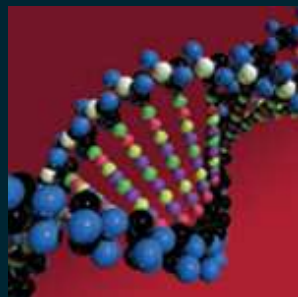
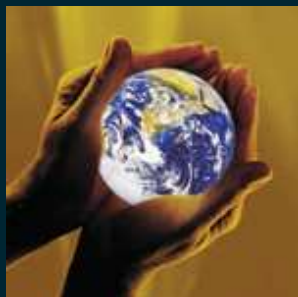


# La sfida del geologo nel XXI secolo nelle strategie di sviluppo sostenibile



Seminario:

*Normativa ambientale relativa ai siti contaminati in Italia: tra evoluzione ed applicazione*

**Dr. Roberto Salvati PhD, Manager  
ENVIRON Italy S.r.l.**

ENVIRON

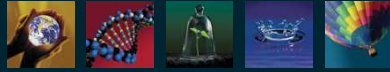


## **Introduzione**

Nel campo della salvaguardia e della tutela dell'ambiente, la problematica della caratterizzazione e della bonifica dei siti contaminati in Italia ha avuto, e ha tuttora, un ruolo di gran rilevanza, sebbene sia stata affrontata in ritardo rispetto ad altri paesi industrializzati.

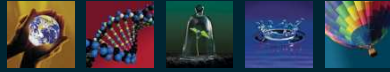
Per altro, il quadro normativo entro il quale si articolano le procedure per la risoluzione di tali problematiche ha subito profondi mutamenti nel corso del tempo. Alcune modifiche sostanziali, in particolare, hanno riguardato la definizione degli approcci da seguire per la realizzazione di interventi bonifica.

Questo ha provocato un certo disorientamento tra gli operatori, soprattutto in chi è impegnato ad affrontare interventi complessi e/o con uno sviluppo di lungo periodo.



## *I siti contaminati in Italia*

- ❑ Circa 15.000 siti da caratterizzare, bonificare e/o monitorare.
- ❑ Competenza amministrativa regionale o comunale.
- ❑ I siti più importanti direttamente condotti dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del Programma Nazionale delle Bonifiche (L 426/1998 e s.m.i.)
- ❑ più di 50 siti di interesse nazionale
- ❑ tutti i settori industriali (ampio range di contaminanti)
- ❑ circa 700.000 ha (>2% del territorio)
- ❑ circa 3 MLD € per la bonifica (0.2% PIL nazionale)
- ❑ circa 750 milioni € di supporto finanziario pubblico (fino al 50% dei costi), soprattutto per azioni preliminari (caratterizzazione del sito e messa in sicurezza di emergenza)

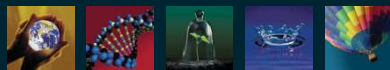


## *Il problema dei Siti Contaminati*

Il problema si è evidenziato in tutta la sua gravità a partire dalla fine degli anni Settanta, quando si sono riscontrati numerosi casi di grave inquinamento, quali:

- ❑ accumuli di rifiuti chimici
- ❑ sversamenti di reflui pericolosi, soprattutto sul suolo o nel sottosuolo e nei corpi idrici superficiali e sotterranei
- ❑ recupero di aree (brownfields) precedentemente occupate da particolari tipi di industrie (siderurgiche, petrolchimiche, ...)

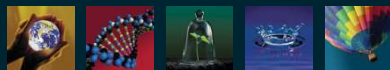
Nasce la necessità della Messa in Sicurezza e della Bonifica dei Siti Contaminati



## ***L. 441, 29/10/1987***

### ***“Disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti”***

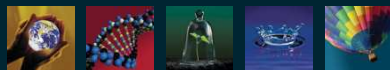
- ❑ Primo tentativo italiano di pianificare gli interventi di bonifica
- ❑ Affidava alle Regioni il compito di elaborare e trasmettere al Ministero dell'Ambiente, entro il 30 Aprile 1988, i Piani Regionali di Bonifica (PRB)
- ❑ I Piani dovevano contenere:
  - l'elenco dei siti da bonificare e le caratteristiche generali dei contaminanti presenti;
  - l'ordine di priorità degli interventi proposti;
  - soggetti a cui compete ciascun intervento e gli Enti che ad essi devono sostituirsi in caso di inadempienza;
  - le modalità di bonifica;
  - la stima degli oneri finanziari;
  - le modalità di smaltimento degli eventuali materiali da asportare;
  - le possibili misure cautelari a carattere di urgenza per la tutela dell'ambiente.
- ❑ La legge NON conteneva:
  - Definizioni di area contaminata
  - Indicazioni sulle procedure di analisi di rischio
  - Indicazioni sui metodi di campionamento
  - Criteri per l'analisi di rischio



