

10 Siti contaminati

- La situazione dei siti contaminati
- Lo stato di avanzamento degli interventi di bonifica
- Tecnologie di bonifica utilizzate
- Caratteristiche dei siti contaminati
- Analisi dei principali contaminanti





Maurizio Di Tonno
Mario Robba
 Arpa Piemonte

La situazione dei siti contaminati in Piemonte viene tenuta sotto controllo attraverso le informazioni inserite da Regione, Province e Arpa nell'Anagrafe Regionale dei siti contaminati. I dati utilizzati per le diverse elaborazioni riportate nel presente capitolo si riferiscono all'ultima estrazione eseguita il 20 giugno 2008.

Indicatore/Indice	DPSIR	Fonte dei dati	Unità di misura	Copertura geografica	Anno di riferimento	Disponibilità dei dati
Siti censiti in Anagrafe	S / P	Anagrafe Regionale dei siti contaminati	numero	Provincia Regione	2008	+++
Siti per unità di superficie	P	Anagrafe Regionale dei siti contaminati	numero/km ²	Provincia	2008	+++
Siti per popolazione	P	Anagrafe Regionale dei siti contaminati	numero/abitanti	Provincia	2008	+++
Siti con iter concluso	R	Anagrafe Regionale dei siti contaminati	numero	Regione	2008	+++
Siti con intervento non necessario	R	Anagrafe Regionale dei siti contaminati	numero	Regione	2008	+++

www.arpa.piemonte.it → reporting ambientale → indicatori

10.1 LA SITUAZIONE DEI SITI CONTAMINATI

Alla data di riferimento, l'Anagrafe Regionale dei siti contaminati conta 970 siti, di cui 151 inseriti ai sensi della nuova normativa. Data la profonda differenza nella definizione stessa di sito contaminato, introdotta con l'entrata in vigore del DLgs 152/06 si è deciso di trattare separatamente i siti gestiti secondo le diverse procedure.

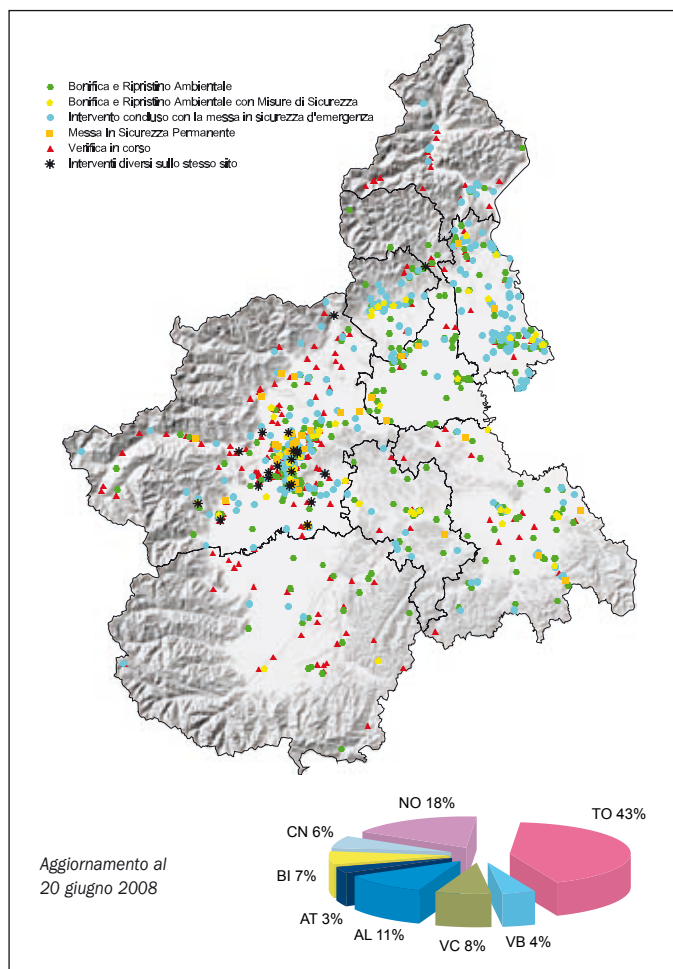
Si contano quindi oltre ai 151 siti gestiti secondo il DLgs 152/06, 752 siti gestiti secondo il DM 471/99 o norme precedenti e 67 siti la cui procedura era stata avviata ai sensi di norme precedenti al DLgs 152/06 e per i quali gli obiettivi di bonifica sono stati rimodulati in base ad una procedura di Analisi di Rischio sito specifica, in accordo con quanto previsto dall'art. 265 comma 4 del DLgs 152/06.

I siti gestiti in base al DM 471/99 possono essere analizzati con gli stessi criteri utilizzati gli scorsi anni, osservando che, fra i 752 siti presenti, 87 hanno concluso l'iter di bonifica e 222 si riferiscono a situazioni per le quali, a seguito delle indagini preliminari, non è risultato necessario procedere con un vero intervento di bonifica.

Per quanto riguarda invece i siti gestiti in base al DLgs 152/06, si evidenzia che fra i 151 siti, per i quali è stato accertato un superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), soltanto 7 risultano avere un superamento delle CSR (Concentrazioni Soglia di Rischio). Tale numero, evidentemente troppo basso, potrebbe essere determinato verosimilmente più da una mancanza di dati in Anagrafe che da un drastico calo dei siti definibili a tutti gli effetti "siti contaminati". Sarà pertanto necessario seguire con attenzione in futuro questa tipologia di siti.

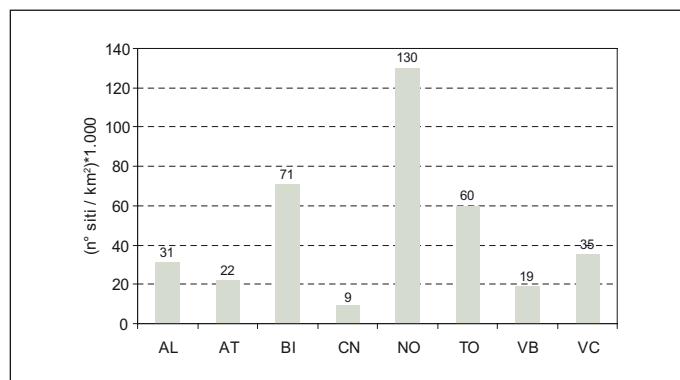
In riferimento ai siti nel loro insieme, rispetto allo scorso anno la ripartizione fra le otto province vede un incremento dei siti ubicati nella provincia di Torino, che passano da 309 a 408.

