

2.6 La risorsa suolo

In un territorio come quello lombardo – caratterizzato dalla presenza di attività potenzialmente inquinanti, di aree dismesse e di siti interessati nel passato da smaltimenti abusivi o non corretti di rifiuti – la tematica relativa ai siti contaminati riveste una sempre maggiore rilevanza.

Tale importanza è riconducibile a tre diversi fattori: all’emanazione negli ultimi anni di norme sempre più cogenti in materia di protezione dell’ambiente, agli aspetti economici connessi alle aree contaminate – spesso costituite da siti industriali dismessi di grande interesse, ove sono in corso attività di riconversione – ed alla crescente sensibilità verso le tematiche dell’ambiente.

La Lombardia è stata interessata nel recente passato dal più rilevante e diversificato sviluppo del settore industriale a livello nazionale, la cui più recente rilocalizzazione e trasformazione ha generato l’insorgere di aree dismesse in ambito prevalentemente urbano. L’eredità del passato, consiste fra l’altro nella presenza – in alcune aree industriali dismesse – di sostanze inquinanti di varia natura e pericolosità, cui conseguono rischi di contaminazione di suolo, sottosuolo, acque di falda e superficiali. Le aree industriali dismesse rappresentano d’altronde un patrimonio di spazio di notevole interesse in un territorio già diffusamente e densamente edificato; la loro riconversione a funzioni urbane è inoltre favorita dal fatto che – grazie alla loro origine – esse sono già servite dalle principali opere di urbanizzazione e dotate di una buona accessibilità. La riconversione di un’area industriale dismessa, qualora venga ri-

scontrata la presenza di agenti inquinanti, rende necessarie le attività di bonifica e disinquinamento. In tal caso, l’eliminazione di una fonte di rischio per l’ambiente e per le persone – insieme alla realizzazione di interventi utili alla collettività ed ambientalmente compatibili – può rientrare tra le azioni di sviluppo sostenibile del territorio in quanto realizzate in termini di ottenimento di vantaggi economici, sociali ed ambientali.

I siti contaminati

Ogni area nella quale si sospetta che agenti inquinanti abbiano alterato le caratteristiche naturali del suolo rappresenta un sito potenzialmente contaminato, ma solo il riscontro analitico dell’effettiva presenza di inquinamento – ai sensi della normativa vigente – classifica il sito come contaminato.

L’individuazione ed il monitoraggio delle aree contaminate, consente di delineare un quadro dello stato di compromissione del territorio derivante da fenomeni di contaminazione puntuale.

Le caratteristiche del fenomeno ed il quadro territoriale possono essere desunti dalla banca dati di ARPA Lombardia costituita dal censimento e dalla georeferenziazione dei siti su cui è stata o viene riscontrata una contaminazione delle matrici ambientali oppure in cui siano state svolte o siano in corso indagini preliminari finalizzate all’accertamento di eventuali fenomeni di contaminazione, a partire dalle segnalazioni effettuate ai sensi del D.M. 471/1999, da accertamenti d’ufficio e dalle richieste di supporto tecnico di ARPA da parte dei diversi Enti.

L’archivio di ARPA Lombardia – in continuo aggiornamento in base all’avanzamento degli interventi di bonifica, a nuovi accertamenti o segnalazioni di

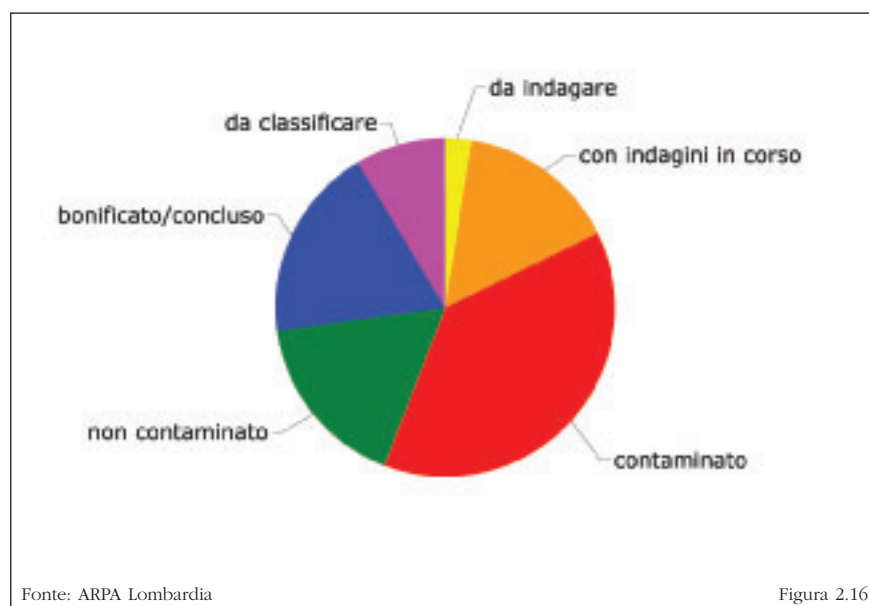


Figura 2.16

Siti contaminati in Lombardia – 2005

In questa figura la terminologia *sito contaminato* è stata utilizzata in senso generico. Lo stato dei siti viene infatti definito all'interno di sei classi: aree bonificate (quindi non più contaminate), aree contaminate (con o senza attività di bonifica in corso), aree non contaminate (quindi ambientalmente innocue), aree da indagare (sulle quali l'indagine per definire la contaminazione non è ancora iniziata), aree con indagini in corso (le attività di caratterizzazione non sono ancora concluse), aree da classificare (per le quali è ancora in corso l'inserimento in archivio dei dati).

situazioni di inquinamento – al gennaio 2005 conteneva circa 2.400 procedimenti, di differente significato ambientale.