## ***D.M. 185, 16/05/1989 \_1***

### ***“Criteri per le linee guida l’elaborazione e la predisposizione dei Piani di Bonifica ”***

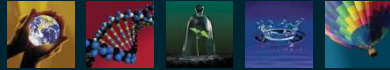
- ❑ Definizione dei soggetti competenti che devono essere coinvolti nella redazione dei PRB:
  - Enti Locali - Segnalazioni dei siti potenzialmente contaminati, Acquisizione delle segnalazioni e trasmissione alle Regioni, Elaborazione del PRB e aggiornamento dell’elenco delle aree contaminate;
  - Ministero dell’Ambiente - Esame di conformità dei PRB
- ❑ Definizione di due criteri di identificazione dei siti potenzialmente contaminati
  - Aree venute in contatto accidentale o continuativo con attività e sostanze legate ai cicli di produzione di rifiuti potenzialmente tossici e nocivi
  - Aree riconducibili alle tipologie indicate nel D.P.R. 915/82, ovvero:
    - aree interessate da attività minerarie in corso o dismesse,
    - aree interessate da attività industriali dismesse,
    - aree interessate da rilasci accidentali o dolosi di sostanze pericolose,
    - aree interessate da discariche non autorizzate,
    - aree interessate da operazioni di adduzione o stoccaggio di idrocarburi, così come da gassificazione di combustibili solidi,
    - aree anche a destinazione agricola interessate da spandimento non autorizzato di fanghi e residui speciali o tossico-nocivi



## ***D.M. 185, 16/05/1989 \_2***

### ***“Criteri per le linee guida l’elaborazione e la predisposizione dei Piani di Bonifica ”***

- ❑ Fasi attraverso cui dovevano essere sviluppati i PRB (Regioni)
  - Censimento: Raccolta Archiviazione di dati relativi alla localizzazione dei siti, alle sostanze pericolose eventualmente presenti, alla superficie ed ai volumi interessati, alle condizioni idrogeologiche ed urbanistico-paesaggistiche
  - Mappatura: Restituzione cartografica dei dati in scala 1: 50 000
  - Definizione di un “Primo Elenco” delle aree contaminate da sottoporre a bonifica:
  - Aree caratterizzate dalla presenza di una o più sostanze tra quelle riportate nell'allegato del DPR 915/82 (sostanze tossiche o nocive) in concentrazioni uguali o superiori a quelle indicate dalla successiva delibera del 27 Luglio 1984 e successive modificazioni. Le concentrazioni sono valutate dalle “risultanze analitiche ufficialmente disponibili”
  - Per le aree così individuate dovevano essere definiti:
    - I piani di messa in sicurezza
    - I progetti tecnico-economico-operativi di bonifica
- ❑ Per aree del “Primo Elenco” il Ministero dell’Ambiente definiva il “Primo Programma di interventi di bonifica a breve termine”
- ❑ In un momento successivo sempre il Ministero dell’Ambiente definiva il “Programma di bonifica a medio termine” per le aree contaminate escluse dal “Primo Elenco”.



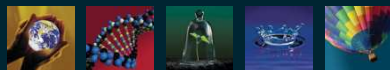
## ***D.M. 185, 16/05/1989 \_3***

### ***“Criteri per le linee guida l’elaborazione e la predisposizione dei Piani di Bonifica ”***

#### Principali aspetti critici

- Non sono contemplate le attività industriali in corso, salvo quelle che prevedono aree di stoccaggio di idrocarburi
- I livelli delle concentrazioni delle sostanze pericolose sono ricavati dalle “risultanze analitiche ufficialmente disponibili” che consiste in un criterio molto vago e che spesso ha portato a valutazioni poco attendibili
- Non è menzionato un criterio per stabilire la qualità finale del suolo bonificato cioè non è definito uno standard di risanamento -> la definizione degli interventi di bonifica è molto disomogenea.

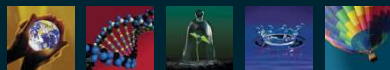




## **D.Lgs. 22, 05/02/1997 (Decreto Ronchi)**

**(s.m.i. - prima D.Lgs. 389/97, poi legge 426/98)**

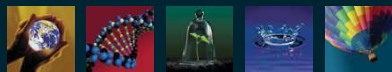
- ❑ Recepisce le direttive 91/156/CEE, 91/689/CEE, e 94/62/CEE
- ❑ **Art. 17: Bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati da rifiuti**
- ❑ **Pone le basi affinché a livello nazionale, si elaborassero dei criteri di valutazione per i suoli contaminati univoci su tutto il territorio e si definissero le procedure tecniche ed amministrative da adottare per le operazioni di bonifica**
- ❑ In particolare vengono stabilite:
  - Le procedure per la denuncia dello stato di inquinamento o di pericolo di inquinamento di un sito e per la gestione delle operazioni di bonifica atte a riportare il sito ad uno stato idoneo per il suo utilizzo riportare il sito ad uno stato idoneo per il suo utilizzo
  - L'obbligo di bonifica da parte dell'autore della contaminazione, anche se accidentale, e la definizione della responsabilità oggettiva dello stesso : **“Chi inquina paga”** (principio comunitario)
  - Il controllo degli interventi da parte degli enti locali, con inoltre il compito di intervento in caso di inadempienza dei privati.
- ❑ Inoltre viene affermato che si dovrà procedere all'individuazione dei “valori limite di concentrazione per il suolo e per le acque, superati i quali il sito in oggetto dovrà essere considerato inquinato”. Pertanto la definizione dei suoli contaminati deve avvenire attraverso il criterio del “valore soglia/valore limite di concentrazione”, rimandando ad un apposito Decreto/Regolamento ministeriale la definizione degli stessi.