Figura 10.1 - Siti contenuti nell'Anagrafe Regionale dei siti contaminati - anno 2008



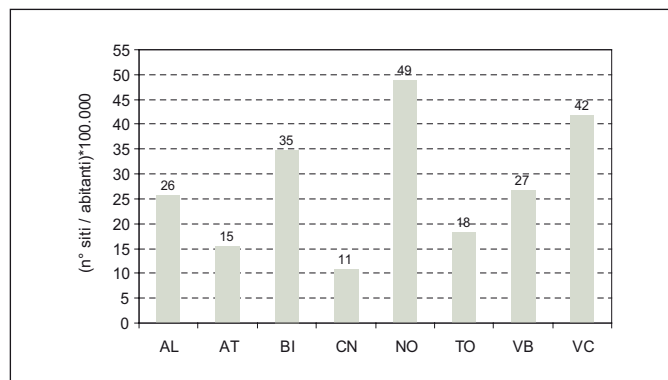
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.2 - Siti riferiti all'unità di superficie - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.3 - Siti riferiti alla popolazione - anno 2008



Dati sulla popolazione al 21/01/2008 - Regione Piemonte, BDDE
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

10.2 LO STATO DI AVANZAMENTO DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

Siti gestiti in base al DM 471/99 o norme precedenti

Una indicazione di quale sia lo stato di avanzamento delle diverse procedure di bonifica si può avere attraverso la **figura 10.4**. Il dato relativo all'*iter* di bonifica è disponibile per 620 siti su 752. I 222 siti, per i quali non è necessario procedere con un intervento di bonifica, costituiscono una specie di pre-anagrafe il cui significato è semplicemente quello di lasciare una traccia di un impatto su una matrice ambientale, anche se subito risolto con i primi interventi di messa in sicurezza.

La completa risoluzione del problema di contaminazione, attestata dal certificato di avvenuta bonifica o da analogo atto, è stata ottenuta per 87 siti; di questi quattro sono stati realizzati con finanziamenti pubblici. Per altri 95 siti l'*iter* di bonifica ha esaurito la parte progettuale e ha visto l'approvazione del progetto definitivo, mentre per 38 siti è stato documentato formalmente l'inizio degli interventi di bonifica sul campo.

Un discorso a parte meritano i siti cosiddetti "rimodulati", ossia quei siti la cui procedura era stata avviata ai sensi del DM 471/99, o norme precedenti, per i quali il soggetto responsabile ha chiesto, entro i termini previsti dalla legge, di rimodulare gli obiettivi di bonifica in base ad una procedura di Analisi di Rischio sito specifica (ai sensi dell'art. 265 comma 4 del DLgs 152/06).

Questi siti sono 67 e il loro stato di avanzamento è rappresentato in **figura 10.5**.

Si noti che nel caso dei siti rimodulati la notazione intervento non necessario si riferisce ai siti per i quali a seguito degli interventi di messa in sicurezza di emergenza sono rimasti dei valori di concentrazioni superiori alle CSC ma inferiori alle CSR calcolate in base alla procedura di analisi di rischio sito specifica.

Siti gestiti in base al DLgs 152/06

In **figura 10.6** è riassunta la situazione relativa ai siti gestiti in base alla nuova normativa. Tenendo presente che si tratta di siti abbastanza recenti e che il dato relativo all'*iter* di bonifica è disponibile per 97 siti su 151, si osserva che per molti di essi non si è ancora arrivati all'approvazione dell'Analisi di Rischio e pertanto alla definizione delle CSR. Questo dato mostra uno dei punti deboli dell'approccio basato sul rischio sito specifico, cioè quello di un rallentamento della procedura dovuto alla complessità del percorso che conduce all'approvazione dello studio di analisi di rischio.

Considerando invece i siti nel loro insieme, una comparazione con la situazione rilevata negli scorsi anni può essere fatta utilizzando i dati storicizzati provenienti dall'Anagrafe dei siti contaminati, risalendo fino al 2003¹.

¹Le date prese come riferimento per i diversi anni sono il 15/05/2003, il 09/04/2004, il 15/04/2005, il 27/03/2006, il 31/05/2007 e il 20/06/2008.



Incremento nel numero di siti in provincia di Torino (dal 37% al 43%).

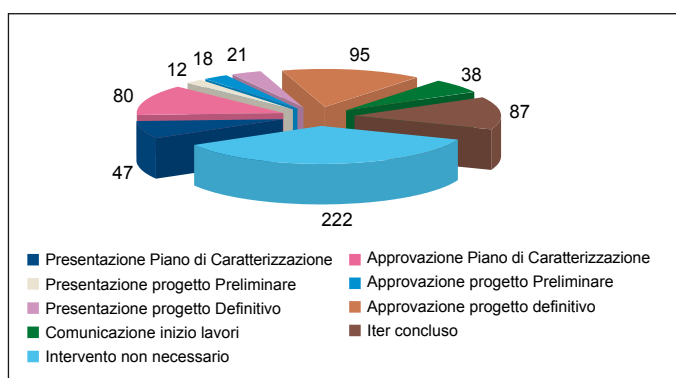
Nella tabella 10.1 vengono riassunti i valori degli indicatori di riferimento, mentre nelle **figure 10.7 e 10.8** vengono mostrati graficamente gli andamenti.

Tabella 10.1 - Comparazione dati in Anagrafe - anni 2003-2008

Anno	Siti in anagrafe	Incremento annuale	Siti conclusi con certificazione o atto formale	Incremento annuale	Siti con intervento non necessario	Incremento annuale
2003	430		17		65	
2004	584	154	18	1	102	37
2005	677	93	35	17	104	2
2006	760	83	52	17	153	49
2007	816	56	70	18	201	48
2008	970	154	88	18	267	66

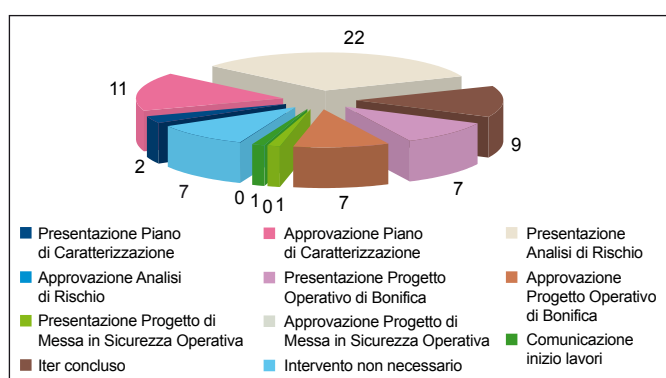
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.4 - Stato di avanzamento dell'iter di bonifica - anno 2008