I siti classificati contaminati – che siano quindi o in corso di bonifica, o con progettazione degli interventi di risanamento approvata, o in fase di caratterizzazione – rappresentano in termini percentuali la classe più ampia. Buona la percentuale dei siti bonificati – anche ai sensi della normativa previgente all'art. 17 del D.Lgs 22/1997 attuato dal D.M. 471/1999 – che testimonia come in Lombardia vi sia una buona propensione al recupero ed al riuso di aree contaminate.

Si evidenzia anche l'elevata percentuale dei siti che, a seguito di indagini preliminari, non hanno evidenziato contaminazione, a testimonianza dell'importanza di questo tipo di indagini che consentono di individuare i siti per i quali non è necessario attivare le procedure previste dal D.M. 471/1999.

I siti contaminati sono difformemente distribuiti sul territorio regionale, assumendo rilevanza soprattutto nella fascia pianeggiante della Lombardia: particolarmente elevata risulta la presenza di siti all'interno dell'ambito urbano di

Milano e nella vasta fascia che si estende a Nord del comune, sviluppandosi in direzione Est-Ovest. Quest'area – storicamente caratterizzata da numerosi insediamenti produttivi industriali – presenta elevatissime concentrazioni di siti negli ambiti urbanizzati e lungo le principali vie di comunicazione. Elevate concentrazioni di siti si rilevano anche nelle aree limitrofe ai centri urbani delle province di Bergamo e Brescia (lungo la direttrice Est-Ovest), caratterizzate da un diffuso tessuto industriale. Nella bassa pianura la presenza di siti risulta maggiore in corrispondenza di alcune aree circoscritte (come il Polo Chimico di Mantova), prevalentemente ubicate in corrispondenza dei principali centri abitati.

Il complesso iter procedurale che porta dalla segnalazione di un sito potenzialmente contaminato alla sua caratterizzazione ed alla successiva bonifica richiede la ricerca di numerosi elementi di conoscenza. In particolare, la definizione del piano di intervento e dell'eventuale bonifica e recupero richiedono la caratterizzazione relativa alla natura dell'area, alle attività che possono avere originato l'inquinamento, al tipo di contaminazione presente ed alle matrici ambientali coinvolte.

I siti contaminati possono originare su aree che sono – o sono state – sfruttate per usi diversi, ad esempio per attività produttive industriali o artigianali, per stoccaggio o trattamento rifiuti, o addirittura perché utilizzate come discariche abusive. Sia per numero che per superficie, le tipologie più consistenti originano da attività industriali in corso o dismesse: questi siti rappresentano la principale criticità regionale rispetto alla contaminazione del suolo, evidentemente ricollegabile alla diffusione del tessuto produttivo in Lombardia.

Rilevanti – in termini numerici, ma non per superficie – gli impianti di stoccaggio o adduzione carburanti, seguiti dagli episodi legati a rilasci accidentali o dolosi di sostanze. Nel caso degli impianti di erogazione di carburante la contaminazione è legata a piccoli rilasci protratti nel tempo; l'alto numero di esercizi presenti sul territorio regionale assume minore rilevanza se considerato congiuntamente alla superficie interessata pari a circa il 5% della superficie totale delle aree contaminate. Nel decennio 1991-2001 il numero di punti di erogazione è diminuito del 25% – con 3.051 impianti attivi al 2001 – mentre l'efficienza è aumentata del 21%, a seguito del processo di razionalizzazione della rete di distribuzione carburanti previsto dal D.Lgs. 32/1998.

Per quanto riguarda il tipo di attività (svolta sull'area) che più frequentemente può avere originato l'inquinamento, prevale l'attività di vendita e stoccaggio carburanti:

anche in questo caso l'alto numero di siti va commisurato all'esiguità delle superfici interessate e al processo di ristrutturazione della rete di distribuzione carburanti. Considerando congiuntamente la frequenza numerica e la superficie, i processi produttivi più significativi all'origine delle contaminazioni risultano le attività legate alla produzione di metalli e alla fabbricazione dei prodotti chimici.

Suolo e sottosuolo costituiscono la matrice più frequentemente contaminata e, spesso, i casi di contaminazione del sottosuolo interessano anche le acque sotterranee.

In Lombardia la matrice *terreno* (cioè l'insieme di suolo e sottosuolo) è frequentemente contaminata da idrocarburi, con un'evidenza che trova buona rispondenza nelle osservazioni relative alle tipologie di attività svolte nei siti contaminati (prevalenza di vendita al dettaglio di carburante e stoccaggio di prodotti petroliferi).

Figura 2.17
Quadro regionale dei siti contaminati – 2005

La dislocazione geografica e la concentrazione dei siti contaminati riguarda in particolare le aree che sono caratterizzate da attività industriale diffusa o che lo sono state nel corso del XX secolo. Sul territorio lombardo si trovano anche 7 siti dichiarati "di interesse nazionale" in base alla rilevanza del sito, alla pericolosità dei contaminanti, al rischio sanitario e ambientale.

