno sono necessari requisiti più elevati (ad es. prova di una degradazione a etene o prova della presenza di Dehalococoides, cfr. all.)

23 Valutare caso per caso, motivare per distanza maggiore.

24 ossia saturazione di O<sub>2</sub> all'incirca > 60 %

## Allegato B Interruzione del risanamento

I 19 criteri per la valutazione dell'adeguatezza di un'interruzione del risanamento sono suddivisi nei seguenti gruppi:

- a) aspetto «inquinante nel sito»
- b) aspetto «situazione del bene da proteggere»/oggetto da proteggere
- c) aspetto «risanamento/tecnica»

### a) Aspetto «inquinante nel sito»

		<b>PRO</b> interruzione del risanamento	<b>CONTRO</b> l'interruzione del risanamento
1	Concentrazione nella corrente immediatamente a valle – scostamento dall'obiettivo di risanamento in %	Lo scostamento è esiguo.	Lo scostamento è grande.
2	Evoluzione nel tempo della concentrazione nella corrente immediatamente a valle	Sono rilevabili valori costanti o in diminuzione.	Nessuna chiara tendenza o aumento.
3	Potenziale di inquinamento (quantità di CHC) nel sito	Il potenziale inquinante nel sito è esiguo.	Il potenziale inquinante nel sito è grande.
4	Riduzione del potenziale di inquinamento già ottenuta (completezza del blocco alla fonte)	Il focolaio d'inquinamento primario è stato rimosso completamente o in misura preponderante.	È stata rimossa solo una quantità marginale del focolaio d'inquinamento.
5	Degradazione naturale	Avviene una degradazione naturale in sostanze meno problematiche.	Non avviene alcuna degradazione o avviene una degradazione in sostanze problematiche.
6	Emissioni di carico inquinante	Il carico è basso.	Il carico è da medio ad alto.
7	Rilasciabilità	Bassa	Alta

### b) Aspetto «situazione del bene da proteggere»/oggetto da proteggere

		<b>PRO</b> interruzione del risanamento	<b>CONTRO</b> l'interruzione del risanamento
8	Utilizzabilità delle acque sotterranee: in termini qualitativi e quantitativi, dal punto di vista idrogeologico, chimico e batteriologico	Dal punto di vista quantitativo e qualitativo, allo stato naturale l'acqua sotterranea non è utilizzabile nemmeno dopo l'applicazione di semplici metodi di trattamento.	Per quanto concerne la quantità e la qualità allo stato naturale, l'acqua sotterranea è utilizzabile eventualmente dopo l'applicazione di semplici metodi di trattamento.
9	Utilizzabilità delle acque sotterranee dal punto di vista delle misure pianificatorie di protezione delle acque	A causa di conflitti d'utilizzazione esistenti, anche nella corrente più a valle del sito l'acqua non può essere protetta con misure pianificatorie tali da renderla utilizzabile come acqua potabile.	Non sussistono conflitti di utilizzazione rilevanti.

		<b>PRO</b> interruzione del risanamento	<b>CONTRO</b> l'interruzione del risanamento
10	Utilizzabilità delle acque sotterranee da punto di vista degli inquinamenti di fondo	A causa di inquinamenti di fondo, le acque sotterranee non sono utilizzabili o lo sono solo limitatamente.	Non sussistono inquinamenti di fondo rilevanti.
11	Utilizzazioni esistenti o pianificate delle acque sotterranee	Non sussiste alcuna utilizzazione attuale o pianificata nella corrente a valle a una distanza alla quale ci si deve attendere un rilevante trasporto di inquinanti.	Sussiste un'utilizzazione attuale o pianificata nella corrente a valle a una distanza alla quale ci si deve attendere un rilevante trasporto di inquinanti.
12	Importanza delle utilizzazioni esistenti	Importanza marginale per l'approvvigionamento di acqua potabile.	Importanza media o grande per l'approvvigionamento di acqua potabile.
13	Influsso del sito su captazioni esistenti	Le esigenze relative alle acque sotterranee per l'utilizzazione come acqua potabile sono soddisfatte (cfr. OPAC).	Le esigenze relative alle acque sotterranee per l'utilizzazione come acqua potabile non sono soddisfatte (cfr. OPAC).
		Le concentrazioni di CHC nella captazione diminuiscono.	Le concentrazioni di CHC nella captazione rimangono invariate o aumentano.
		Le misurazioni o la modellizzazione indicano che a medio e lungo termine ci si deve attendere una rilevante diminuzione delle concentrazioni di CHC nella captazione.	Le misurazioni o la modellizzazione indicano che a medio e lungo termine non ci si deve attendere una rilevante diminuzione delle concentrazioni di CHC nella captazione.
14	Altri beni da proteggere (acque superficiali, suolo, aria) sono interessati in misura rilevante	No	Sì