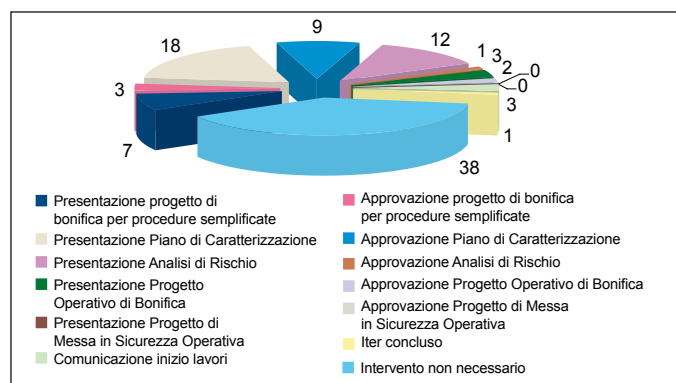
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.5 - Stato di avanzamento dell'iter di bonifica per i siti rimodulati - anno 2008



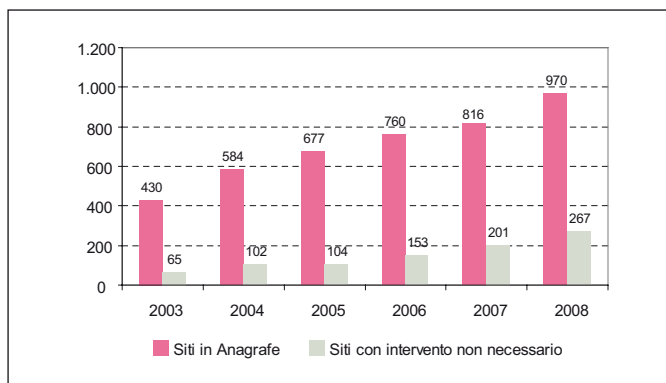
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.6 - Stato di avanzamento dell'iter di bonifica per i siti gestiti in base al DLgs152/06 - anno 2008



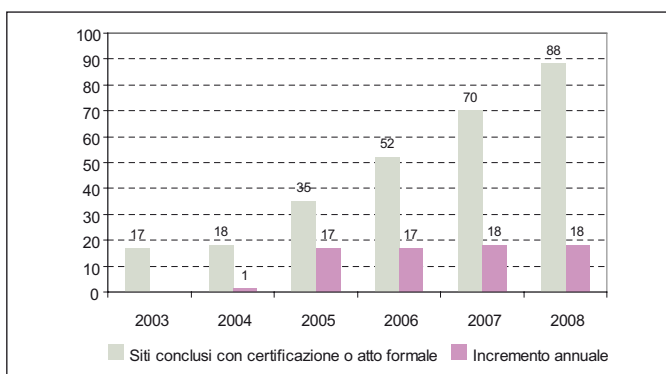
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.7 - Siti inseriti in Anagrafe - anni 2003-2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.8 - Siti con intervento di bonifica concluso - anni 2003-2008

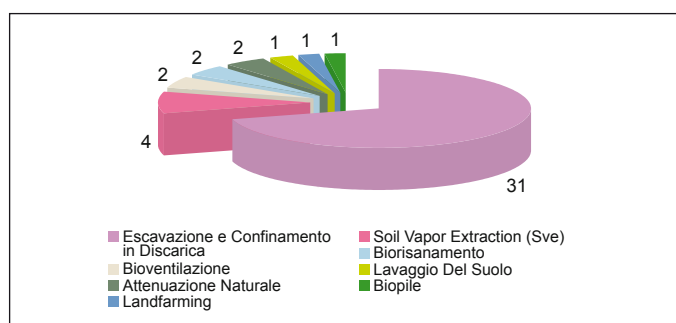


Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

10.3 TECNOLOGIE DI BONIFICA UTILIZZATE E PRINCIPALI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA

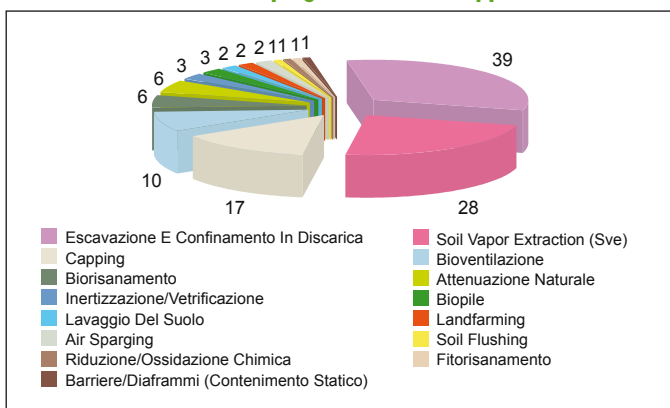
Le tecnologie di bonifica utilizzate per i siti con intervento concluso e progettate per i siti con progetto approvato forniscono un quadro del livello tecnologico relativo agli interventi eseguiti sul territorio regionale. Le distribuzioni rappresentate nelle **figure 10.9-10.13** si riferiscono in generale ai siti presenti in anagrafe, indipendentemente dalla procedura seguita. Può essere interessante verificare eventuali cambiamenti in termini di applicazioni tecnologiche per i siti gestiti in base alla nuova normativa. Per quanto siano ancora pochi i siti nuovi il cui stato di avanzamento sia già arrivato all'approvazione del progetto operativo e quindi all'individuazione di una specifica tecnologia di bonifica, si osserva la presenza di interventi finalizzati soprattutto a interrompere i percorsi della contaminazione, come nel caso del *capping* e del *pump and treat*,

Figura 10.9 - Principali tecnologie di bonifica applicate su suolo e sottosuolo nel caso dei siti conclusi - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

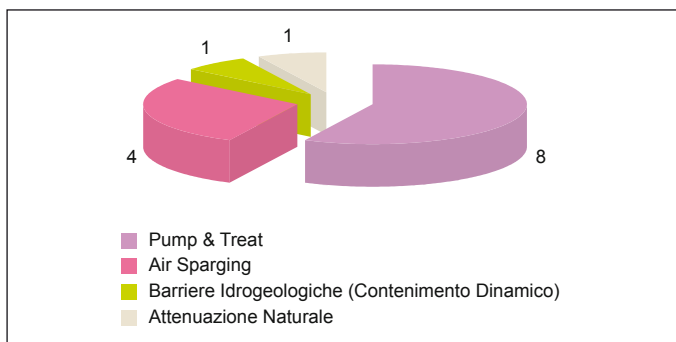
Figura 10.10 - Principali tecnologie di bonifica applicate su suolo e sottosuolo nel caso dei siti con progetto di bonifica approvato - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