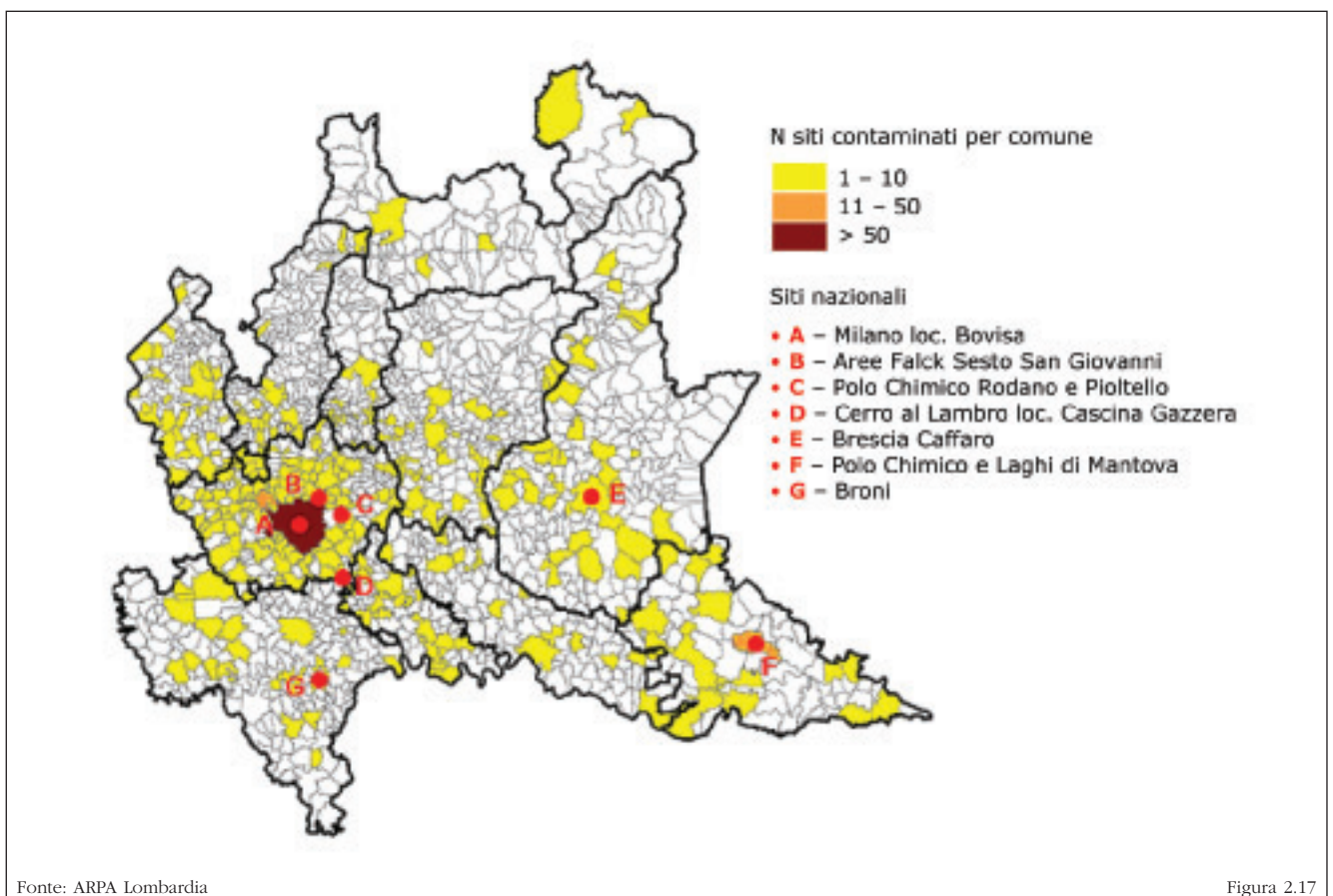


Figura 2.17

La rilevante frequenza di contaminazione da metalli può essere ricollegata non solo alla diffusione della lavorazione di questi elementi sul territorio regionale ma anche alla loro scarsa mobilità, che ne favorisce la concentrazione nel suolo. Le categorie dei composti organici aromatici (come benzene, toluene e xilene, appartenenti alla aggregazione nota come BTEX) e degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono sempre riconducibili ad attività di commercializzazione o utilizzo di prodotti petroliferi e rappresentano composti relativamente meno persistenti. Anche i PCB – estremamente persistenti – e i composti alifatici alogenati – poco persistenti – sono spesso presenti.

Alcuni inquinanti rinvenibili nei siti contaminati non sono regolamentati dal D.M. 471/1999: in tal caso è necessario individuare – per assimilazione tossicologica alle sostanze che sono contemplate

dalla normativa – una *concentrazione limite ammissibile (CLA)* prima di procedere alla classificazione e all'attività di bonifica.

L'origine del quadro relativo alla contaminazione della matrice *acque sotterranee* è in gran parte riconducibile a quella descritta per la matrice terreno: la diversa incidenza dei contaminanti in acqua deriva dal loro grado di solubilità e dalla loro volatilità.

Le sostanze più diffuse risultano i composti alifatici clorurati cancerogeni – che si rinvencono nel 23% circa dei casi di contaminazione di acque sotterranee – insieme con gli idrocarburi (21%) ed i metalli (19,5%); è pure significativa la frequenza dei BTEX.