### c) Aspetto «risanamento/tecnica»

		<b>PRO</b> interruzione del risanamento	<b>CONTRO</b> l'interruzione del risanamento
15	Probabilità di successo	Nessuna variante di risanamento offre una probabilità di successo sufficiente di raggiungere l'obiettivo di risanamento perseguito.	Almeno una delle varianti di risanamento offre una probabilità di successo sufficiente di raggiungere l'obiettivo di risanamento perseguito.
16	Attività edilizie	A breve termine sono prevedibili attività edilizie che saranno abbinate a provvedimenti di risanamento, renderanno necessari tali provvedimenti o faciliteranno l'accesso all'inquinamento.	A medio e lungo termine non sono prevedibili attività edilizie. L'applicazione dell'articolo 3 OSiti rende impossibile costruire.
17	Costi/benefici	CHC ancora da rimuovere: spesa in CHF/kg CKW → elevata	CHC ancora da rimuovere: spesa in CHF/kg CKW → bassa
18	Ecocompatibilità e utilità ecologica	L'attuazione di provvedimenti di risanamento porta a un'efficienza ecologica nettamente peggiore rispetto alla rinuncia a provvedimenti.	L'attuazione di provvedimenti di risanamento porta a un'efficienza ecologica nettamente migliore rispetto alla rinuncia a provvedimenti.
19	Provvedimenti di circoscrizione necessari	Una circoscrizione (come provvedimento necessario in caso di interruzione) è facilmente possibile dal punto di vista tecnico.	Una circoscrizione (come provvedimento necessario in caso di interruzione) non è facilmente possibile dal punto di vista tecnico.

## Spiegazioni concernenti i criteri

### Criterio 1

#### **Concentrazione nella corrente immediatamente a valle – scostamento dall’obiettivo di risanamento in %**

La valutazione dello scostamento è riferita all’obiettivo di risanamento definito per il sito in questione. Di norma questo obiettivo corrisponde ai valori di concentrazione vigenti secondo l’OSiti.

Esempio: secondo l’allegato 1 OSiti, l’obiettivo di risanamento definito per il PCE nella corrente immediatamente a valle è pari a 20 µg/l (settore di protezione delle acque A<sub>U</sub>). Prima dei provvedimenti di risanamento era stato misurato un valore di 220 µg/l. Dopo l’attuazione dei primi provvedimenti di risanamento viene al momento misurato un valore di 100 µg/l. Di conseguenza, è già stato ottenuto un dimezzamento dell’inquinamento nella corrente a valle, ma ancora si supera del 400 per cento l’obiettivo di risanamento perseguito. Questo scostamento dovrebbe essere ancora valutato come elevato.

Caso speciale CV: nel caso del CV, il valore di concentrazione di 0,5 µg/l di cui all’allegato 1 OSiti è già talmente basso, che anche in presenza di basse concentrazioni di CV si ha uno scostamento elevato o molto elevato dall’obiettivo di risanamento. Pertanto, questo criterio non è idoneo per il CV, ma è più significativa la concentrazione assoluta rilevata.

### Criterio 2

#### **Evoluzione nel tempo della concentrazione nella corrente immediatamente a valle**

Questo criterio si basa su conoscenze relative a una diminuzione dei valori di concentrazione nella corrente immediatamente a valle (stesso luogo in cui si applica anche il criterio 1). L’entità del valore di concentrazione è trattata al criterio 1 e non va considerata qui. Questo criterio può essere valutato come pro interruzione del risanamento solo se è chiaramente dimostrata una diminuzione dei valori di concentrazione o anche valori chiaramente costanti per un determinato periodo di tempo. Non si deve tenere conto di previsioni basate su aspettative o stime, bensì solo dello stato attuale delle conoscenze (cfr. criterio 13). Anche in presenza di valori di concentrazione

variabili (sbalzi) è possibile riconoscere una chiara tendenza al ribasso solo in rari casi.