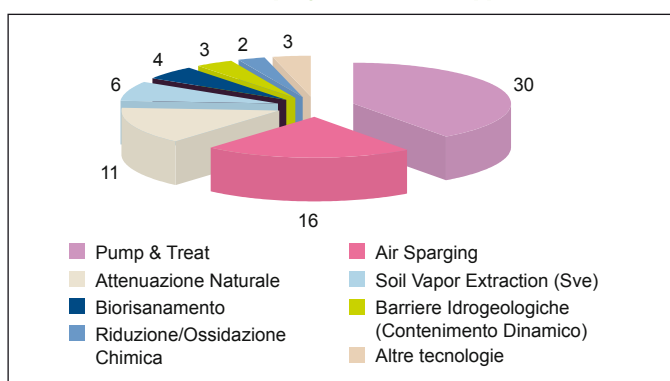
L'intervento di air sparging viene preso in considerazione in quanto intervento che interessa sia le acque sotterranee che la porzione satura del sottosuolo.

Figura 10.11 - Principali tecnologie di bonifica applicate sulle acque sotterranee nel caso dei siti conclusi - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

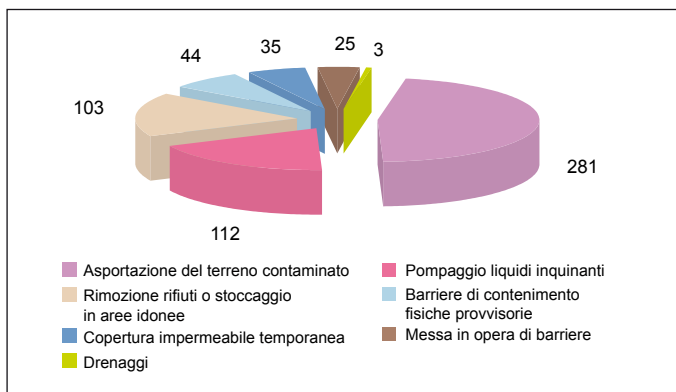
Figura 10.12 - Principali tecnologie di bonifica applicate sulle acque sotterranee nel caso dei siti con progetto di bonifica approvato - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

L'intervento di soil vapor extraction, sebbene eseguito sul terreno insaturo, è inserito nel diagramma delle acque sotterranee perché sovente viene accoppiato all'intervento di air sparging.

Figura 10.13 - Principali interventi di messa in sicurezza di emergenza - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

piuttosto che a ridurre la contaminazione con un vero e proprio intervento di bonifica. Restano gli interventi di rimozione e smaltimento delle matrici contaminate.

Per quanto riguarda le tecniche utilizzate per gli interventi di messa in sicurezza di emergenza (MSE), la situazione resta abbastanza simile a quella riscontrata gli scorsi anni, si osserva infatti che la rimozione del terreno contaminato, il pompaggio di liquidi inquinanti e la rimozione di rifiuti si confermano le tipologie di intervento più frequenti.

10.4 CARATTERISTICHE DEI SITI CONTAMINATI

10.4.1 Ripartizione dei siti in funzione dell'evento causa della contaminazione

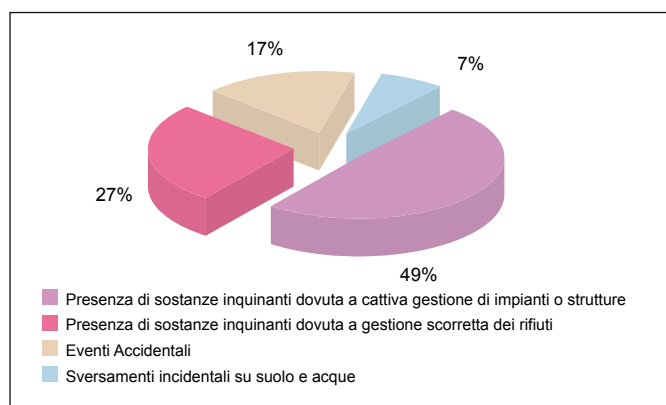
Su 970 siti presenti in Anagrafe, 831 dispongono dell'informazione sugli eventi che hanno generato situazioni di reale o potenziale contaminazione. Fra questi la maggior parte ha una sola sorgente di contaminazione, ma ci sono anche siti che presentano contemporaneamente due o tre sorgenti diverse di contaminazione. In totale



L'evento principale causa della contaminazione è la cattiva gestione di impianti e strutture. Segue la scorretta gestione dei rifiuti.

si contano 887 eventi, di cui 621 accertati e 266 presunti. La situazione è sostanzialmente invariata rispetto agli scorsi anni, con prevalenza di eventi causati dalla cattiva gestione di impianti e strutture, seguiti dalla scorretta gestione di rifiuti, da eventi accidentali di diversa natura e infine da contaminazioni conseguenti ad incidenti lungo le vie di comunicazione (figura 10.14). Un quadro più completo si può avere andando a ricercare le tipologie di attività svolte sui diversi siti contaminati. Anche in questo caso, la situazione non si discosta da quella dello scorso anno. La maggior parte dei siti sono caratterizzati dalla presenza di attività industriali o commerciali, prevalentemente in esercizio. Significativa anche la porzione di siti nei quali si svolge ufficialmente un'attività di gestione dei rifiuti, con prevalenza di attività dismesse (figura 10.15).

Figura 10.14 - Eventi causa di contaminazione - anno 2008

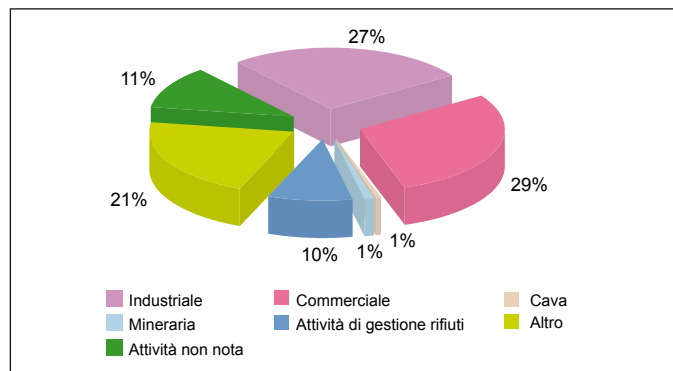


Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte
Rispetto allo scorso anno si rileva una situazione sostanzialmente invariata.