## D.M. 471, 25/10/1999 \_1

*“Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997 (Ronchi), n. 22”*, per la prima volta erano definiti:

- ❑ i limiti di accettabilità della contaminazione dei suoli, delle acque superficiali e delle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti;
- ❑ le procedure di riferimento per il prelievo e l'analisi dei campioni;
- ❑ i criteri generali per la messa in sicurezza, la bonifica del ripristino ambientale dei siti inquinati, nonché per la redazione dei progetti di bonifica



## D.M. 471, 25/10/1999 \_2

- ❑ Fornisce le definizioni di sito inquinato, sito potenzialmente inquinato, messa in sicurezza d'emergenza, bonifica, bonifica con misure di sicurezza, misure di sicurezza, ripristino ambientale, messa in sicurezza permanente e inquinamento diffuso (art.2);
- ❑ Fissa i criteri e le procedure amministrative con cui debbono essere condotte le bonifiche dei siti contaminati ed i relativi controlli, sia da parte dei soggetti privati che da parte degli enti pubblici;
- ❑ Stabilisce i limiti di accettabilità di contaminazione dei suoli, delle acque superficiali e sotterranee nonché le procedure per il prelievo e l'analisi dei campioni di suolo e di acque; i criteri generali per la progettazione degli interventi; i criteri per la bonifica dei suoli e delle falde acquifere che facciano ricorso a batteri, ceppi batterici mutanti e stimolanti di batteri naturalmente presenti nel suolo;
- ❑ Individua le linee direttrici dell'analisi di rischio;
- ❑ Riporta gli schemi della "certificazione" da parte delle province dell'avvenuta bonifica/messa in sicurezza permanente e del completamento degli interventi.

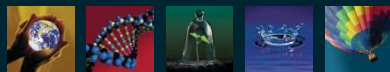


## D.M. 471, 25/10/1999 \_3

In particolare, ai fini del suddetto decreto era **contaminato** il sito nel quale anche uno solo dei valori di concentrazione delle sostanze inquinanti nel terreno, o nelle acque sotterranee o superficiali, risultava superiore ai *Valori di Concentrazione Limite Accettabili (VCLA)* stabiliti dal decreto stesso.

Nella pratica, detta  $c$  una misura di concentrazione, si aveva:

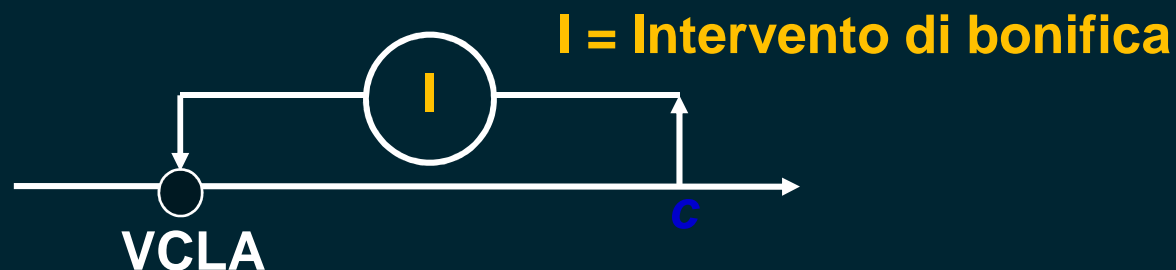
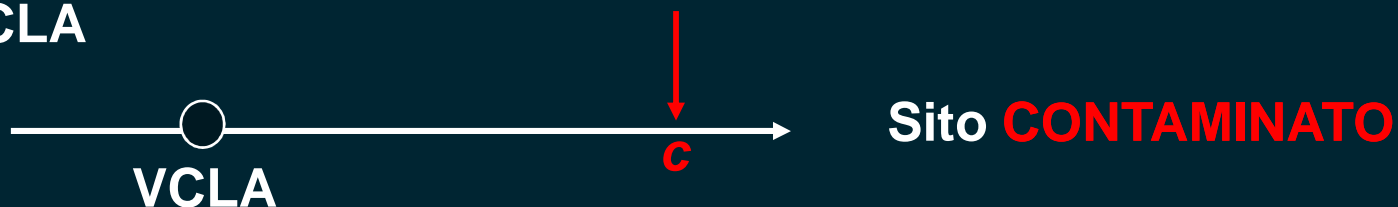


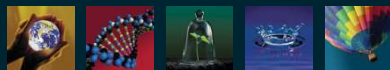


## D.M. 471, 25/10/1999 \_4

I limiti tabellari del DM 471/99 (**VCLA**) costituiscono al tempo stesso le concentrazioni di soglia e l'obiettivo degli interventi di bonifica.

Se  $c > \text{VCLA}$





# **D.Lgs. 152, 03/04/2006 \_ 1**

Recante “Norme in materia ambientale”

Noto anche come “Testo unico sull’ambiente”

## **Parte Quarta – Titolo V “Bonifica dei siti contaminati”**

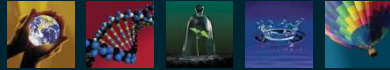
Successivamente modificato e integrato, per la parte siti contaminati, dal D.Lgs. 4, 16/01/2008 - “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”



## **D.Lgs. 152, 03/04/2006 \_2**

### ***Allegati al Titolo V***

- ❑ Allegato 1 – Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica.
- ❑ Allegato 2 - Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati.
- ❑ Allegato 3 - Criteri generali per la selezione e esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza (d'urgenza, operativa o permanente), non che per l'individuazione delle migliori tecniche di intervento a costi sopportabili.
- ❑ Allegato 4 - Criteri generali per l'applicazione di procedure semplificate.
- ❑ Allegato 5 – Valore di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare.