### Criterio 3

#### **Potenziale di inquinamento (quantità di CHC) nel sito**

Le conoscenze relative al potenziale di inquinamento fanno parte delle esigenze minime (cfr. cap. 5) e, pertanto, sono il presupposto per discutere di un’eventuale interruzione del risanamento. Se è stata effettuata una seria delimitazione del sito, queste conoscenze relative al potenziale di inquinamento all’interno del sito dovrebbero essere fondamentalmente disponibili in maniera sufficiente. Tuttavia, il potenziale inquinante è una dimensione che sovente è molto difficile da stimare. Pertanto, è necessaria una discussione della varianza, rispettivamente una considerazione dell’errore.

### Criterio 4

#### **Riduzione del potenziale di inquinamento già ottenuta (completezza del blocco alla fonte)**

La riduzione del potenziale di inquinamento è una misura per le prestazioni ambientali già ottenute. La rimozione del focolaio d’inquinamento corrisponde al blocco alla fonte. Un preponderante blocco alla fonte può portare alla rinuncia a provvedimenti di risanamento supplementari, mentre se dal sito è stata rimossa solo una percentuale ridotta della quantità totale di inquinante, ciò è un elemento tendenzialmente a favore di provvedimenti di risanamento supplementari.

### Criterio 5

#### **Degradazione naturale**

In linea generale, tutti i CHC possono essere degradati. La degradazione dipende dalla situazione idrogeologica e idrochimica. Per valutare questo criterio occorre considerare il sito e la sua corrente immediatamente a valle.

La degradazione naturale dei CHC avviene di norma in più fasi intermedie fino a formare il cloruro di vinile, per poi continuare fino all’etene e ai prodotti finali derivati. Il cloruro di vinile è considerato una sostanza problematica. Pertanto, nel caso dei CHC si ha una «degradazione naturale in sostanze meno problematiche» se a seguito della situazione geologica/idrogeologica e idrochimica il cloruro di vinile viene ulteriormente degradato in misura

tanto rilevante da non creare un accumulo di cloruro di vinile.

### **Criterio 6**

#### **Emissioni di carico inquinante**

Nei siti con un carico esiguo o trascurabile, la possibilità di un'interruzione del risanamento è tendenzialmente maggiore rispetto ai siti con un carico medio-grande.

Nella discussione il carico è stato considerato un elemento importante per la valutazione dell'urgenza di un risanamento. A tale scopo è stato sviluppato un metodo (cfr. cap. 4.2) nel quale il carico è stato suddiviso negli intervalli di valore «esiguo/medio/grande». Questi intervalli di valore indicati nel rapporto di esperti concernente il carico inquinante (*Expertenbericht Arbeitsgruppe Fracht*, non disponibile in italiano) possono essere utilizzati anche qui.

Quanto maggiori sono i mezzi impiegati per determinare il carico, tanto minori sono le incertezze relative al carico, e viceversa. Di conseguenza, il valore determinato deve essere sempre sottoposto a una considerazione dell'errore (cfr. «*Expertenbericht Arbeitsgruppe Fracht*»).

### **Criterio 7**

#### **Rilasciabilità**

Se nel sito permane un potenziale di inquinamento rilevante (cfr. osservazione relativa ai criteri 3 e 4), la minaccia per l'ambiente dipende dalla rilasciabilità e dalla mobilità degli inquinanti. Poiché per i CHC volatili la mobilità può essere fondamentalmente considerata elevata, questo criterio si concentra unicamente sulla rilasciabilità.

Per gli inquinanti nella zona insatura il rilascio avviene nelle acque sotterranee prevalentemente tramite l'acqua di infiltrazione che, in presenza di una superficie completamente sigillata, riesce a penetrare solo in quantità ridotte. In questi casi occorre tener presente che un successivo ripristino della permeabilità può modificare completamente la valutazione della minaccia. Inoltre si deve considerare che i CHC possono penetrare profondamente nel suolo, ossia migrare nelle acque sotterranee, ma questo processo avviene con maggiore lentezza. Inoltre, la minaccia per le acque sotterranee dipende dalla

loro sensibilità (vulnerabilità), che comprende la distanza dalla falda, la permeabilità e altri fattori.