10.4.2 Matrici ambientali contaminate

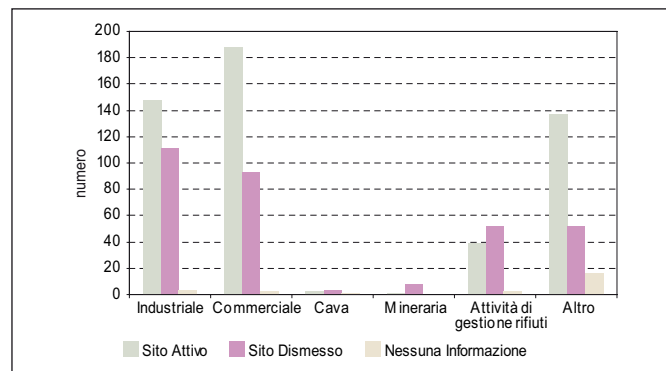
Il numero di siti per i quali è stato accertato un impatto su almeno una delle matrici ambientali è pari a 820 su 970. La ripartizione è rimasta sostanzialmente stabile rispetto allo scorso anno. Oltre la metà dei siti che ha subito un evento di contaminazione ha riportato un impatto significativo su una sola matrice ambientale (figure 10.17-10.20).

Figura 10.15 - Attività svolte sui siti contenuti nell'Anagrafe Regionale dei siti contaminati - anno 2008



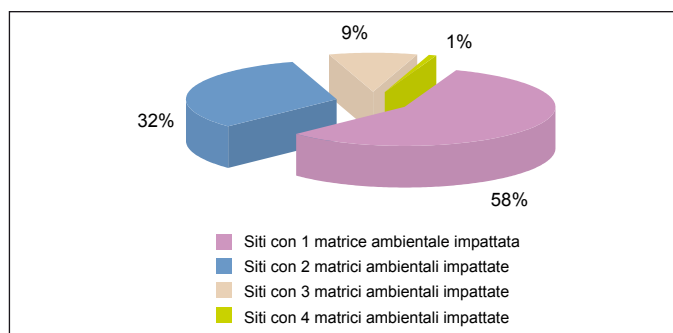
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte
Si evidenzia una prevalenza di siti su cui si svolge un'attività industriale e commerciale; significativa anche la percentuale di siti interessati da attività di gestione rifiuti.

Figura 10.16 - Ripartizione fra siti attivi e siti dismessi - anno 2008



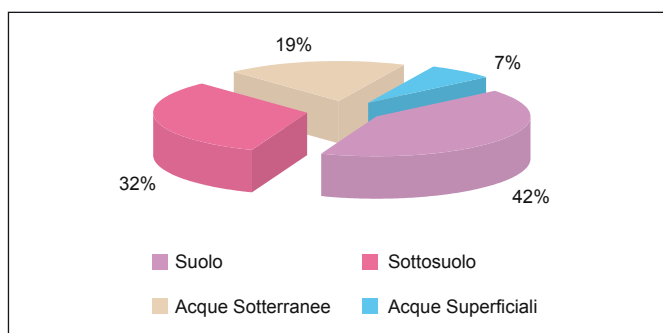
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte
Fra i siti commerciali e industriali si osserva una prevalenza di siti ancora in attività. Per l'attività di gestione rifiuti prevalgono invece gli impianti dismessi, costituiti in prevalenza da vecchie discariche.

Figura 10.17 - Matrici ambientali impattate - anno 2008



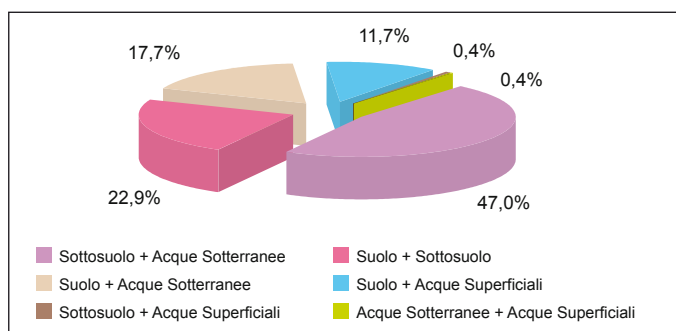
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.18 - Siti con una sola matrice ambientale impattata - anno 2008



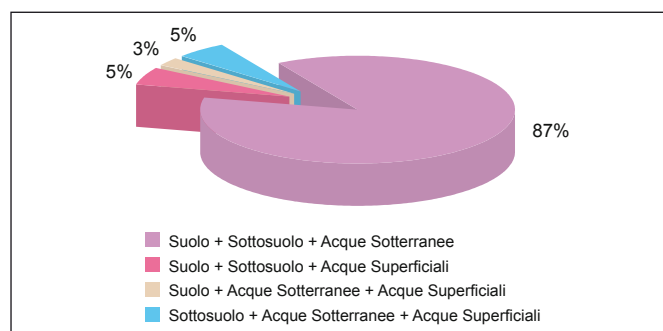
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.19 - Siti con due matrici ambientali impattate - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.20 - Siti con tre matrici ambientali impattate - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

10.5 ANALISI DEI PRINCIPALI CONTAMINANTI

L'analisi delle sostanze inquinanti presenti nelle diverse matrici ambientali contaminate ha fornito nel corso di questi anni risultati sostanzialmente stabili, evidenziando un quadro chiaro delle sostanze maggiormente presenti. Nella tabella 10.2 è sintetizzata la situazione dei siti presenti in Anagrafe alla data di riferimento ed è riportato il numero di superamenti in relazione alle diverse matrici ambientali.

Tabella 10.2 - Riepilogo situazione siti presenti in Anagrafe

Siti presenti in Anagrafe al 20 giugno 2008	970
Siti che presentano almeno una matrice ambientale impattata	820
Superamenti in una delle diverse matrici	1.262
Siti con impatto sul suolo	416
Siti con impatto sul sottosuolo	421
Siti con impatto sul terreno (solo su suolo o solo su sottosuolo o su entrambi)	698
Siti con impatto sulle acque sotterranee	342
Siti con impatto sulle acque superficiali	82