La bonifica, il recupero e il ripristino ambientale

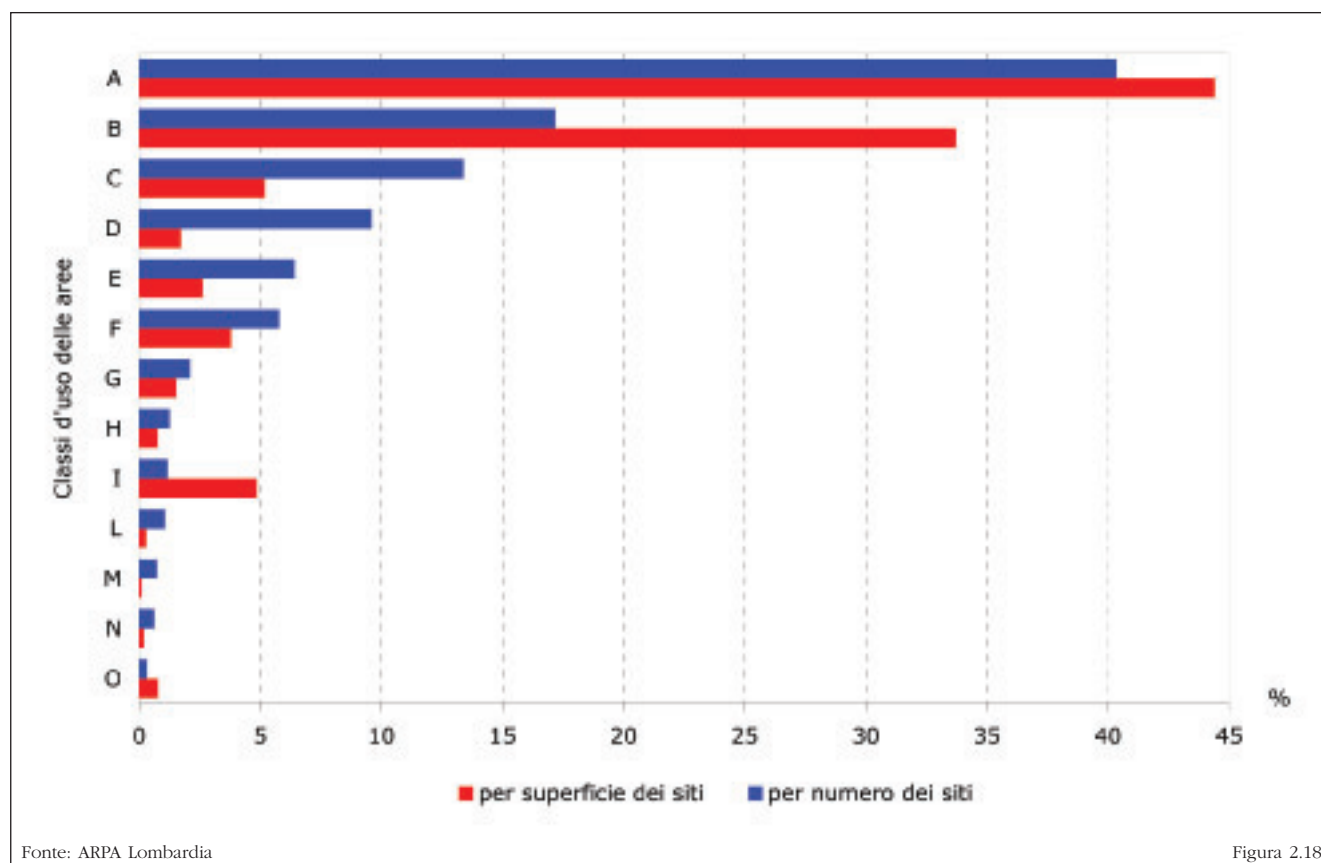
Con Delibera 958 del 17 febbraio 2004, il Consiglio regionale ha approvato il *Piano regionale stralcio di bonifica delle aree inquinate*, ai sensi del D.Lgs. 22/1997.

Uso originario delle aree sulle quali insistono i siti contaminati

Figura 2.18

Si evidenziano le prime 13 classi d'uso delle aree dalle quali sono originati i siti contaminati.

A: aree industriali dismesse, B: aree industriali in attività, C: impianti di stoccaggio combustibili, D: rilasci accidentali o dolosi, E: altro, F: smaltimenti non autorizzati, G: attività minerarie/estrattive, H: discariche abusive incontrollate, I: discariche autorizzate, L: impianti stoccaggio rifiuti, M: operazioni recupero rifiuti, N: altre operazioni gestione rifiuti, O: aree agricole oggetto di spandimenti incontrollati.



Fonte: ARPA Lombardia

Figura 2.18

La rilevante frequenza di contaminazione da metalli può essere ricollegata non solo alla diffusione della lavorazione di questi elementi sul territorio regionale ma anche alla loro scarsa mobilità, che ne favorisce la concentrazione nel suolo. Le categorie dei composti organici aromatici (come benzene, toluene e xilene, appartenenti alla aggregazione nota come BTEX) e degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono sempre riconducibili ad attività di commercializzazione o utilizzo di prodotti petroliferi e rappresentano composti relativamente meno persistenti. Anche i PCB – estremamente persistenti – e i composti alifatici alogenati – poco persistenti – sono spesso presenti.

Alcuni inquinanti rinvenibili nei siti contaminati non sono regolamentati dal D.M. 471/1999: in tal caso è necessario individuare – per assimilazione tossicologica alle sostanze che sono contemplate

dalla normativa – una *concentrazione limite ammissibile (CLA)* prima di procedere alla classificazione e all'attività di bonifica.

L'origine del quadro relativo alla contaminazione della matrice *acque sotterranee* è in gran parte riconducibile a quella descritta per la matrice terreno: la diversa incidenza dei contaminanti in acqua deriva dal loro grado di solubilità e dalla loro volatilità.

Le sostanze più diffuse risultano i composti alifatici clorurati cancerogeni – che si rinvencono nel 23% circa dei casi di contaminazione di acque sotterranee – insieme con gli idrocarburi (21%) ed i metalli (19,5%); è pure significativa la frequenza dei BTEX.