### **Criterio 8**

#### **Utilizzabilità delle acque sotterranee allo stato**

#### **naturale: in termini qualitativi e quantitativi, dal punto di vista idrogeologico e batteriologico**

La formulazione «stato naturale» è riferita allo stato senza inquinamento antropogenico.

L'utilizzabilità di un'acqua sotterranea, ossia il presupposto per l'attribuzione di una falda freatica ai settori particolarmente minacciati Au, dipende da aspetti idrogeologici come quello della quantità di acqua da prendere in considerazione per un'utilizzazione («La qualità delle acque sotterranee utilizzate come acqua potabile o previste a tale scopo deve essere tale che, dopo l'impiego di metodi semplici per la preparazione dell'acqua potabile, siano soddisfatte le esigenze della legislazione sulle derivate alimentari», all. 2 n. 22 OPAC) Il settore di protezione delle acque A<sub>0</sub> comprende le falde sotterranee utilizzabili e le zone limitrofe necessarie alla loro protezione.

Settore üB: l'ubicazione del sito in un settore di protezione üB non particolarmente minacciato è un chiaro argomento a favore nella discussione concernente un'interruzione del risanamento. Nei settori di protezione üB occorre esaminare se adeguare l'obiettivo del risanamento secondo l'articolo 15 capoverso 2 OSiti. A causa delle esigenze meno restrittive, è possibile un aumento della concentrazione perseguita adottando i provvedimenti di risanamento senza limitazioni relative all'utilizzabilità delle acque sotterranee (rimane in vigore la limitazione che durante l'esfiltrazione le acque sotterranee non devono inquinare le acque superficiali in modo tale che queste ultime non soddisfino più le esigenze in merito alla qualità dell'acqua). Nella maggior parte dei casi, l'adeguamento (aumento del valore di concentrazione) consente poi di raggiungere l'obiettivo di risanamento. Successivamente, il risanamento viene effettivamente «interrotto», ma l'obiettivo di risanamento è considerato raggiunto e il risanamento è concluso (non sussiste più alcuna necessità di risanare). Pertanto, la questione relativa all'interruzione del risanamento nel settore üB è alquanto rara.

Per l'utilizzabilità delle acque sotterranee vedasi anche il capitolo 4.5.

#### **Criterio 9**

##### **Utilizzabilità delle acque sotterranee dal punto di vista delle misure pianificatorie di protezione delle acque**

In molte zone la presenza di impianti esistenti impedisce l'adozione di misure pianificatorie di protezione delle acque volte a garantire un'effettiva utilizzazione dell'acqua potabile (determinazione di zone di protezione). In queste zone la possibilità di un'interruzione del risanamento è maggiore rispetto alle zone in cui non sussistono conflitti di utilizzazione rilevanti ai fini delle zone di protezione.

#### **Criterio 10**

##### **Utilizzabilità delle acque sotterranee dal punto di vista degli inquinamenti di base**

Per questo criterio occorre considerare lo stesso sistema considerato per i criteri 8 e 9: non solo la corrente immediatamente a valle, bensì l'intero sistema di acque sotterranee interessato.

Se non sussistono inquinamenti di fondo rilevanti o se l'inquinamento nelle acque sotterranee proviene soprattutto dalla fonte d'inquinamento da CHC in questione, è opportuno risanare la fonte, poiché in tal modo viene mantenuta una maggiore utilità per l'ambiente.

Tuttavia, in varie zone della densamente popolata Svizzera sussistono inquinamenti di fondo antropogenici che, indipendentemente dall'inquinamento che defluisce dal sito, allo stato attuale rendono difficile o addirittura impossibile utilizzare come potabili le acque sotterranee. Se l'inquinamento di fondo è già molto elevato (a prescindere dal fatto che sia da CHC o da altri inquinanti) e a medio-lungo termine non è da attendersi una rilevante diminuzione dell'inquinamento di fondo, si può discutere di un'interruzione del risanamento, soprattutto se la fonte d'inquinamento in esame contribuisce solo in misura irrilevante.