10.5.1 Acque sotterranee

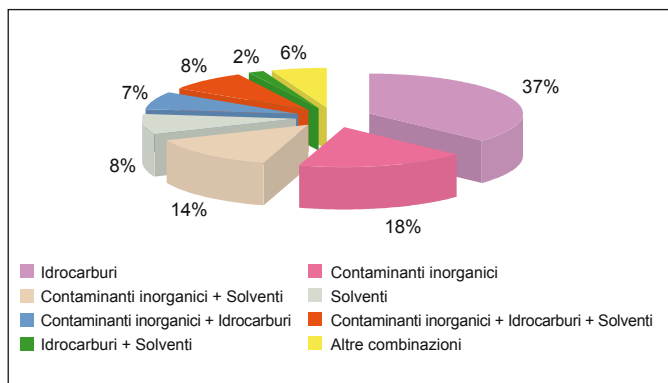
La ripartizione in famiglie di contaminanti utilizzata per le acque sotterranee è la seguente: 1. contaminanti inorganici, 2. idrocarburi, 3. solventi, 4. nitrobenzeni, clorobenzeni, fenoli e ammine, 5. prodotti fitosanitari, 6. amianto, 7. PCB, diossine, furani e altre sostanze. Valutando tutte le possibili combinazioni dovute alla contemporanea presenza nello stesso sito di sostanze appartenenti a famiglie diverse si è ottenuta per i 342 siti che presentano almeno un superamento nelle acque sotterranee la distribuzione rappresentata nella figura 10.21. L'aggiornamento al 20 giugno 2008 mostra una situazione stabile rispetto allo scorso anno, in particolare gli idrocarburi rappresentano la famiglia di contaminanti maggiormente presente nelle acque sotterranee, seguiti dai contaminanti inorganici. Numerosi sono anche i siti che mostrano la contemporanea presenza di contaminanti inorganici associati a solventi (14%).

10.5.2 Suolo e sottosuolo

Anche per i 698 siti che presentano almeno un superamento sulla matrice terreno (solo sul suolo o solo

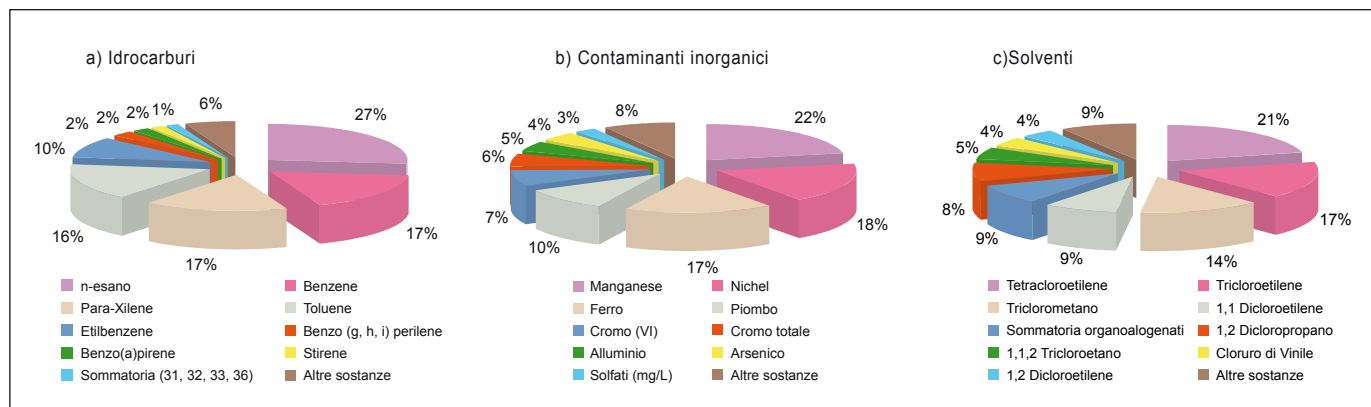
sul sottosuolo o su entrambi) le sostanze contaminanti sono state raggruppate nelle famiglie citate al precedente paragrafo e sono state considerate tutte le possibili combinazioni ottenendo la distribuzione rappresentata nella **figura 10.24**. Per completezza si riporta nella **figura 10.23** l'aggiornamento relativo alle sostanze appartenenti alle famiglie idrocarburi, contaminanti inorganici e solventi, confermando, come nel caso precedente, le percentuali riscontrate nel corso del 2007.

Figura 10.21 - Siti con presenza di specifiche famiglie di contaminanti nelle acque sotterranee - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

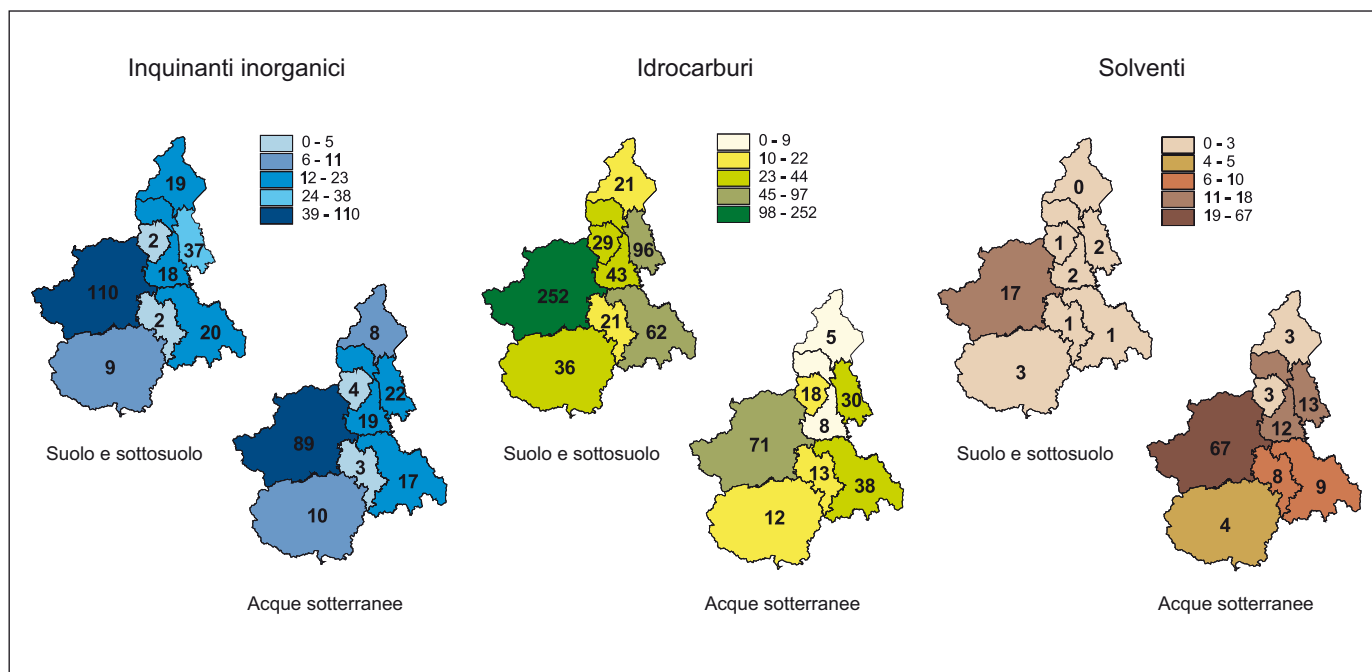
Figura 10.22 - Principali sostanze contaminanti presenti nelle acque sotterranee - anno 2008