La bonifica, il recupero e il ripristino ambientale

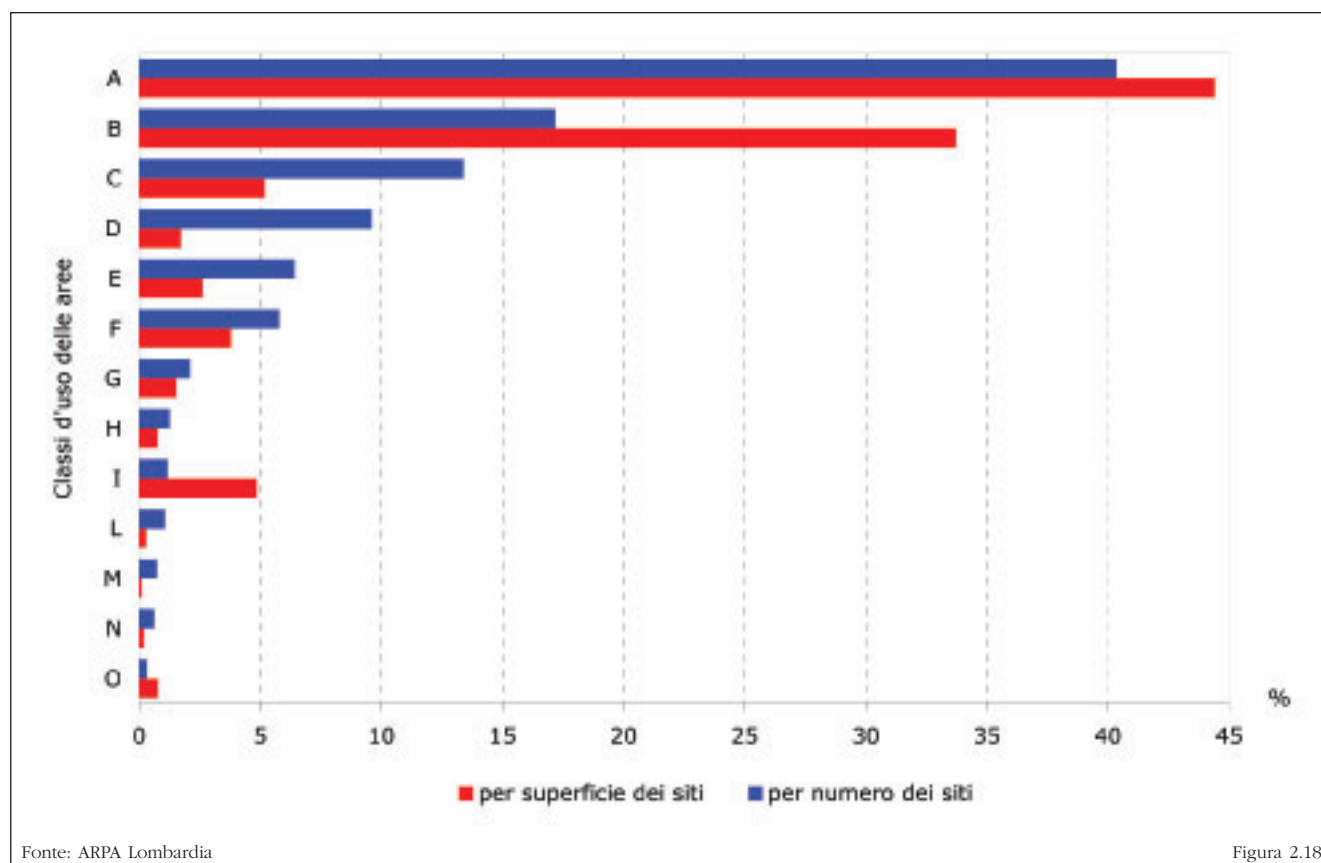
Con Delibera 958 del 17 febbraio 2004, il Consiglio regionale ha approvato il *Piano regionale stralcio di bonifica delle aree inquinate*, ai sensi del D.Lgs. 22/1997.

Uso originario delle aree sulle quali insistono i siti contaminati

Figura 2.18

Si evidenziano le prime 13 classi d'uso delle aree dalle quali sono originati i siti contaminati.

A: aree industriali dismesse, B: aree industriali in attività, C: impianti di stoccaggio combustibili, D: rilasci accidentali o dolosi, E: altro, F: smaltimenti non autorizzati, G: attività minerarie/estrattive, H: discariche abusive incontrollate, I: discariche autorizzate, L: impianti stoccaggio rifiuti, M: operazioni recupero rifiuti, N: altre operazioni gestione rifiuti, O: aree agricole oggetto di spandimenti incontrollati.



Fonte: ARPA Lombardia

Figura 2.18

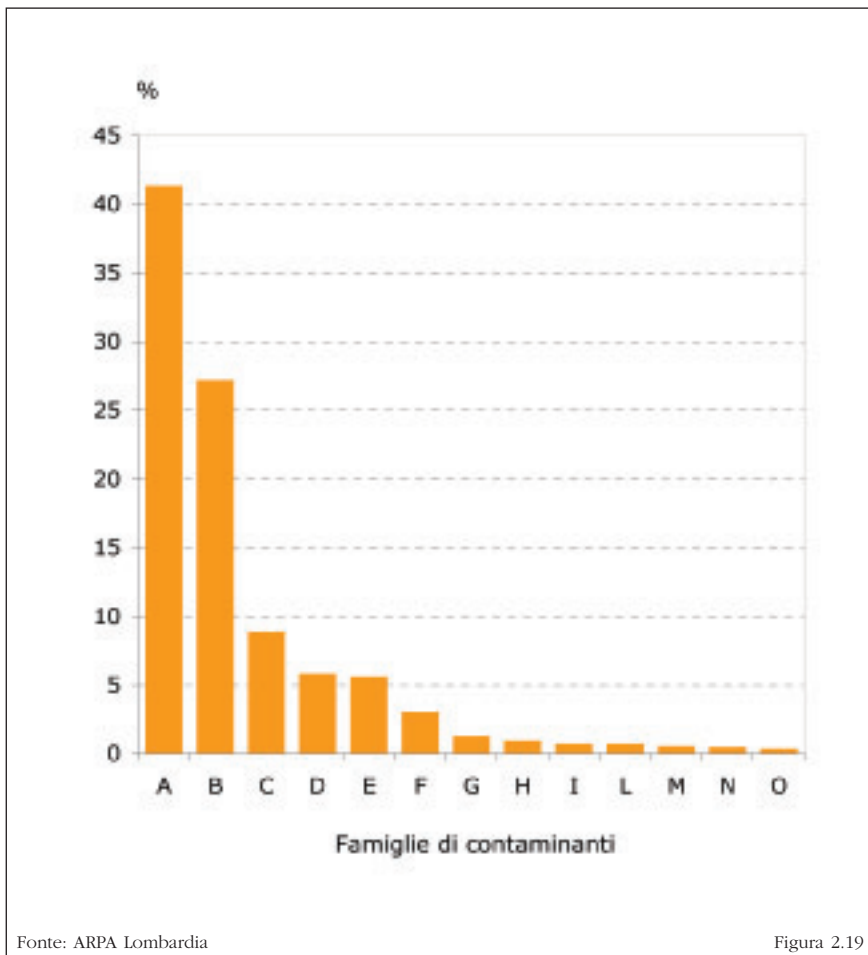


Figura 2.19
Frequenza degli inquinanti nei siti ove è contaminata la matrice terreno
 Si evidenziano le 13 principali famiglie di sostanze inquinanti – con le rispettive frequenze – rilevate nei siti contaminati. A: idrocarburi, B: metalli, C: BTEX, D: PCB, E: aromatici policiclici, F: alifatici clorurati cancerogeni, G: altre sostanze, H: ammine aromatiche, I: alifatici clorurati non cancerogeni, L: fenoli non clorurati, M: alifatici alogenati cancerogeni, N: fenoli clorurati, O: diossine e furani.