#### **Criterio 11**

##### **Utilizzazioni esistenti o pianificate delle acque sotterranee**

Con il termine «utilizzazione» si intendono in questo contesto le captazioni di acqua sotterranea d'interesse pubblico. Per la pianificazione di un'utilizzazione occorrono progetti concreti o un'area di protezione delle acque delimitata. L'argomento che il settore di protezione delle acque  $A_U$  può fondamentalmente essere sempre fatto valere per un'utilizzazione, per contro non deve essere utilizzato come argomento contro l'interruzione del risanamento.

#### **Criterio 12**

##### **Importanza delle utilizzazioni esistenti**

Con questo criterio si tiene conto dell'importanza delle utilizzazioni esistenti (captazioni) nella corrente a valle del sito per l'approvvigionamento di acqua potabile a livello locale e regionale. La questione non si limita al numero di abitanti riforniti, bensì comprende anche altre questioni come, ad esempio, se e con quale onere l'acqua potabile estratta da una captazione interessata può essere sostituita da altre fonti di approvvigionamento o quanto è importante la captazione per garantire l'approvvigionamento di acqua potabile a livello locale o regionale (più fonti di approvvigionamento indipendenti per la garanzia dell'approvvigionamento con acqua potabile nel caso in cui venisse a mancare una delle fonti).

#### **Criterio 13**

##### **Influsso del sito su captazioni esistenti**

Questo criterio è focalizzato sulle captazioni di interesse pubblico secondo l'OPAc. Le falde freatiche in cui sono ubicate le captazioni sono, invece, oggetto dei criteri 8–11.

Inoltre, per questo criterio occorre possibilmente considerare tutti i tre sottocriteri.

In linea di principio, la legge sulla protezione delle acque vieta qualsiasi inquinamento delle acque (art. 3 e 6 LPAc). Dal punto di vista del bene da proteggere «acqua potabile» (OPAc), secondo l'allegato 2 numero 22 OPAc, le esigenze relative alle acque sotterranee che sono utilizzate come acqua potabile o previste a tale scopo sono soddisfatte se la concentrazione di CHC in una capta-

zione di acqua potabile è inferiore a 1 µg/l (per ogni singola sostanza). In questo caso, dal punto di vista della legislazione in materia di protezione delle acque non sono necessarie misure supplementari (eccezione: cloruro di vinile, per il quale vige l'esigenza stabilita dall'OPPD di un valore massimo pari a 0,5 µg/l).

Al contempo, secondo l'articolo 9 capoverso 2 lettera a OSiti, un sito ubicato nel settore di protezione delle acque A<sub>U</sub> deve essere risanato se in una captazione di acque sotterranee sono presenti sostanze provenienti dal sito. L'obiettivo del risanamento è l'eliminazione della causa del risanamento. Di conseguenza, se dopo l'attuazione di provvedimenti di risanamento continuano a confluire nella captazione sostanze provenienti dal sito, questo rimane classificato come sito che deve essere risanato. Tuttavia, se dopo l'attuazione di provvedimenti di risanamento le sostanze rilevate nella captazione non provengono più dal sito, bensì solo dalla piuma, si può rinunciare a provvedimenti supplementari. Successivamente, come ultima fase del risanamento il sito deve essere sorvegliato nell'ambito del controllo dei risultati.

Se durante questa sorveglianza viene constatato che la concentrazione nella captazione tende ad aumentare, ciò indica che nel sito sono effettivamente ancora presenti fino a quel momento inquinamenti sconosciuti, ossia che occorre continuare il risanamento. Se, invece, dopo più anni la concentrazione tende a diminuire, si può presumere che la fonte presente nel sito è stata eliminata. In questo caso il sito è considerato risanato e viene registrato nel CSI come sito inquinato che non deve essere sorvegliato né risanato.

Un ulteriore argomento a favore di un'interruzione del risanamento può esser dato da misurazioni o modellazioni idrogeologiche che a medio o lungo termine prevedono in modo plausibile una diminuzione dell'inquinamento nella captazione.

#### **Criterio 14**

##### **Altri beni da proteggere (acque superficiali, suolo, aria) sono interessati in misura rilevante**

Se sono interessati in misura rilevante altri beni da proteggere, per valutare un'interruzione del risanamento

occorre considerare i relativi criteri concernenti il bene da proteggere in questione.

