

# CARATTERIZZAZIONE NEI SITI CONTAMINATI

Eugenia Bartolucci, Michele Fratini, Fabio Pascarella  
*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma*

## Obiettivi della caratterizzazione

La caratterizzazione rappresenta, in un numero significativo di casi, solo il primo di una serie di passi che hanno come obiettivo la bonifica e/o messa in sicurezza di un sito contaminato. Ciò comporta che, se da un lato le indagini di caratterizzazione di un sito devono avere come prerogativa la definizione qualitativa e quantitativa dell'eventuale contaminazione con minore approssimazione possibile, dall'altro la loro progettazione non può prescindere dal considerare i costi e i tempi connessi alla realizzazione. Lo sforzo del progettista e degli Enti preposti all'approvazione del Piano di caratterizzazione deve essere indirizzato quindi alla definizione di un piano di indagine che consenta di ottenere il maggior numero d'informazioni possibili sull'assetto geologico e idrogeologico del sito e sull'eventuale contaminazione a costi e tempi ragionevoli (1).

## Riferimenti normativi

Il principale riferimento normativo per la caratterizzazione dei siti contaminati è la Parte IV, Titolo V "Bonifica dei siti contaminati", del DL.vo 152/2006 "Norme in materia ambientale" che dalla sua emanazione ha subito numerose modifiche e integrazioni (2). Per completezza è da citare anche il DM 471/1999 "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, n. 22 e successive modificazioni e integrazioni" (3), poiché molti concetti sono stati introdotti proprio da questa precedente norma. Il DL.vo 152/2006 e s.m.i. prevede il Piano di caratterizzazione all'art. 242 "Procedure operative e amministrative" e fornisce indicazioni sulla sua redazione nell'Allegato 2 "Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati". L'Allegato 2 specifica in premessa due concetti importanti: gli obiettivi della caratterizzazione e l'obbligatorietà delle verifiche da parte delle pubbliche autorità. Infatti definisce la caratterizzazione come:

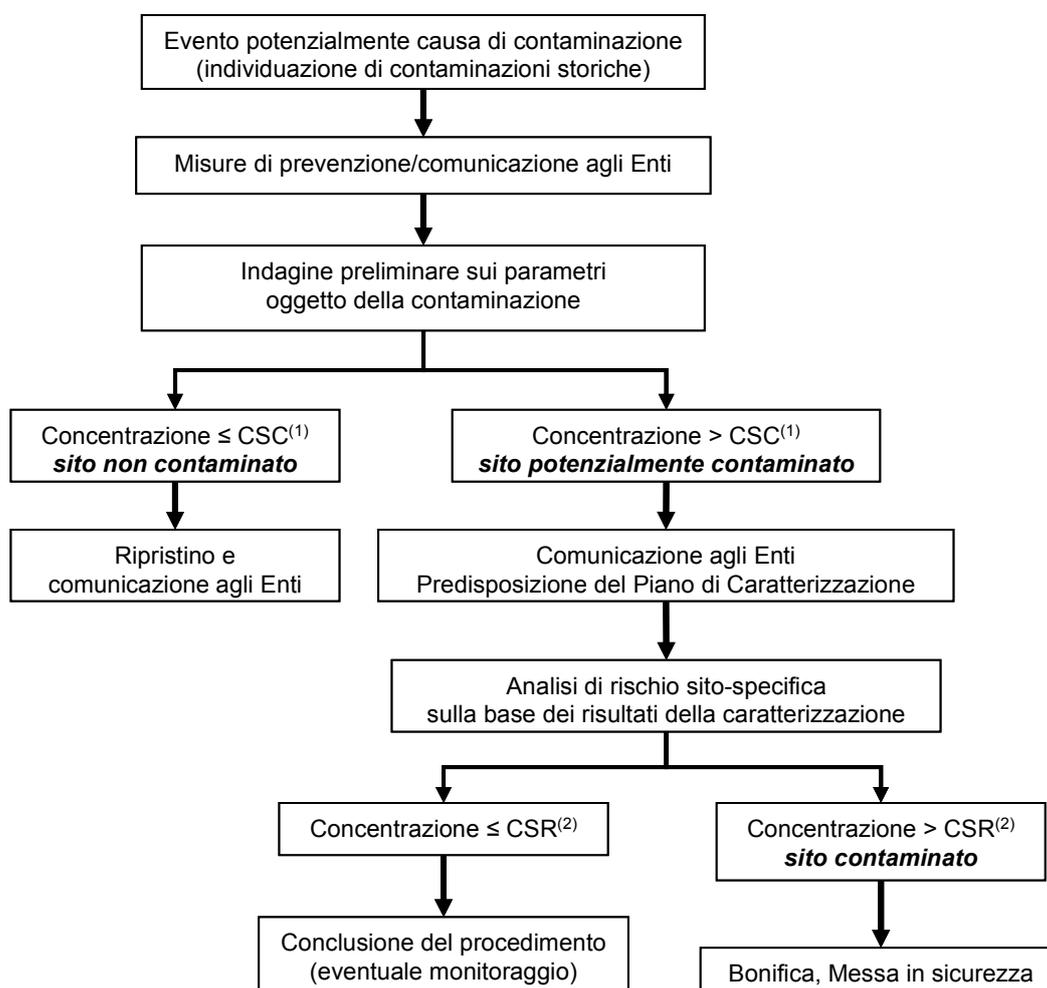
"l'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali, in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito" e prevede che "Le attività di caratterizzazione devono essere condotte in modo tale da permettere la validazione dei risultati finali da parte delle Pubbliche Autorità in un quadro realistico e condiviso delle situazioni di contaminazione eventualmente emerse".