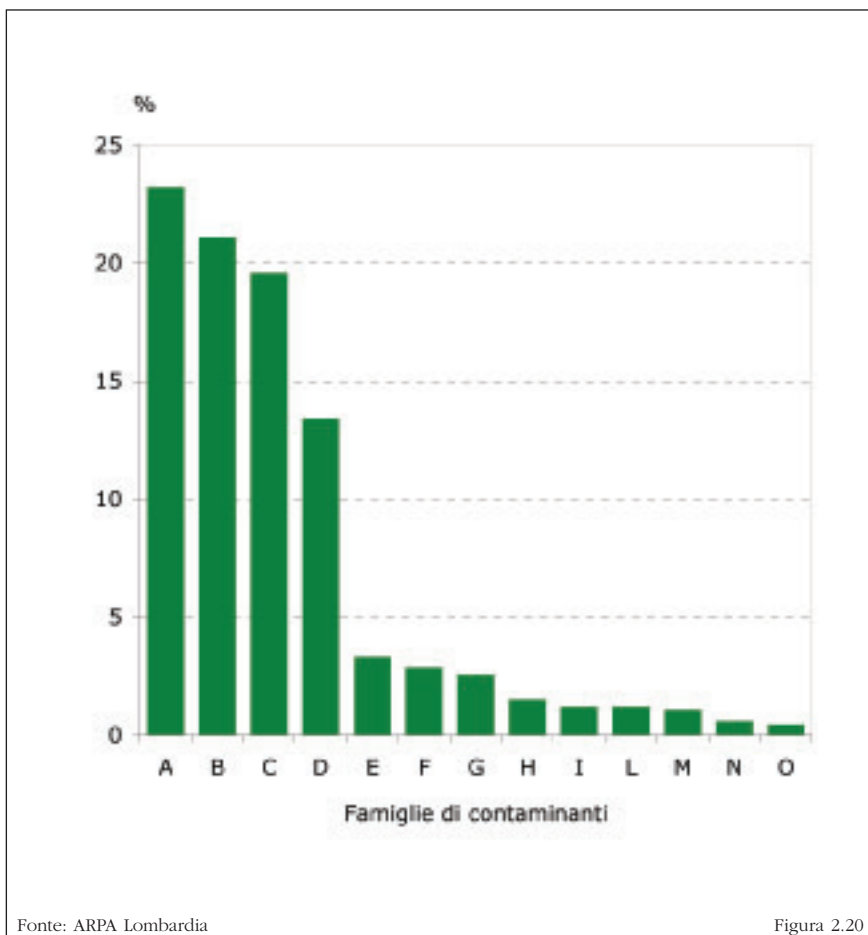


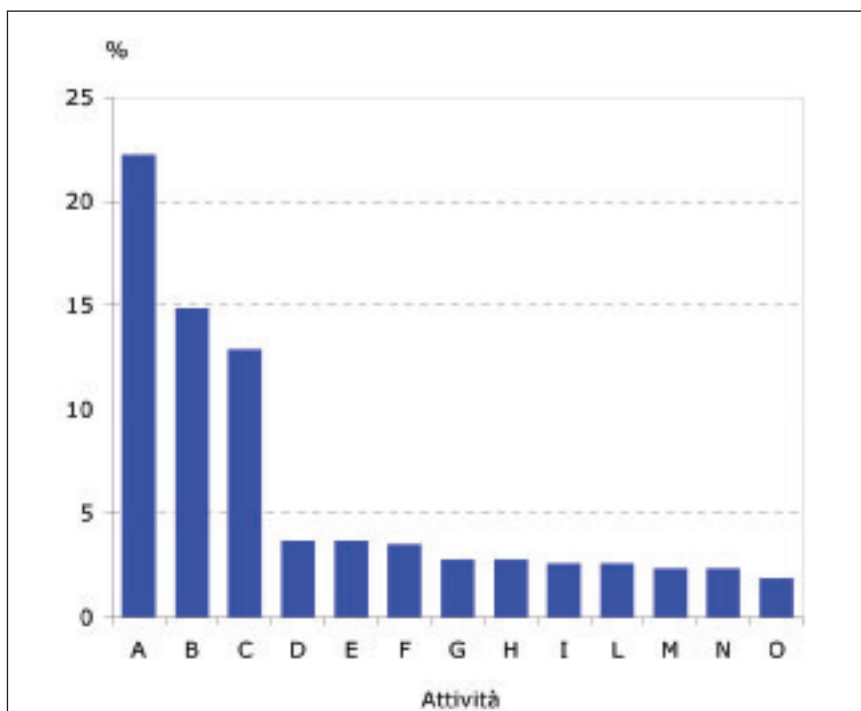
Figura 2.20
Frequenza degli inquinanti nei siti ove è contaminata la matrice acque sotterranee
 Si evidenziano le 13 principali famiglie di sostanze inquinanti – con le rispettive frequenze – rilevate nei siti contaminati. A: alifatici clorurati cancerogeni, B: idrocarburi, C: metalli, D: BTEX, E: aromatici policiclici, F: alifatici alogenati cancerogeni, G: alifatici clorurati non cancerogeni, H: composti inorganici, I: ammine aromatiche, L: PCB, M: fenoli non clorurati, N: altre sostanze, O: fenoli clorurati.

Figura 2.21

Attività che hanno originato i siti contaminati

Si evidenziano le prime 13 classi di attività – in alcuni casi accorpate per affinità merceologica – svolte sulle aree classificate come siti contaminati.