#### **Criterio 15**

##### **Probabilità di successo**

Questo criterio affronta la domanda: «Dopo l'attuazione dei primi provvedimenti, si può ottenere un risultato di risanamento migliore con un altro metodo di risanamento?»

Il presupposto per l'applicazione di questo criterio è un approfondito studio delle varianti dei metodi di risanamento (generalmente già presupposto per l'attuazione dei primi provvedimenti di risanamento). A causa di situazioni mutate, in alcuni casi può essere necessario aggiornare lo studio delle varianti già esistenti.

#### **Criterio 16**

##### **Attività edilizie**

Questo criterio può portare solo a una valutazione a favore dell'interruzione del risanamento, se è disponibile un progetto di costruzione concreto. Il grado di informazione sul progetto di costruzione deve essere già così dettagliato da consentire una valutazione in merito a eventuali semplificazioni di provvedimenti di risanamento successivi. Progetti di costruzione a medio-lungo termine o ipotesi su eventuali progetti di costruzione non possono, invece, portare a una valutazione a favore di un'interruzione del risanamento.

Ad esempio, per un progetto atteso a breve-medio termine e abbinato con provvedimenti di risanamento supplementari (ad es. scavi) che portano a un miglioramento sostanziale della situazione, si può discutere di un'interruzione del risanamento fino al momento atteso del progetto di costruzione. Un'altra possibilità è che con un progetto di costruzione si abbia una maggiore accessibilità per provvedimenti di risanamento. Anche in questo caso può essere opportuno interrompere il risanamento fino all'attuazione di questo progetto di costruzione.

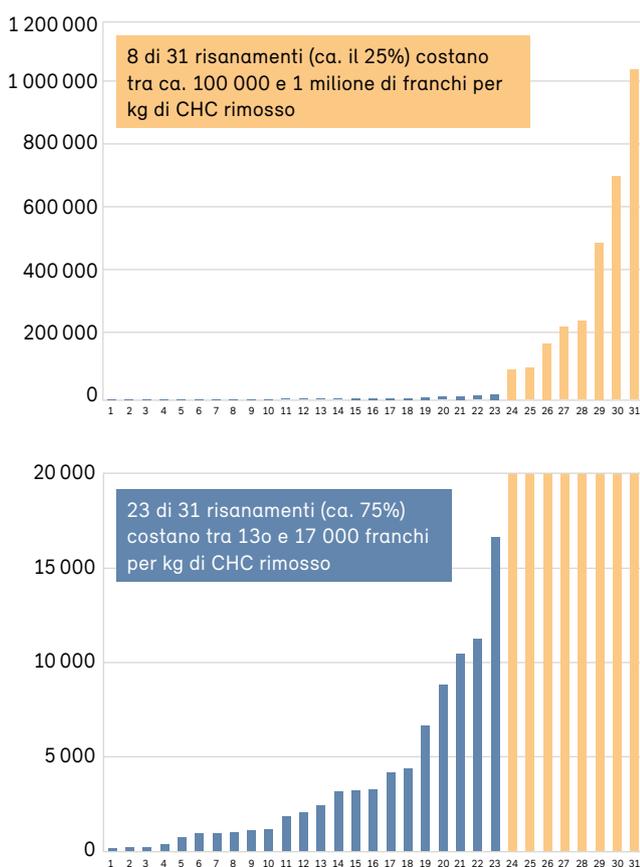
In linea di principio, per tutte le decisioni riguardanti i progetti di costruzione occorre sempre considerare il rispetto dell'articolo 3 OSiti.

**Criterio 17****Costi – benefici**

Una valutazione (non rappresentativa) dei costi di risanamento di 31 risanamenti di siti contaminati da CHC già conclusi e in parte ancora in corso in Svizzera evidenzia il ventaglio dei costi per chilogrammo di CHC rimosso (cfr. diagramma sottostante, nella parte superiore con l'asse y fino a CHF 1,2 milioni/kg di CHC rimosso e nella parte inferiore, per una migliore leggibilità, con una scala adeguata fino a CHF 20 000/kg. Sull'asse x i casi sono ordinati secondo costi crescenti).