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

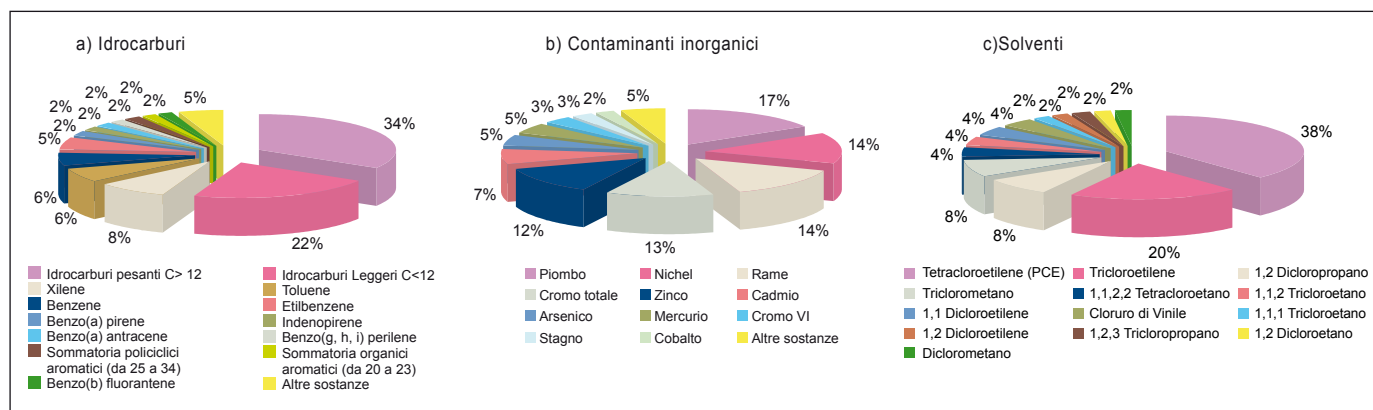
All'interno delle singole famiglie di contaminanti le sostanze maggiormente presenti sono rimaste sostanzialmente stabili rispetto a quanto riscontrato nel 2007.

Figura 10.25 - Siti con almeno una sostanza contaminante appartenente ad una specifica famiglia - anno 2008



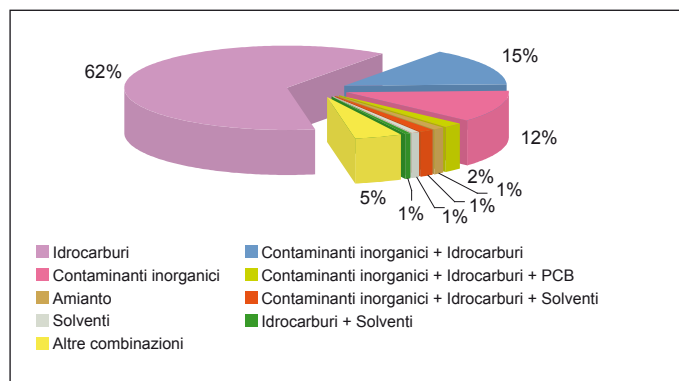
Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.23 - Siti con presenza di specifiche famiglie di contaminanti nel terreno



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 10.24 - Principali sostanze contaminanti presenti nel suolo e sottosuolo



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

Fra gli idrocarburi si trovano prevalentemente gli idrocarburi pesanti (C>12) e leggeri (C<12), seguiti dai BTEX (figura a). Fra i contaminanti inorganici si trovano invece con maggior frequenza Piombo, Rame, Nichel, Zinco e Cromo (figura b), mentre per i solventi (relativamente poco presenti in concentrazioni superiori ai limiti di legge per i terreni) più frequente è il Tetracloroetilene, seguito dal Tricloroetilene (figura c).

Valle Anzasca



Box 1 - Criteri di campionamento per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi in ambiente alpino. L'esperienza della caratterizzazione dei siti minerari dismessi in Valle Anzasca

Piero Rossanigo - Arpa Piemonte

La corretta definizione degli obiettivi di bonifica di siti contaminati collocati in contesti geologici particolari richiede spesso che vengano determinati i valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli, dove con i termini "valori di fondo" si intende "la distribuzione delle concentrazioni di elementi la cui presenza nei terreni non è riconducibile ad alcuna sorgente puntuale e/o specifica attiva, nel presente o in passato, sull'area di interesse"².

Sebbene siano disponibili linee guida e protocolli operativi, si tratta di un'operazione talvolta complessa che comporta dapprima la progettazione di un campionamento *ad hoc* basato su approfondite conoscenze di tipo geologico, stratigrafico e morfologico dell'area da caratterizzare e una successiva fase di elaborazione statistica dei dati.

In ambiente alpino è richiesta una particolare attenzione legata alle peculiari condizioni presenti:

- litologie molto varie, con caratteristiche geochemiche differenti con limiti talvolta incerti
- pedogenesi poco sviluppata
- rocce non affioranti per vaste aree in corrispondenza del sito da indagare
- depositi frequentemente caratterizzati da

- granulometrie grossolane (es. fluvio-glaciali)
- presenza di estesi depositi colluviali
- morfologia spesso accidentata, che non consente di ubicare i punti di campionamento secondo una distribuzione a maglie regolari, particolarmente adatta per un trattamento statistico dei dati.

Arpa Piemonte, nell'ambito della Caratterizzazione dei siti minerari dismessi in valle Anzasca, ha proposto una strategia di campionamento per la determinazione del fondo naturale dell'elemento arsenico³, relativamente al quale circa il 97% dei campioni, prelevati presso i siti dove è stata presente un'attività mineraria (trattamento del materiale proveniente dalle miniere), hanno mostrato superamenti dei limiti per destinazione d'uso industriale e residenzia-

²APAT-ISS: Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli e/metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale. Giugno 2006.

³In questo caso sarebbe forse più opportuno parlare di contenuto naturale pedo-geochemico (ISO 19258) cioè la concentrazione di sostanze nei suoli (arsenico in questo caso) risultante da processi naturali geologici e pedologici, senza alcuna interferenza di origine antropica.

le rispetto ai valori limite delle tabelle del DLgs 152/06.

Il semplice fatto che l'area sia stata oggetto di coltivazioni minerarie (nella fattispecie per la ricerca dell'oro) implica la presenza naturale di alcuni elementi in concentrazioni elevate.

