

Da una analisi complessiva dei risultati della caratterizzazione si evidenzia che, rispetto ai diversi comparti indagati, la situazione più problematica riguarda la matrice suolo ed in particolare gli strati superficiali dello stesso e per diversi motivi le acque superficiali.

Di seguito sono schematizzate le conclusioni riferite ai diversi comparti ambientali a partire da quelli risultati meno critici.

ARIA

Nel piano di caratterizzazione l'amianto è stato individuato come l'inquinante più rappresentativo e pericoloso delle emissioni diffuse derivanti dalle attività di demolizione del settore navale. Le emissioni dovute alle attività produttive tuttora esistenti nell'area, sono infatti controllate e monitorate con regolarità.

Le quattro postazioni individuate ed indagate per la ricerca di fibre aerodisperse di amianto in aria ambiente, sono risultate conformi ai criteri per la restituibilità dei siti bonificati da amianto previsti dal Decreto del Ministero della Sanità 6 settembre 1994, assunto come norma di riferimento nella valutazione dell'esposizione della popolazione alle fibre di amianto aerodisperse.

Si può concludere, quindi, che da questo punto di vista la situazione non presenta criticità.

ACQUE SOTTERRANEE

Le acque sotterranee sono risultate modestamente interessate dall'inquinamento e ciò è da mettere in relazione al tipo di circolazione delle acque esistente, che risente poco degli apporti delle acque percolanti attraverso gli strati superficiali del suolo.

Il modello concettuale relativo alla circolazione delle acque sotterranee viene sinteticamente descritto attraverso il diagramma a blocchi sotto riportato, dove i diversi tipi di frecce sono indicativamente associati ad una quantificazione degli scambi tra i diversi sistemi individuati. Alle frecce grosse corrispondono scambi importanti e a quelle sottili scambi ridotti e/o temporanei.

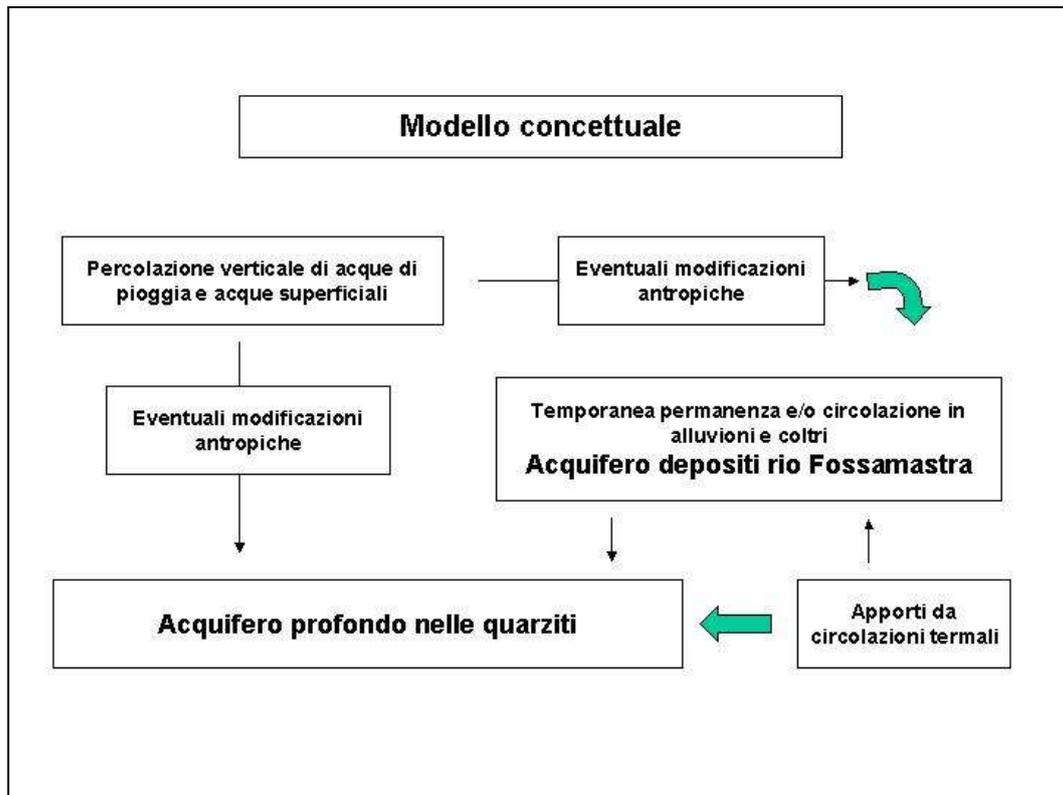


Fig. 9.1 – Modello concettuale relativo alla circolazione delle acque sotterranee