Per caratterizzazione dei siti contaminati la norma intende l'intero processo costituito dalle seguenti fasi:

1. Ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito.
2. Elaborazione del modello concettuale preliminare del sito e predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee.

3. Esecuzione del piano di indagini e delle eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti.
4. Elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee.
5. Elaborazione del modello concettuale definitivo.
6. Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili – sui quali impostare gli eventuali interventi di messa in sicurezza e/o di bonifica, che si rendessero successivamente necessari a seguito dell'analisi di rischio – calcolati mediante analisi di rischio eseguita secondo i criteri di cui in Allegato 1 (al DL.vo 152/2006 e s.m.i.).

Nel seguito la caratterizzazione sarà trattata con particolare riguardo agli aspetti tecnici, tralasciando quelli procedurali e amministrativi, per i quali si rimanda alla norma citata. Ad ogni buon conto la Figura 1 illustra i passi salienti delle procedura tecnico-amministrativa prevista nella bonifica dei siti contaminati.



(1) CSC: Concentrazione Soglia di Contaminazione (art. 240, comma 1 lett.b, DL.vo 152/2006 e s.m.i.)

(2) CSR: Concentrazione Soglia di Rischio (art. 240, comma 1 lett.c, DL.vo 152/2006 e s.m.i.)

**Figura 1. Le fasi della bonifica dei siti contaminati ai sensi del DL.vo 152/2006 e successive modifiche e integrazioni**

## Piano della caratterizzazione

Il Piano della caratterizzazione descrive dettagliatamente il sito e tutte le attività che vi si sono svolte o che ancora vi si svolgono; individua le correlazioni tra le attività svolte e tipo, localizzazione ed estensione della possibile contaminazione; descrive le caratteristiche delle componenti ambientali sia all'interno del sito che nell'area da questo influenzata; descrive le condizioni necessarie alla protezione ambientale e alla tutela della salute pubblica; presenta un "piano delle indagini" da attuare per definire tipo, grado ed estensione dell'inquinamento.

In particolare, in relazione alle procedure previste dalla legislazione vigente, i contenuti del piano devono essere mirati alla:

- individuazione dei punti/aree potenzialmente contaminate dove le concentrazioni rilevate superano i limiti previsti dalla norma, cioè le *Concentrazioni Soglia di Contaminazione* (CSC);
- definizione del modello concettuale (sorgente trasporto bersaglio);
- acquisizione di dati per l'implementazione di una analisi di rischio sito-specifica (4);
- acquisizione dei dati per l'eventuale determinazione dei valori di fondo (5, 6);
- individuazione delle eventuali misure di messa in sicurezza di urgenza/operativa.