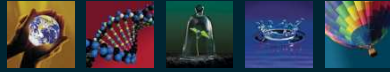
## **D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_3**

- L'approccio tabellare del D.M. 471/99 era molto semplice da applicare, era conservativo non tenendo conto della situazione specifica del sito e quindi non individuava le situazioni di contaminazione ad effettivo rischio
- L'utilizzo dell'analisi del rischio era limitata ai casi di bonifica con misure di sicurezza.



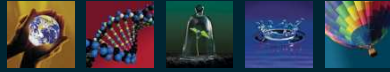
**Nel D.Lgs. 152/2006 cambia la prospettiva**





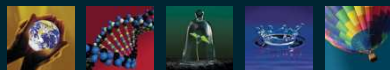
## **D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_4**

- Nel D.Lgs. 152/2006 la prospettiva della tutela ambientale è stata spostata progressivamente dal valore delle risorse ambientali legato al concetto di **pericolosità** verso criteri di identificazione concreta delle soglie di rischio per la salute umana, legati alle nozioni di **rischiosità**
- Il D.Lgs. 152/99 mantiene comunque l'approccio tabellare



## ***D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_5***

- Nuova disciplina delle “procedure semplificate”
- Maggiore rilevanza agli interventi da adottare nell'immediato dall'evento di contaminazione, la cui omissione viene sanzionata penalmente
- Procedura di urgenza anche per le contaminazioni storiche
- Incentivazione degli accordi di programma
- Maggiore impegno della P.A. nella ricerca del responsabile dell'evento di contaminazione
- Più tutela del proprietario non colpevole
- Disciplina transitoria per rimodulare gli interventi in corso



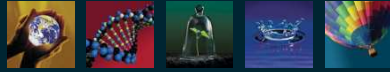
## **D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_6**

- **Procedure operative e amministrative:**
  - Il responsabile dell'inquinamento deve adottare le misure di prevenzione entro 24 ore dall'evento e comunicarlo agli organi competenti
  - Il responsabile dell'inquinamento deve condurre entro 48 ore dall'evento un'indagine preliminare
  - Se le CSC sono superate il responsabile dell'inquinamento deve darne notizia al comune e alla provincia ed entro 30 giorni presentare il piano della caratterizzazione
  - Entro 60 giorni dall'approvazione del piano della caratterizzazione si applica l'analisi del rischio sito-specifica
  - Se le CSR sono superate entro 6 mesi si dall'approvazione dell'analisi del rischio si presenta il piano degli interventi



## **D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_7**

- Nell'ambito della messa in sicurezza, alla MISE e alla MISP si aggiungono:
  - Applicazione della MISE a:
    - Concentrazioni attuali e potenziali dei vapori in spazi confinati prossime ai livelli di esplosività o idonee a causare effetti nocivi acuti alla salute
    - Presenza di quantità significative di prodotto in fase separata
    - Contaminazione di pozzi ad utilizzo idropotabile o irriguo
    - Pericolo di incendi ed esplosioni
  - Introduzione della MISO, che riguarda messa in sicurezza operativa da mettere in atto in via transitoria in attesa degli eventuali ulteriori interventi da realizzarsi alla cessazione dell'attività in esercizio



## ***D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_8***

- Si regola l'annosa questione delle acque di falda emunte nell'ambito degli interventi di bonifica



**Possono essere scaricate nel rispetto dei limiti delle acque reflue industriali in acque superficiali, rappresentando una semplificazione oltre che un risparmio economico**



## D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_9

Il superamento di un valore tabellare da parte di una sostanza non è più condizione sufficiente per procedere alla bonifica del sito, ma determina l'avvio di una procedura di analisi di rischio sito specifica, da svilupparsi secondo i principi illustrati nell'Allegato 1 alla parte quarta del decreto.

L'approccio basato sull'AdR, in realtà già previsto dal DM 471/99 nei casi in cui *fosse dimostrata l'impossibilità, nonostante l'applicazione (...) delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, di riportare i valori di concentrazione entro i limiti accettabili*, aveva tuttavia trovato spesso un'accoglienza "scettica" da parte delle Autorità...



## D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_ 10

vengono adottati due criteri di soglia per la determinazione delle condizioni specifiche di pericolosità del sito e, quindi, della definizione del potenziale intervento (Art. 240, Titolo V).