Il modello riportato individua, oltre agli accumuli temporanei esistenti nelle coltri, legati agli eventi meteorologici, essenzialmente due acquiferi: uno nei depositi alluvionali del rio Fossamastra ed uno in roccia nella formazione delle Quarziti e Filladi. Quest'ultimo può essere interpretato come un grosso bacino alimentato principalmente da apporti profondi nel quale sono raccolte, a seguito di percolazione pressoché verticale, tutte le acque ricadenti nell'area dei bacini idrografici della zona in esame.

Rimandando al capitolo 8.4 si sottolinea come sia difficile individuare le anomalie antropiche e quantificarne l'eventuale presenza. Tuttavia le problematiche individuate nei due tipi di circolazione idrica sotterranea, non considerando i modesti esuberanti isolati nel tempo e nello spazio relativi ad alcuni elementi in traccia, di cui si dovrà tenere conto nella fase di bonifica e ripristino ambientale, sono le seguenti:

1. Presenza ubiquitaria in entrambi gli acquiferi di Mn^{2+} , legato alla presenza di NH_4^+ .
Le alte concentrazioni di manganese in fase acquosa possono dipendere dalla presenza naturale nelle rocce di fasi solide minerali contenenti Mn (Pirolusite MnO_2), che sono però mobilizzate da acque con caratteristiche tali da permettere l'instaurarsi della solubilizzazione delle fasi solide contenenti lo stesso elemento. Ricordiamo che lo ione ammonio è spesso considerato come un marker dei percolati di discariche di rifiuti solidi urbani.
2. Presenza di SO_4 nelle acque dell'acquifero superficiale del Fossamastra al di sopra del limite normativo, imputabile all'utilizzo e conseguente dispersione in falda di acque di mare utilizzate nei cicli produttivi delle attività presenti nell'area di indagine. Le acque di mare, una volta raggiunta la falda o immagazzinate nella zona vadosa, possono concentrarsi per evaporazione e raggiungere gradi di salinità anche molto superiori a quelli del mare stesso o depositare cristalli. In concomitanza di eventi piovosi, questi cristalli, depositatisi nella zona vadosa, possono nuovamente passare allo stato acquoso ed alterare sensibilmente il chimismo delle acque sotterranee. Non si possono comunque escludere anche altre fonti antropiche al momento non individuate, quali cause delle alte concentrazioni di solfati.

Per quanto riguarda i possibili interventi tesi al miglioramento della qualità delle acque sotterranee, in prima istanza ed in attesa di opportune e precise proposte del piano preliminare di bonifica, si propone quanto segue:

- verifica ed eventuale riorganizzazione della regimazione delle acque superficiali che percolando attraverso i corpi di discarica possono determinare quanto descritto al primo punto;
- verifica delle impermeabilizzazioni superficiali di aree di discarica;
- individuazione dei cicli produttivi che abbiano usato o utilizzino tuttora acque di mare;

- accertamento dello stato di manutenzione ed eventuale ripristino di condotte e vasche di accumulo di acque di mare.

ACQUE SUPERFICIALI

Per quanto riguarda le acque superficiali sono stati monitorati tre corpi idrici: il T. Fossamastra, il Fosso Pagliari ed il Rio Canalone.

Dal punto di vista idromorfologico questi corsi d'acqua presentano un carattere fortemente torrentizio ed in diversi periodi dell'anno risultano in secca.

Le principali criticità ambientali emerse sono legate alla presenza, più o meno diffusa, di fenomeni di inquinamento organico, chimico e microbiologico.

Per quanto riguarda il primo aspetto è stato riscontrato, nei tre bacini esaminati, un inquinamento organico diffuso e continuo (composti azotati, BOD₅, COD etc.) derivante, soprattutto, dalle discariche presenti nel sito.