A: vendita e stoccaggio carburanti, B: produzione/lavorazione/fabbricazione metalli, C: fabbricazione prodotti chimici e fibre, D: recupero e preparazione al riciclaggio di rifiuti, E: smaltimenti rifiuti solidi e acque di scarico, F: fabbricazione di materie plastiche, G: agricoltura, H: altre attività estrattive, I: commercio e manutenzione veicoli, L: estrazione petrolifera e raffinerie, M: industria tessile, N: fabbricazione di macchine e apparecchi elettrici, O: trasporti.



Fonte: ARPA Lombardia

Figura 2.21

Box di approfondimento**Glossario relativo ad alcune tecniche di bonifica**

Bioventing: immissione di aria nella zona insatura del sottosuolo per incrementare la concentrazione di ossigeno e favorire la biodegradazione dei contaminanti. Applicabilità prevalente: contaminazione da combustibili, da solventi non clorurati, da alcuni pesticidi.

Soil Venting: immissione di ossigeno in un suolo contaminato per facilitare l'ossidazione degli inquinanti. Applicabilità prevalente: contaminazione da benzene, toluene, composti organici volatili.

Soil Vapour Extraction: applicazione di aria compressa, attraverso pozzi di iniezione, per trascinare i contaminanti sotto forma di vapore e gas verso pozzi di estrazione, ai quali è stato applicato il vuoto. Applicabilità prevalente: contaminazione da composti organici volatili e semivolatili.

Attenuazione naturale: sfrutta le potenzialità dei processi naturali (quali diluizione, volatilizzazione, biodegradazione, adsorbimento e reazioni chimiche) per ridurre le concentrazioni dei contaminanti presenti a livelli inferiori a quelli imposti dalla normativa. Applicabilità prevalente: composti organici volatili e semivolatili, combustibili.

Biosparging: iniezione di aria nelle acque sotterranee per incrementare la concentrazione di ossigeno disciolto ed aumentare l'attività di biodegradazione. Applicabilità prevalente: composti organici volatili e semivolatili non alogenati, combustibili.

Air Sparging: iniezione di aria nelle acque sotterranee al fine di rimuovere i contaminanti mediante volatilizzazione. Applicabilità prevalente: composti organici volatili e combustibili.

Pump and Treat: le acque sotterranee contaminate vengono prelevate e trattate. Applicabilità prevalente: qualunque contaminante; utilizzo come barriera idraulica.

Tale documento costituisce lo strumento funzionale di programmazione e di pianificazione degli interventi con cui la Regione Lombardia individua l'ordine di priorità e le modalità degli interventi di bonifica, la stima degli oneri finanziari degli interventi e le modalità di smaltimento dei materiali da asportare. Il Piano rappresenta un aggiornamento del precedente *Piano di Bonifica delle Aree Contaminate* (D.G.R. 66818/1995) alla luce della nuova normativa in materia di rifiuti ed in considerazione dell'evoluzione della situazione ambientale intervenuta sul territorio regionale. Secondo le indicazioni del Piano, la priorità degli interventi viene definita sulla base di un livello di rischio complessivo attribuito ad ogni sito; tale livello di rischio si definisce considerando le condizioni al contorno insieme con alcuni parametri fondamentali caratterizzanti quali la presenza antropica, la vicinanza ad acque superficiali, la profondità della falda, lo stato dei terreni, la circolazione locale dell'aria e le con-

dizioni delle strutture di contenimento.

In Lombardia, per la bonifica del terreno, viene prevalentemente impiegata la tecnica di *rimozione e smaltimento*: a sei anni di distanza dall'applicazione del D.M. 471/1999 questo dato conferma che i soggetti operanti nel settore privilegiano sistemi di intervento più rapidi, anche se maggiormente costosi, a discapito dei principi ispiratori della normativa sulla bonifica dei siti che promuove l'utilizzo di tecniche di disinquinamento realizzate sul luogo.

La tecnica della rimozione del terreno contaminato – e del successivo conferimento in discarica come rifiuto – risponde alla frequente esigenza di disporre in tempi brevi di aree da riutilizzare; lo smaltimento del terreno però implica la generazione di altri problemi ambientali quali il riempimento delle discariche (che rappresentano un sistema di gestione dei rifiuti da limitare), i rischi derivanti dal trasporto e dalla movimentazione del terreno contaminato nonché il declassamento a rifiuto di una risorsa

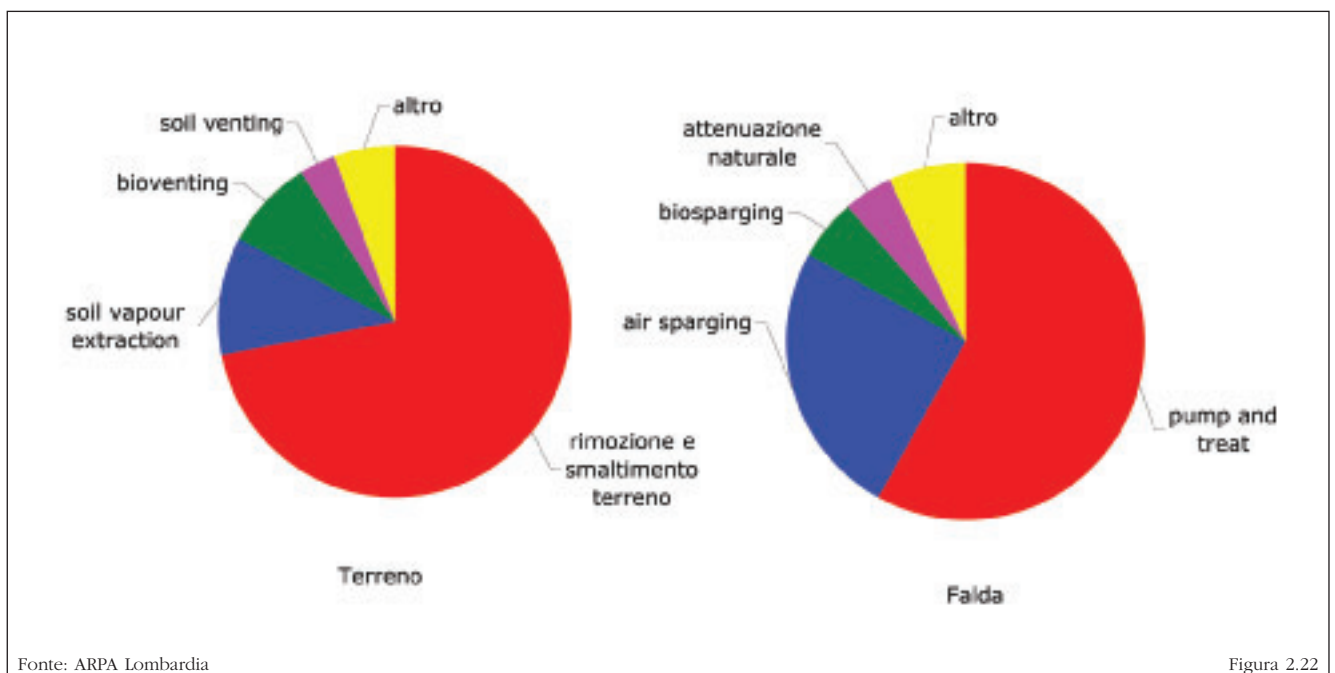
– il terreno rimosso – che potrebbe essere riutilizzata previo trattamento.