- **Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC):** i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica



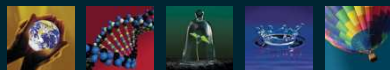
Sito **POTENZIALMENTE  
CONTAMINATO**



Analisi di Rischio

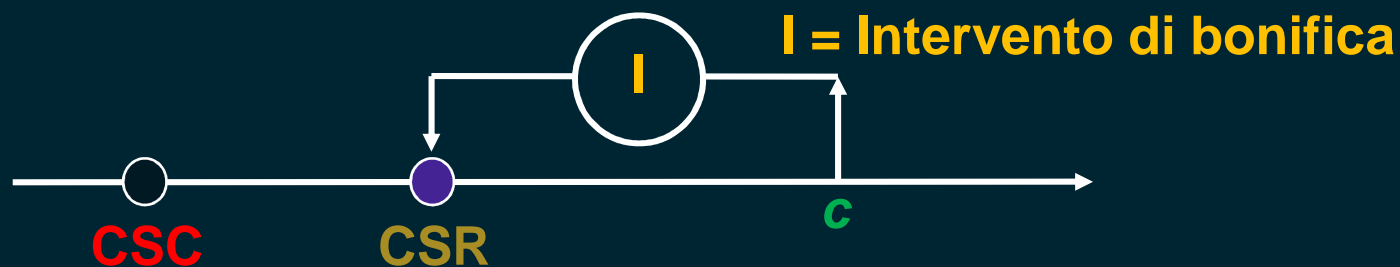
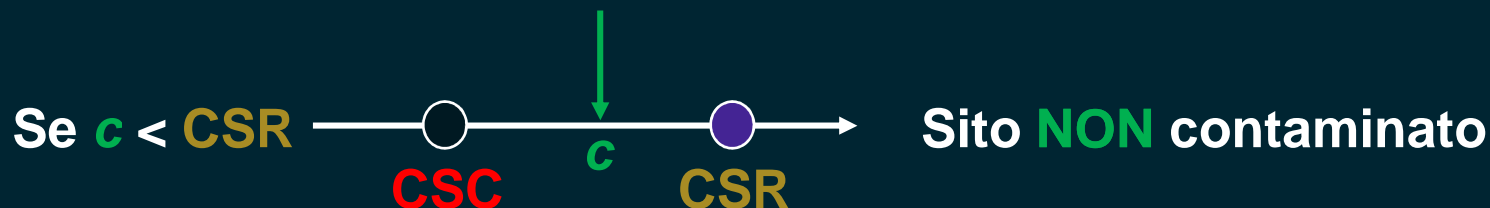


**CSR**

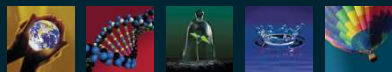


## D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_11

- **Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR):** i livelli di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso con l'applicazione della procedura di analisi di rischio sito specifica (...), il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica



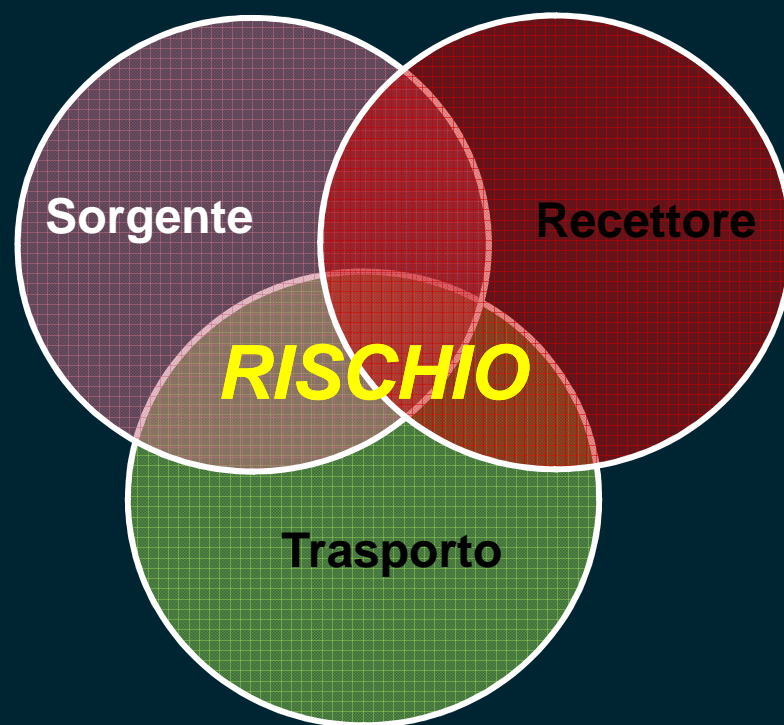




## D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_ 12

L'Analisi di Rischio diventa quindi lo strumento per:

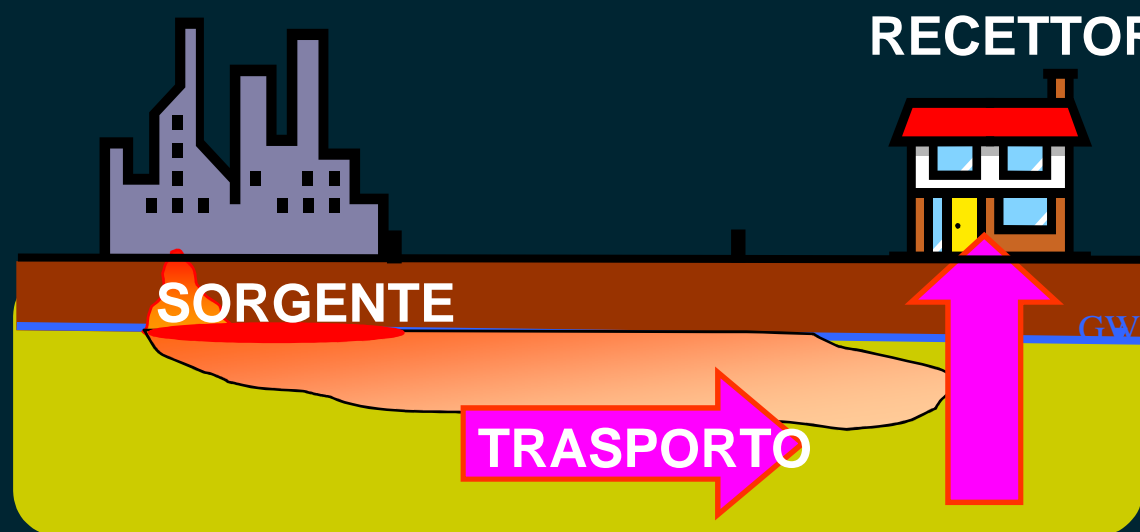
*stabilire se un sito è contaminato oppure no, ovvero se le concentrazioni rilevate sono tali da costituire un rischio per i recettori umani in funzione dei potenziali percorsi di esposizione*