E' stato rilevato, inoltre, un inquinamento chimico puntuale da Pb nel Fosso Pagliari, a valle della ex Ditta PbO. Gli elementi a disposizione fanno supporre una gestione non ottimale del sistema a circuito chiuso che raccoglie le acque di dilavamento della ditta tuttora in atto.

Un altro aspetto emerso è relativo alla presenza di un forte inquinamento microbiologico da *Escherichia coli*, a monte della confluenza del T. Fossamastra con il Canale Melara. I dati a disposizione permettono solo di esprimere delle ipotesi, non verificabili, circa l'origine dell'inquinamento. Questo fenomeno dovrà essere approfondito, quindi, attraverso un'accurata indagine conoscitiva volta, soprattutto, alla determinazione dei valori di portata dei corsi d'acqua e degli scarichi recapitanti nel bacino.

L'ultimo aspetto, infine, è legato alla presenza diffusa del batterio salmonella, nei tre bacini, derivante dalle discariche.

La presenza consistente del batterio salmonella deve essere valutata in funzione del rischio sanitario, sia nell'ambito delle acque interne che in quelle marino costiere, legato a eventuale ingestione tramite processi di bioaccumulo e/o utilizzo domestico.

La presenza consistente di nitrati deve essere valutata non tanto in funzione della qualità delle acque interne, quanto alla vulnerabilità dell'ecosistema marino recettore, rappresentato dall'area portuale della Spezia.

Ai fini di valutare il peso rappresentato dagli apporti di nitrati nel mare, sarebbe necessario proseguire l'attività di monitoraggio, non solo attraverso indagini qualitative, ma anche quantitative, da effettuarsi anche durante gli episodi di piena.

Per quanto concerne la valutazione del rischio sanitario sarebbe opportuno effettuare delle indagini di bioaccumulo nelle acque marino - costiere prospicienti le foci

dei corsi d'acqua, soprattutto, anche in questo caso, nei giorni che seguono episodi di piena e delle indagini conoscitive sulla situazione degli scarichi domestici esistenti e loro condizioni manutentive.

SUOLO

Rappresenta la matrice ambientale che più risente della contaminazione e che porta le maggiori criticità. Il livello di contaminazione maggiore risulta a carico della componente metalli pesanti ed i valori più elevati sono localizzati nelle sezioni più superficiali fino al metro di profondità. Decisamente rilevante è la presenza di piombo in tutti i lotti con particolare riferimento al lotto V (zona ex Pertusola), alla zona intorno alla ex PbO nel lotto I ed in maniera più diffusa ai lotti IV, II.

Dall'analisi dei dati riferiti agli strati di suolo C1 e C2, rispettivamente terreni corrispondenti alle profondità comprese negli intervalli 0-10 e 10-90 cm, si possono sintetizzare le seguenti osservazioni:

1. risulta un arricchimento "non naturale" del primo intervallo rispetto al secondo per quanto concerne Pb, Zn, Hg e Cd, derivanti da accumuli superficiali dovuti al trasporto eolico (fenomeno di fall-out);
2. il parametro As, a differenza degli altri metalli, si riscontra in modo costante in tutta la verticale di indagine; sulla base di quanto trattato nel capitolo 8.2.3 si è individuata una concentrazione di fondo naturale attestabile a 50 mg/kg. Facendo riferimento a tale valore si evidenziano pochi superi di arsenico, soprattutto localizzati nello strato superficiale C1 in alcuni punti già critici per altri inquinanti.

Le aree di dispersione di piombo e mercurio, estrapolate attraverso il kriging lineare, sono interpretabili dal punto di vista spaziale sia confrontando le aree a concentrazioni anomale, superiori ai limiti normativi vigenti, che ipotizzando fenomeni di fall-out.

Infatti, dall'analisi dei dati delle aree private si nota che le concentrazioni più elevate dei parametri in questione sono state rilevate all'interno delle Aree IPODEC, ex PbO e Ruffino-Pitelli e che le aree anomale, estrapolate da campioni di suoli indisturbati raccolti in aree pubbliche, coincidono circa con le zone vallive prospicienti alle attività sopra riportate, confermando che il trasporto eolico può essere controllato dalla orografia esistente (cap 8.2.5.1).