Il contenuto in arsenico, elemento contenuto nel minerale arsenopirite, normalmente presente nei filoni di quarzo auriferi, è verosimilmente elevato in gran parte degli ammassi rocciosi presenti nell'alta valle Anzasca, non solo in corrispondenza dei siti minerari.

La determinazione della concentrazione del fondo naturale di arsenico, mediante uno specifico progetto di indagine⁴, è quindi fondamentale, sia per definire le concentrazioni da raggiungere in caso di bonifica sia per delimitare precisamente le aree effettivamente contaminate dall'attività di estrazione.

La presenza in concentrazioni significative di altri contaminanti quali mercurio e cianuri, utilizzati per l'attività estrattiva, costituisce un buon *marker* per definire le aree impattate dall'attività antropica, dove i dati di concentrazione di arsenico non dovranno

Valle Anzasca



essere considerati per la valutazione del fondo naturale.

Sebbene nell'area in esame la pedogenesi non sia particolarmente sviluppata, la decisione di valutare il contenuto naturale del suolo (e dei depositi fluvio-glaciali), ma non le caratteristiche geochemiche delle rocce, è giustificata dalla maggiore omogeneità di questa matrice ambientale rispetto alla roccia da cui deriva; inoltre il suolo è strettamente connesso con i rischi per la salute umana (es. percorsi diretti di esposizione) e può essere il mezzo attraverso il quale l'inquinamento si inserisce nella catena trofica (es. coltivazioni, prodotti naturali, ecc.). Le coltri eluvio-colluviali e i suoli poco evoluti presentano presumibilmente concentrazioni degli elementi e rapporti fra gli stessi molto simili alla "roccia madre".

La situazione geologica locale, abbastanza complessa, ha suggerito di effettuare un campionamento per aree omogenee, in prima battuta, dal punto di vista litologico, distinguendo le seguenti unità litologiche:

- depositi alluvionali
- depositi morenici
- anfiboliti
- gneiss occhiadini
- parascisti e paragneiss

Le concentrazioni naturali dei metalli/metalloidi potrebbero dipendere sia dalle caratteristiche mineralogico-petrografiche dei vari tipi di roccia, sia dall'intensità con cui dette rocce hanno subito i processi idrotermali successivi alla loro formazione, responsabili della formazione dei corpi filoniani auriferi. Questi ultimi presentano una distribuzione connessa con i lineamenti tettonici (disposti NW-SE), ma completamente indipendente dalla natura delle rocce incassanti.

Nell'ottica di ridurre al minimo il numero di campioni prelevati, pur salvaguardando l'attendibilità e la significatività dello studio, è stato necessario effettuare alcune semplificazioni che implicano l'accorpamento di più unità litologiche in due sole unità di campionamento:

- depositi morenici e depositi alluvionali; benché derivino da meccanismi deposizionali differenti, sono costituiti da elementi litologici simili. Le anfiboliti affiorano in un'area estremamente limitata e sono quasi sempre ricoperte da depositi morenici e/alluvionali, perciò vengono ricomprese nella loro stessa unità.
- gneiss occhiadini e parascisti/paragneiss; che certamente alla mesoscala mostrano caratteri tessiturali e mineralogico-petrogra-

Valle Anzasca



fici difforni, possono avere caratteristiche geochemiche non significativamente differenti.

Nell'ambito dei depositi morenico/alluvionali di fondo valle, è stato possibile realizzare un campionamento di tipo statistico, "per

⁴Per la redazione del progetto di attività, al fine di raggiungere gli obiettivi succitati, è stato utilizzato come base tecnico scientifica il citato Protocollo Operativo APAT-ISS.

profili", ubicando i punti di campionamento lungo il corso d'acqua ad una distanza regolare lungo il rio Quarazzolo, lungo il torrente Anza a monte della località Motta e lungo il torrente Anza a valle di Campioli.

Questo tipo di campionamento è idoneo sia per avere indicazioni circa la variazione della contaminazione antropica eventualmente presente, legata allo sfruttamento delle miniere d'oro, sia per determinare il contenuto naturale pedo-geochimico nell'ambito di questi depositi. Nel tratto fra Motta e Campioli, il Torrente Anza è estremamente inciso e per ampi tratti è limitato da versanti con pendenze molto elevate; le aree di deposito sono decisamente limitate o costituite da materiale prevalentemente grossolano. Per questo motivo, a seguito di un'accurata perlustrazione del fondo-valle, sono stati prelevati pochi campioni in corrispondenza dei luoghi nei quali le caratteristiche morfologiche, idrauliche e deposizionali hanno consentito la formazione di terreni pedogenizzati o il deposito di sedimenti fini.

Le concentrazioni legate al "contenuto naturale pedo-geochimico" e le concentrazioni dovute ad un'eventuale contaminazione diffusa saranno differenziate, in base alla presenza di contaminanti specifici dell'attività di estrazione (Hg e cianuri).

Per quanto riguarda l'unità composta da gneiss occhiadini, parascisti e paragneiss, l'ubicazione dei punti di campionamento è stata fortemente condizionata dall'accessibilità dei siti e dalla presenza o meno di terreno pedogenizzato o di materiali derivanti da processi gravitativi o di depositi morenici.

Solo dopo una valutazione dei dati analitici sarà possibile evidenziare se le due distinte unità di campionamento identificate costituiscono effettivamente popolazioni differenti in corrispondenza delle quali effettuare considerazioni statistiche separate oppure tutto l'insieme dei dati possa essere trattato come un'unica popolazione dal punto di vista geochimico. Qualora le semplificazioni fatte dovessero rivelarsi tali da non consentire un trattamento statistico dei dati sufficien-

temente corretto, si procederà al prelievo di campioni aggiuntivi.

I campioni complessivamente raccolti sono 52. Il prelievo ha interessato lo strato pedogenizzato o i depositi fino ad un massimo di un metro di profondità, ove possibile; tutti i campioni sono stati formati miscelando 3 incrementi, ubicati lungo la diagonale di un ipotetico quadrato di 10 m di lato secondo il metodo descritto nell'ambito del "Monitoraggio del suolo e valutazione della contaminazione diffusa".

Il prelievo è stato eseguito tramite trivella manuale, trivella a motore e/o pala. I campioni, opportunamente identificati e distinti, sono stati riposti in contenitori in PE e trasportati successivamente ai laboratori per la relativa preparazione e analisi chimica.

Ove possibile, sono state privilegiate aree di campionamento a morfologia pianeggiante o a debole pendio, onde evitare gli effetti di ruscellamento superficiale che potrebbero produrre concentrazioni anomale degli elementi ricercati.