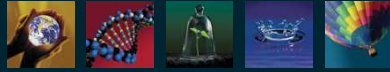


## D.Lgs. 152 – 03/04/2006 \_ 13

Allo stesso tempo i valori di CSR diventano il riferimento sulla cui base definire la necessità di interventi di mitigazione (bonifica o messa in sicurezza operativa), adottando obiettivi di bonifica per le diverse sostanze inquinanti



Transitorio (art. 265): possibilità, su richiesta, di rimodulare gli obiettivi di bonifica già autorizzati entro 6 mesi dall'entrata in vigore del codice (26-10-06)



## *D.Lgs. 4, 16/01/2008 \_1*

Modifica il 152/06 relativamente a:

- Criteri di Analisi di Rischio
- Terre e Rocce da Scavo

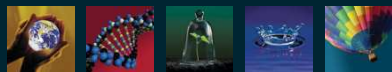


## D.Lgs. 4, 16/01/2008 \_2

### Modifica relativa ai Criteri di Analisi di Rischio:

*in attuazione del principio generale di precauzione, il punto di conformità deve essere di norma fissato **non oltre i confini del sito contaminato** oggetto di bonifica e la relativa CSR per ciascun contaminante deve essere fissata equivalente alle CSC. Valori superiori possono essere ammissibili solo in caso di fondo naturale piu' elevato o di modifiche allo stato originario dovute all'inquinamento diffuso, ove accertati o validati dalla Autorita' pubblica competente (...)*

**Nella pratica, non è più possibile applicare l'analisi di rischio per la qualità delle acque di falda**

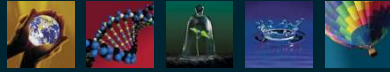


## D.Lgs. 4, 16/01/2008 \_3

### Modifica relativa alle Terre e Rocce da Scavo:

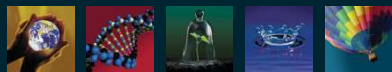
- 152/06 - Art. 186  
ha recepito quanto precedentemente disciplinato in materia
  - 1). *Le terre e rocce da scavo, (...) destinate all'effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rilevati e macinati non costituiscono rifiuti (...)*
  - 3). *Il rispetto dei limiti (...) può essere verificato, in alternativa agli accertamenti sul sito di produzione, anche mediante accertamenti sui siti di deposito, (...).*
- procedura d'infrazione comunitaria n. 2002/2077 (causa C-194/05)  
riguarda la contrarietà al diritto comunitario dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti di alcuni materiali, come terre e rocce da scavo

La disciplina introdotta in materia di terre e rocce da scavo dall'art. 186 del decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 **non ha posto fine al contenzioso comunitario**, in quanto riproduce sostanzialmente il contenuto delle disposizioni contestate dalla Commissione europea ed oggetto del ricorso alla Corte di giustizia



## D.Lgs. 4, 16/01/2008 \_4

- Art. 2, comma 23, del decreto legislativo 16 gennaio 2008, n. 4  
Interviene modificando radicalmente l'art. 186 del d.lgs. 16 aprile 2006 n°152
- “1. Le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, *ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate* per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati *purchè: (...)*
- (...)
5. Le terre e rocce da scavo, *qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente articolo, sono sottoposte alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla parte quarta del presente decreto*



## D.Lgs. 4, 16/01/2008 \_5

### Vecchio impianto normativo

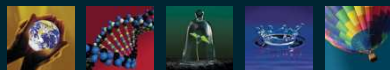


Le terre e rocce da scavo **non sono rifiuti** purchè vi sia la certezza dell'utilizzo e non provengano da siti contaminati

### Nuovo impianto normativo



Le terre e rocce da scavo **sono rifiuti** fatto salvo che non sia dimostrata la certezza del loro utilizzo come **sottoprodotto** e non provengano da siti contaminati



# D.Lgs. 4, 16/01/2008 \_ 6

## SOTTOPRODOTTO

( Art. 183 comma 1, lettera p) del D.Lgs. 152/2006.

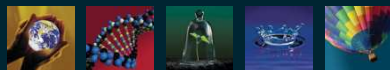
le sostanze ed i materiali dei quali il produttore **non intende disfarsi** ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), che soddisfino tutti i seguenti criteri, requisiti e condizioni:

- ❑ siano originati da un processo **non** direttamente destinato alla loro produzione;
- ❑ il loro **impiego** sia **certo, sin dalla fase della produzione, integrale** e **avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito**;
- ❑ soddisfino **requisiti merceologici** e di **qualità ambientale** idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- ❑ **non** debbano essere sottoposti a **trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari** per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto 3), **ma posseggano tali requisiti sin dalla fase della produzione**;
- ❑ abbiano un **valore economico di mercato**.