Per favorire la sostenibilità degli interventi di bonifica la stessa normativa vigente (D.M. 471/1999, all. 3) raccomanda di privilegiare tecniche di bonifica *in situ* e *on site*, tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito medesimo; in alternativa suggerisce anche i trattamenti *off site* che comportano il riutilizzo del suolo bonificato anche in altri siti che presentino condizioni ambientali e sanitarie adeguate.

Le tecnologie specifiche di bonifica più utilizzate a livello regionale sono *Soil Vapour Extraction*, *Bioventing* e *Soilventing*, applicate quasi esclusivamente a terreni contaminati da idrocarburi. Per le acque sotterranee risulta prevalente l'impiego delle tecnologie *Pump and Treat* (attraverso la quale le acque sotterranee contaminate vengono prelevate e pompate per impedire la loro migrazione) ed *Air Sparging*, che consiste nell'iniezione diretta di aria in falda per rimuovere prevalentemente i contaminanti volatili.

Figura 2.22
Tecnologie di bonifica applicate in Lombardia

Le statistiche riguardano le tecniche di bonifica già applicate o previste per i siti con progetto di bonifica definitivo già approvato. I trattamenti *in situ* non richiedono la rimozione del terreno e prevedono l'applicazione della tecnologia di bonifica sull'intera sezione verticale del terreno da bonificare, mentre i trattamenti *on-site* prevedono l'applicazione di tecniche di decontaminazione sul terreno rimosso, realizzata nel sito stesso; i trattamenti *off-site* si differenziano dagli *on-site* in quanto l'applicazione della tecnologia di bonifica viene realizzata in un impianto esterno.



Box di approfondimento**I siti contaminati: riferimenti normativi**

La gestione dei siti inquinati è regolata dalla normativa nazionale e trae origine dall'art. 17 del D.Lgs. 22/1997 che stabilisce il concetto fondamentale in base al quale chiunque cagioni, anche in maniera accidentale, il superamento di valori limite di accettabilità di determinate sostanze inquinanti nelle matrici ambientali è tenuto a procedere a proprie spese ad azioni di risanamento riconducibili ad interventi di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale.

Il regolamento applicativo dell'art. 17 del D.Lgs. 22/1997 è rappresentato dal D.M. 471/1999 che ha stabilito i criteri generali, le procedure e le modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati nonché i limiti di concentrazione massima ammissibili delle sostanze inquinanti.

Il D.M. 471/1999, inoltre, stabilisce (art. 2) che un sito deve essere considerato contaminato qualora si rilevi il superamento del limite anche di una sola delle sostanze inquinanti eventualmente presenti nel suolo o nel sottosuolo o nelle acque superficiali o nelle acque sotterranee, e tale da determinare condizioni di pericolo per la salute pubblica o per l'ambiente naturale.

**La Legge regionale 26/2003
e i Regolamenti regionali n. 1 e 2 del 2005**

La recente L.R. 26/2003 (*Disciplina dei servizi di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche*) prevede che la Regione promuova azioni volte a favorire ed accelerare gli interventi di bonifica, ripristino e riqualificazione ambientali dei siti inquinati da parte dei soggetti privati. Il comma 2 dell'art. 21 - attuato con il Regolamento regionale n. 1/2005 - stabilisce che, qualora i responsabili non provvedano ovvero non siano individuabili, i Comuni individuino mediante procedure ad evidenza pubblica il soggetto che effettuerà la bonifica e ne sosterrà integralmente i costi. Il soggetto operante potrà disporre delle aree bonificate utilizzandole in proprio, in concessione o cedendole a terzi.

Solo dopo l'esperimento infruttuoso della procedura di individuazione di soggetti interessati il Comune procede d'ufficio a realizzare gli interventi di bonifica, eventualmente godendo dei finanziamenti regionali.

Il Regolamento regionale n. 2 del 28 febbraio 2005 (*Disciplina degli interventi di bonifica e ripristino ambientale che non richiedono autorizzazione ai sensi dell'art. 13 del D.M. 471/1999, in attuazione dell'art. 17 comma 1 lettera (b) della L.R. 26/2003*) ha individuato le tipologie di interventi di bonifica e ripristino ambientale che possono essere realizzati senza la preventiva autorizzazione e stabilisce i criteri, le modalità e le procedure per la loro esecuzione.

Il Regolamento regionale descrive, in particolare, i requisiti di carattere amministrativo, quelli relativi all'area interessata dall'intervento ed alle caratteristiche delle sostanze inquinanti nonché le disposizioni procedurali, i criteri progettuali e le modalità dei procedimenti di bonifica.