**Figura 10**

**Ventaglio dei costi per chilogrammo di CHC rimosso nel quadro di 31 risanamenti di siti contaminati da CHC in Svizzera**



I dati forniti sopra possono servire come riferimento per la valutazione dei singoli casi, ma non è possibile derivarne «valori limite» per la proporzionalità. Tuttavia, i dati forniscono un'indicazione delle fasce di costi in cui occorrerebbe esaminare più attentamente la proporzionalità.

Di fondamentale importanza è che il criterio si riferisce esclusivamente ai costi per i provvedimenti **futuri**. Quale «nuovo» metodo di risanamento occorre valutare in relazione ai costi dipende dalla valutazione delle varianti di risanamento (cfr. criterio 15). Di norma può trattarsi solo di una stima approssimativa. Tuttavia, ciò è accettabile, poiché la summenzionata valutazione deve evidenziare anche solo le fasce dei possibili costi.

**Criterio 18****Ecocompatibilità e utilità ecologica**

La determinazione e la valutazione dell'ecocompatibilità e dell'utilità ecologica di provvedimenti di risanamento supplementari comporta generalmente oneri molto elevati. Se ciò non è possibile in forma sufficiente, occorre rinunciare alla valutazione di questo criterio.

**Criterio 19****Provvedimenti di circoscrizione necessari**

Occorre distinguere se, durante un'interruzione, un provvedimento di circoscrizione è necessario e, quindi, deve essere attuato, o se come provvedimento di risanamento viene effettuata una circoscrizione (come risultato dello studio delle varianti).

La valutazione del criterio è riferita alla circoscrizione come provvedimento necessario in casi di interruzione. Se questa circoscrizione necessaria è tecnicamente difficile o può essere effettuata solo con un onere elevato, costituisce un elemento tendenzialmente contro un'interruzione del risanamento.

---

# Elenchi

## Abbreviazioni

### AI

Aria interstiziale

### AS

Acque sotterranee

### A<sub>U</sub>

Il settore di protezione delle acque A<sub>U</sub> comprende le falde sotterranee utilizzabili e le zone limitrofe necessarie alla loro protezione

### BI

Bacino imbrifero

### C

Carbonio

### CAS

Captazione di acqua sotterranea

### cDCE

cis-1,2-dicloroetene o cis-1,2-dicloroetilene

### CHC

Idrocarburi clorurati

### Cl

Cloro

### CSI

Catasto dei siti inquinati

### CV

Cloruro di vinile

### LdA

Limite di accertamento

### LPac

Legge federale sulla protezione delle acque; RS 814.20

### LPamb

Legge federale sulla protezione dell'ambiente; RS 814.01

### MS

Materiale solido

### OPAc

Ordinanza sulla protezione delle acque; RS 814.201

### OPPD

Ordinanza del DFI sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico; RS 817.022.11

### OPSR

Ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti; RS 814.600

### OSiti

Ordinanza sui siti contaminati; RS 814.680

### OTaRSi

Ordinanza sulla tassa per il risanamento dei siti contaminati, RS 814.681

### PCE

Tetracloroetene, tetracloroetilene o percloroetilene

### PI

Prove di immissione

### PMAS

Punti di misurazione delle acque sotterranee

### S<sub>1-3</sub>

Zone di protezione delle acque sotterranee

### TCE

Tricloroetene o tricloroetilene

### üB

Settore di protezione delle acque üB

**Valore B**

Il valore B corrisponde alle esigenze per i rifiuti depositabili nelle discariche e nei compartimenti di tipo B secondo l'allegato 5 numero 2 OPSR

**Valore K**

Valore di concentrazione secondo l'allegato 1 OSiti

**Valore U**

Il valore U (valore per incontaminato) corrisponde alle esigenze per i materiali di scavo e di sgombero di cui all'allegato 3 numero 1 dell'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR)

**VCHC**

Idrocarburi clorurati volatili

**VOX**

Idrocarburi alogenati volatili

**Z<sub>U</sub>**

Il settore di alimentazione Z<sub>U</sub> comprende l'area dalla quale, con un basso livello delle acque, proviene circa il 90 per cento della quantità massima di acqua che può essere estratta da una captazione di acqua sotterranea