Questi temi sono sviluppati, in genere, nel piano attraverso tre sezioni:

1. raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti;
2. formulazione del modello concettuale preliminare;
3. predisposizione del piano di investigazione iniziale.

La caratterizzazione può essere realizzata per fasi successive a crescente dettaglio finalizzate ad approfondire specifici aspetti per l'affinamento del modello concettuale. Questo tipo d'approccio, peraltro già adottato per alcuni Siti d'Interesse Nazionale (SIN), permette di indirizzare meglio le indagini con evidenti riflessi anche d'ordine economico.

## Raccolta e sistemazione dei dati esistenti

Questa sezione è di notevole importanza, in quanto il dettaglio e la completezza delle informazioni in essa contenute, possono significativamente influire sulla definizione del piano d'indagini consentendo di evitare errori di valutazione nello sviluppo del modello concettuale preliminare. Nonostante la sua importanza, questa fase è spesso la meno trattata del piano, forse a causa della difficoltà a reperire le informazioni.

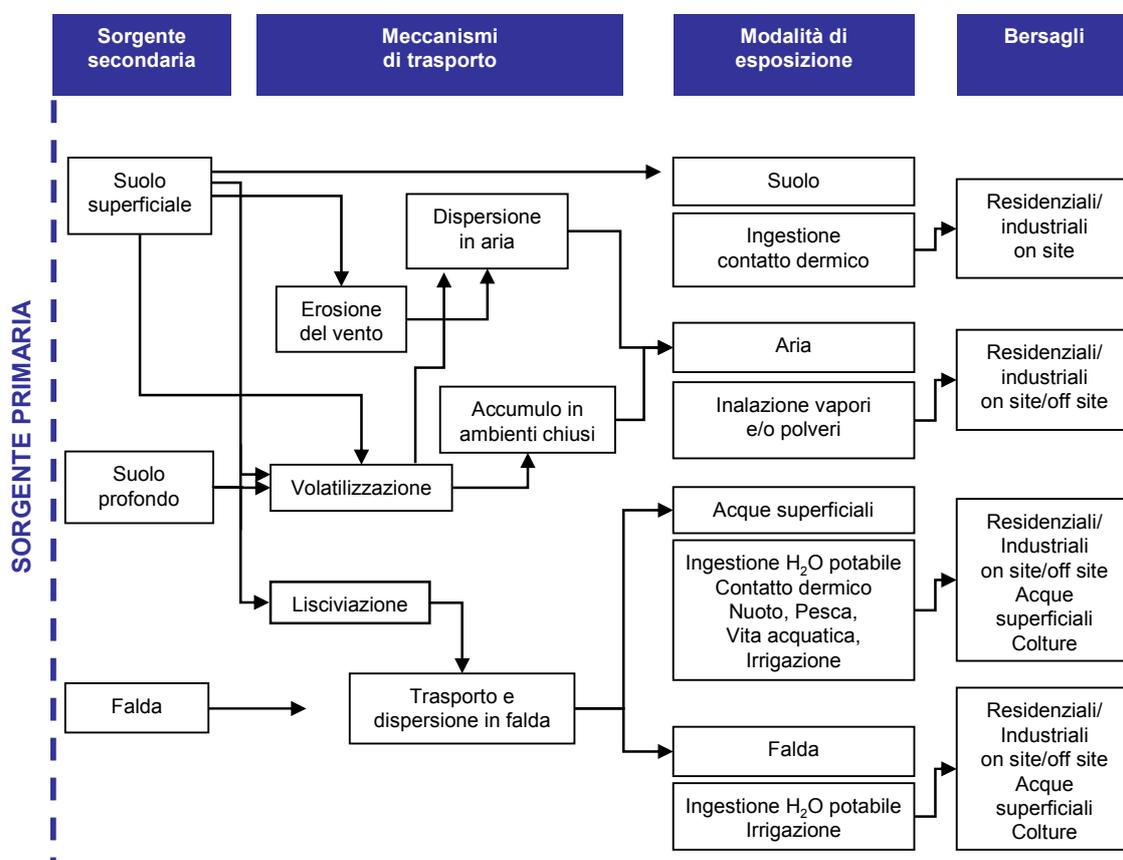
Le informazioni da raccogliere in questa fase sono le più disparate e devono riguardare le attività attuali e quelle svolte in passato nel sito che possono avere effetti sullo stato di qualità delle matrici ambientali, ivi compresi materie prime utilizzate, emissioni, incidenti, eventuali indagini pregresse, ecc. Inoltre in questa fase saranno raccolti ed elaborati i dati che consentono di procedere ad una ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico e del contesto ambientale dell'area in esame (presenza pozzi, corpi idrici superficiali, elementi di pianificazione territoriale, ecc.).