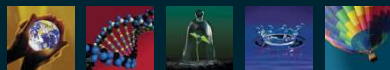
**Implicazioni con i regolamenti REACH e CLP**

ENVIRON





# *Caratterizzazione dei suoli per la gestione delle attività di bonifica dei siti contaminati*



## Definizioni



**Sito non contaminato:** un sito nel quale la contaminazione rilevata nelle matrici ambientali risulti inferiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) oppure, se superiore, risulti comunque inferiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) determinate a seguito dell'analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica.



## *Definizioni*

Passaggio dal criterio dei limiti tabellari



Criterio dei limiti di attenzione (CSC)

***CSC = concentrazione soglia di contaminazione***

i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuata nell'Allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. 152/2006.



## *Titolo V - Allegato 2*

### *Criteria generali per la caratterizzazione dei siti contaminati*

- ❑ Si differenzia profondamente dall'analogo del DM 471/1999, essendo quest'ultimo molto più dettagliato e recante precisi criteri per la caratterizzazione di un sito.
- ❑ Ad esempio il DM 471/1999 recava anche il numero minimo di campionamenti di suolo ed acque da eseguire in funzione della estensione del sito stesso, le modalità di prelievo conservazione e trasporto dei campioni, i criteri per il controllo della qualità delle operazioni di campionamento ed analisi; etc.
- ❑ L'attuale invece è molto generico e reca dei passaggi relativi a procedure più di ordine amministrativo che tecnico.



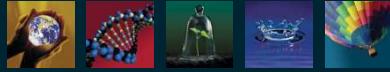
# Caratterizzazione

1. Ricostruzione storica delle attività produttive
2. Elaborazione Modello Concettuale Preliminare e predisposizione di un piano di indagine ambientale
3. Esecuzione piano di indagine
4. Elaborazione dei risultati
5. Elaborazione Modello Concettuale Definitivo
6. Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili



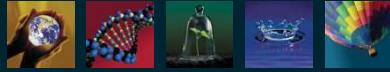
# *Modello Concettuale Preliminare*

- Anamnesi
- Caratteristiche specifiche del sito in termini di potenziali fonti della contaminazione storica e attuale
- Estensione delle caratteristiche e qualità preliminari delle matrici
- Potenziali percorsi di migrazione



## *Piano di indagine*

Descrizione dettagliata delle attività svolte in campo e in laboratorio (procedure di campionamento, misure di campo, modalità di identificazione, conservazione e trasporto dei campioni, metodiche analitiche etc.)



## *Punti di campionamento*

### ❑ **Strategia 1** per siti complessi UBICAZIONE RAGIONATA:

- esame dati storici a disposizione;
- informazioni sintetizzate del modello concettuale;
- verifica ipotesi formulate nel modello in termini di presenza, estensione e potenziale diffusione della contaminazione.

### ❑ **Strategia 2** UBICAZIONE SISTEMATICA:

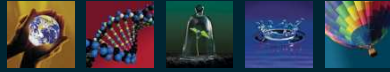
- scelta localizzazione punti mediante criterio casuale o statistico (griglia predefinita o casuale)





## *Contaminanti di Interesse*

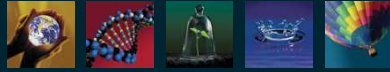
- ❑ Esame del ciclo produttivo e/o dei dati storici del sito per definire un “set standard” di analiti
- ❑ Esame dello stato fisico, della stabilità e delle caratteristiche di reale pericolosità del “set standard” di analiti
- ❑ Selezione di un numero limitato di parametri indicatori (lontano dalle possibili sorgenti di contaminazione) sulla base della tossicità e mobilità dei contaminanti e loro prodotti di trasformazione



## CoC “Set Standard”

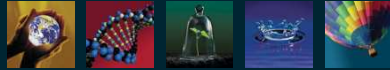
- ❑ Metalli
- ❑ TPHs
  - light C<12
  - heavy C>12
- ❑ BTEXs
- ❑ PAHs
- ❑ CHCs (Alifatici clorurati cancerogeni, non cancerogeni e Alifatici alogenati cancerogeni)

A questi vanno aggiunti gli analiti che sulla base dell’anamnesi e del modello concettuale preliminare sono stati individuati come potenzialmente connessi con le attività antropiche effettuate sull’area/sito (Diossine, Furani, Fenoli, PCBs, Amianto, Clorobenzeni, Nitrobenzeni, etc.)