**Figure****Figura 1**

Possibile modello di diffusione dei CHC Pagina 11

**Figura 2**

Applicazione dei criteri per la delimitazione dei siti Pagina 13

**Figura 3**

Rappresentazione del modello di valutazione a due fasi per l'urgenza di un risanamento dovuta al carico inquinante. Pagina 22

**Figura 4**

Principio di una prova di immissione con tre punti di misurazione delle acque sotterranee lungo un livello di controllo (secondo Teutsch et al., 2000) Pagina 24

**Figura 5**

Margine di manovra per l'adeguamento dell'obiettivo di risanamento concernente il bene da proteggere «acque sotterranee» Pagina 46

**Figura 6**

Schema del procedimento relativo alla valutazione delle esigenze per un rinvio del risanamento Pagina 32

**Figura 7**

La sorveglianza, come ultima fase del risanamento, indica una concentrazione in diminuzione nella captazione nel corso del tempo. Pagina 34

**Figura 8**

La sorveglianza, come ultima fase del risanamento, indica una concentrazione stagnante o in aumento nella captazione nel corso del tempo. Pagina 34

**Figura 9**

Vie di degradazione dei CHC (fonte: TZW Karlsruhe): per i CHC possono intervenire due processi di degradazione biologica diversi, che richiedono condizioni ambientali diverse. Nella degradazione anaerobica riduttiva il CV si forma come prodotto intermedio. Pagina 35

**Figura 10**

Ventaglio dei costi per chilogrammo di CHC rimosso nel quadro di 31 risanamenti di siti contaminati in Svizzera Pagina 44

**Tabelle****Tabella 1**

Criteri per la delimitazione dei siti contaminati da CHC Pagina 12

**Tabella 2**

Criteri per lo stralcio dal CSI di siti contaminati da CHC Pagina 14

**Tabella 3**

Esigenze minime per un'interruzione del risanamento Pagina 30

**Tabella 4**

Esigenze minime per il rinvio del risanamento di un sito CV  
Pagina 32

UFAM (ed.) 2018: Necessità di risanamento nonché obiettivi e urgenza di un risanamento. Stato 2018. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale Nr. 1828: 26 pagg.

**Tabella 5**

Criteri che occorre soddisfare per il rinvio del risanamento di siti CV  
Pagina 37

UFAM (editore) 2014: Valutazione delle varianti di risanamento Un modulo dell'aiuto all'esecuzione «Risanamento di siti contaminati». Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1401: 34 pagine

**Bibliografia**

Anwendung von Frachtbetrachtungen bei mit chlorierten Kohlenwasserstoffen belasteten Standorten, Expertenbericht der ChloroNet Arbeitsgruppe Fracht, su mandato dell'UFAM, ottobre 2014 (non disponibile in italiano)

Umgang mit CKW-Restbelastungen: Kriterien, Möglichkeiten und Grenzen. Expertenbericht der ChloroNet Arbeitsgruppe Restbelastungen, su mandato dell'UFAM, 23 agosto 2017

Anwendung von Immissionspumpversuchen (IPV) in der Schweiz, Expertenbericht der ChloroNet-Projektgruppe IPV, su mandato dell'UFAM, novembre 2016 (non disponibile in italiano)

Untersuchungen von CKW-Belastungen (non disponibile in italiano), ChloroNet-Expertenbericht, su mandato dell'UFAM, ottobre 2016

Leitfaden Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) Stoffeigenschaften, ChloroNet, 2008

Teutsch, G., Ptak, T., Schwarz, R., Holder, T., 2000; Ein neues integrales Verfahren zur Quantifizierung der Grundwasserimmission, Teil 1: Beschreibung der Grundlagen (non disponibile in italiano). Grundwasser-Zeitschrift der Fachsektion Hydrologie, Band 5, Heft 4, pagg. 170 – 175 (non disponibile in italiano).

UFAFP (editore) 2001: Erstellung des Katasters der belasteten Standorte. Pratica ambientale n. 3411, 129 pagine.

UFAFP (editore) 2000: Pflichtenheft für die technische Untersuchung von belasteten Standorten. Pratica ambientale n. 3406, 24 pagine

UFAFP (editore) 2003: Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten. Pratica ambientale n. 3413, 28 pagine

UFAM (editore) 2017: Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich. Stato 2017. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1715, 82 pagine