Le informazioni possono essere raccolte attraverso ricerche bibliografiche, sopralluoghi in sito, interviste con i tecnici e più in generale con le persone coinvolte a vario titolo, anche in passato, nella gestione del sito.

## Caratterizzazione del sito e formulazione preliminare del modello concettuale

Il modello concettuale è la rappresentazione schematica e semplificata dell'interazione tra lo stato di contaminazione delle matrici ambientali e l'ambiente naturale e/o antropico, quindi descrive (Figura 2):

- fonti di contaminazione primarie (serbatoi, rifiuti, accumuli di materiale contaminato, ecc.) e secondarie (suolo, sottosuolo, acqua, sedimenti, aria contaminati) presenti;
- natura, grado ed estensione dell'inquinamento di suolo, sottosuolo, acque superficiali, acque sotterranee, sedimenti e atmosfera sia del sito che dell'ambiente da questo influenzato;
- percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli;
- bersagli della contaminazione (recettori ambientali e umani) e le vie di esposizione sulla base dell'uso del territorio.



**Figura 2. Sito contaminato: esempio di schema a blocchi della costruzione del modello concettuale finalizzato all'analisi del rischio sanitario**

L'analisi di quanto reperito nella fase di raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti consente la formulazione preliminare del modello concettuale che, sulla base delle informazioni acquisite nelle varie fasi di indagine, sarà soggetto a continui aggiornamenti e affinamenti.

Il modello concettuale è l'elemento fondamentale nell'intero processo di caratterizzazione e bonifica dei siti contaminati ed è alla base della pianificazione delle strategie di indagine preliminare, di caratterizzazione e di messa in sicurezza e bonifica.

## **Piano di investigazione iniziale**

Sulla base della raccolta e sistematizzazione delle informazioni disponibili sul sito e della successiva formulazione preliminare del modello concettuale, si progetterà il piano di investigazione la cui esecuzione dovrà fornire tutti gli elementi necessari per le successive fasi dell'iter procedurale (analisi di rischio, interventi di messa in sicurezza e/o bonifica).

La tipologia di indagine potrà essere di tipo diretto (sondaggi, piezometri, ecc.) o indiretto (indagini sismiche, geoelettriche, radiometriche, ecc.); queste ultime possono essere di supporto, ad esempio, nella definizione della geometria della sorgente di contaminazione o nella ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico del sito.

Le indagini riguarderanno le diverse matrici ambientali di interesse: gas interstiziali, *top-soil*, suolo, sottosuolo, acque di falda, acque superficiali, sedimenti fluviali, lacustri e marini. A tale proposito è da evidenziare che l'attuale normativa fornisce CSC solo per le matrici suolo, sottosuolo e acque sotterranee. Le altre matrici sono comunque spesso oggetto di caratterizzazione al fine di completare il quadro conoscitivo dell'area e i risultati delle indagini sono interpretati attraverso valutazioni e approcci integrati (es. chimico-ecotossicologico). Nelle aree in cui fenomeni naturali e/o antropici diffusi possono aver determinato nelle matrici ambientali concentrazione superiori alle CSC, potrà essere necessario effettuare una valutazione dei valori di fondo rappresentativi dell'area di indagine da utilizzare come termini di riferimento in sostituzione delle CSC.