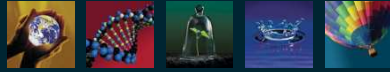
## *Parametri sito specifici*

- Da determinare sperimentalmente in contraddittorio con ARPA e necessari per l'elaborazione dell'AdR
  - Umidità
  - pH (adim)
  - Coefficiente di diffusione nel suolo  $K_d$  (adim)
  - Densità del suolo  $\rho_s$  (g/cm<sup>3</sup>)
  - Frazione di Carbonio Organico foc (adim)
  - Tipologia di suolo
  - Analisi granulometrica



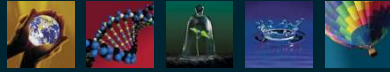
## *Analisi chimica dei terreni*

- ❑ I campioni di laboratorio dovranno essere privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo)
- ❑ Le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm
- ❑ La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro
- ❑ Le metodologie adottate devono essere ufficialmente riconosciute per garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori ai valori di concentrazione limite



## ***Modello concettuale definitivo***

- Il Modello Concettuale Definitivo include:
  - le caratteristiche specifiche del sito in termini di stato delle potenziali fonti della contaminazione;
  - Il grado ed estensione della contaminazione del suolo, del sottosuolo, delle acque superficiali e sotterranee del sito e dell'ambiente da questo influenzato (individuazione dei parametri specifici di rappresentazione;
  - percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati nello scenario attuale (siti in esercizio) o nello scenario futuro (riqualificazione dell'area)

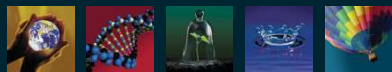


## ***Calcolo del rischio e degli obiettivi di bonifica sito- specifici***

La procedura di analisi assoluta di rischio può avere un duplice obiettivo finale:

- ❑ stimare quantitativamente il rischio per la salute umana connesso ad uno specifico sito;
- ❑ individuare dei valori di concentrazione accettabili nel suolo e nella falda che costituiscono gli obiettivi di bonifica sito specifici (Concentrazioni Soglia di Rischio, CSR).

I due risultati derivano dalla applicazione della procedura secondo due distinte modalità.

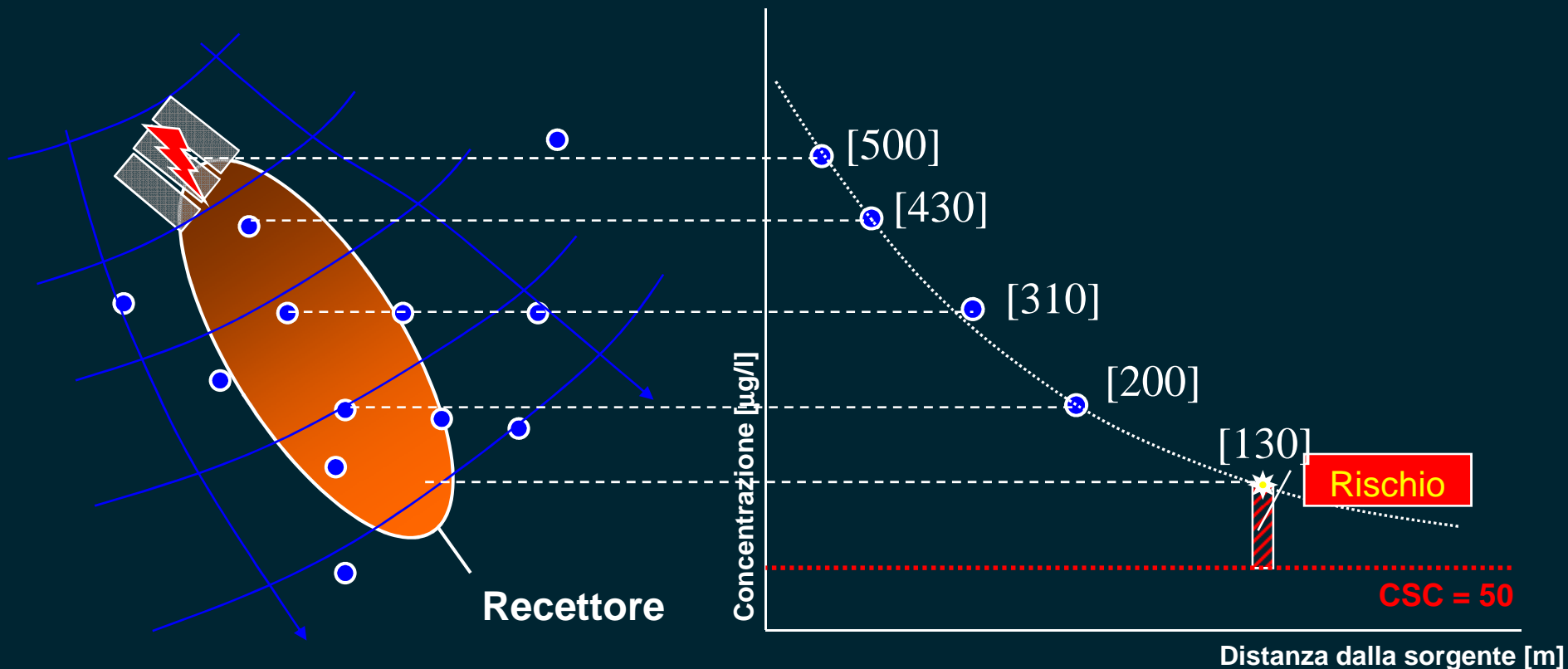


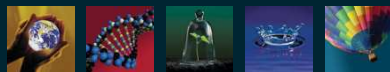
# Analisi diretta



(forward mode)

Stima del rischio sanitario a cui è esposto un potenziale recettore (sia *on-site* che *off-site*), conoscendo la concentrazione alla sorgente di contaminazione





# Analisi inversa



(backward mode)

Stima della massima concentrazione alla sorgente compatibile con le condizioni di accettabilità del rischio al potenziale recettore esposto. Vengono così calcolate le CSR da utilizzare come obiettivi di bonifica sito-specifici.