In fase di progettazione dovrà essere definita la strategia di caratterizzazione in termini di ubicazione e numero dei punti di indagine (sondaggi, piezometri, transetti fluviali, ecc.) numero e profondità di prelievo dei campioni, prelievi in duplicato per il controllo della qualità e per le attività di validazione da parte degli Enti di Controllo nonché il set analitico (chimico, geotecnico, ecotossicologico, ecc.).

La selezione del set analitico riveste grande importanza perché un suo sottodimensionamento potrebbe non consentire la ricostruzione di un quadro completo della contaminazione, al contrario il sovradimensionamento comporterebbe un maggiore impegno in termini economici e temporali non sempre giustificato dal modello concettuale.

Il piano di investigazione comprenderà inoltre una serie di attività cosiddette "preliminari" quali la ricerca di ordigni bellici, la pulizia da vegetazione e apertura piste, l'individuazione dei sottoservizi che spesso vincolano la realizzazione delle indagini progettate.

## **Rappresentazione dei risultati e modello concettuale definitivo**

Di grande importanza, spesso sottovalutata, è la presentazione dei risultati del piano di caratterizzazione che deve descrivere nel modo più semplice e comprensibile anche le attività svolte in campo e in laboratorio.

Per tale motivo è necessario redigere, a conclusione dell'attività, un documento che, attraverso l'adeguata elaborazione dei risultati delle indagini effettuate, permetta l'aggiornamento del modello concettuale del sito comprendente la ricostruzione dell'assetto

geologico e idrogeologico locale e la fotografia dello stato di qualità delle matrici ambientali in termini di tipo, grado e distribuzione dell'inquinamento.

Per permettere un'efficace archiviazione di tutti i dati relativi al sito e dei risultati di ogni tipo di indagine effettuata potrà essere realizzata una banca dati informatizzata collegata ad un sistema informativo territoriale. Tale banca dati potrà essere aggiornata con eventuali ulteriori indagini effettuate in modo tale da costituire un utile supporto all'aggiornamento del modello concettuale del sito e di conseguenza alla progettazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza o bonifica.

## Bibliografia

1. Calace N, Fratini M, Guerra M, Pascarella F, Zampetti F. *Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati*. Roma: Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici; 2006. (Manuali e Linee guida 43/2006). Disponibile all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/manuale-per-le-indagini-ambientali-nei-siti>; ultima consultazione 28/07/15.
2. Italia. Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale. *Gazzetta Ufficiale – Serie Generale* n. 88, 14 aprile 2006.
3. Italia. Decreto Ministeriale 25 ottobre 1999, n.471. 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, n. 22 e successive modificazioni e integrazioni. *Gazzetta Ufficiale* n. 293 del 15-12-1999 - *Supplemento Ordinario* n. 218.
4. Gruppo di lavoro “Analisi di Rischio” APAT-ARPA-ISS-ISPEL. *Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del D.Lgs. 152/2006*. Roma: Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici; 2008. Disponibile all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/files/temi/documentopervalidazioneparametrisito-specifici.pdf>; ultima consultazione 28/07/15.
5. APAT-ISS. *Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale*. Roma: Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici; 2006. Disponibile all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/files/temi/tec-valori-di-fondo.pdf>; ultima consultazione 28/07/15.
6. Bartolucci E, Bussetini M, Calace N, D'Aprile L, Fratini M, Guerra M, Marangio L, Pirani G, Pirani G, Vecchio A. *Protocollo per la definizione dei valori di fondo per le sostanze inorganiche nelle acque sotterranee*. Roma: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale; 2009. Disponibile all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/files/temi/fondo-metalli-acque-sotterranee.pdf>; ultima consultazione 28/07/15.