Ai fini dell'individuazione di un modello concettuale relativo alla distribuzione dei metalli sul primo metro di suolo, sono stati accuratamente identificati quei punti di campionamento localizzati in aree pubbliche indisturbate e non rimodellate artificialmente, ossia non interessate da attività antropiche. L'unico percorso plausibile di migrazione di inquinanti per queste zone è pertanto la ricaduta per deposizione aeriforme. Questo criterio topografico di lavoro ha permesso di isolare un sotto-gruppo di 57 punti di indagine dei suoli superficiali sul quale basare i modelli distributivi di alcuni metalli (cap. 8.2.5.1).

I restanti punti contraddistinti da alte concentrazioni di metalli sono riferiti a zone dove sono presenti terreni di riporto. Tali punti, se utilizzati nelle interpolazioni, tenderebbero a obliterare quanto appena sopra riportato, ovvero che la dispersione degli inquinanti considerati è avvenuta per trasporto eolico nelle zone vallive prospicienti le aree Ipodec, ex PbO e discarica Ruffino-Pitelli, presumibili fonti di contaminazione. Ne consegue che la spazializzazione finale degli esuberi di metalli, a prescindere dalla tipologia di suolo superficiale campionato (in posto o rimaneggiato) evidenzia zone anomale più estese di quanto interpretabile secondo la dispersione eolica a causa dell'elevata quantità di terreno di riporto¹.

Secondo il modello di diffusione atmosferica degli inquinanti dai punti di emissione (vedi cap 8.2.5.2) che non tiene conto della complessa orografia del sito, si individuano, così come nel modello di distribuzione sopra riportato (ex Pbo, inceneritore), le aree più esposte ai possibili fenomeni di fall out nell'intorno delle ciminiere presenti anche se con estensione più ampia. L'analisi comparativa dei risultati forniti dai due modelli evidenzia differenze nella delimitazione delle aree ad alta criticità a causa della differenza dei criteri che stanno alla base dei due modelli.

Mentre per valutare i contributi dell'ex PbO e dell'inceneritore è stato necessario confrontare i risultati ottenuti applicando il modello revisionale - diffusionale con quelli desunti dal modello di distribuzione dei metalli, che tiene conto dell'orografia per la migliore definizione delle ricadute al suolo, nel caso della Fonderia di Pertusola, in considerazione della posizione ed altezza del punto di emissione, anche in mancanza di ulteriori punti di controllo in zone distali, si è ritenuto sufficiente applicare il solo modello previsionale-diffusionale. Sulla base di tale previsione è emerso che le ricadute si estendono anche nelle aree limitrofe all'area perimetrata.

¹ Si intende per terreno di riporto anche l'accumulo delle discariche

Si ritiene opportuno evidenziare una ulteriore serie di considerazioni che completano il quadro per quel che riguarda la problematica suolo:

1. tutte le 9 stazioni inserite in area industriale non presentano alcun superamento della CLA colonna B del DM 471/99 nello strato C1, mentre nello strato C2 solo una presenta un superamento della CLA colonna B del DM 471/99 per il parametro HC>12;
2. solo tre stazioni poste in area verde pubblico risultano esenti da superamenti della CLA della colonna A tab.1 del DM 471/99 nello strato C1. Nello strato C2 le stazioni non contaminate salgono a 7.
3. il parametro PCB praticamente ovunque supera il limite di colonna A tab.1 del DM 471/99. Nel caso in cui si considerasse, un valore limite pari a 0,06 mg/Kg come indicato nella nota dell'ISS più volte citata, potrebbero essere considerate non inquinate un numero apprezzabile di stazioni (24 stazioni ricadenti in aree a destinazione d'uso verde) nello strato C1 e 40 stazioni nello strato C2. Il tenore di PCB è quindi importante per definire la strategia di azione da adottare. Si rimanda alla discussione in sede nazionale il problema dell'adozione di una diversa concentrazione limite, più elevata rispetto a quella riportata dal DM 471/99. In questa trattazione si è assunto come scenario, accanto a quello determinato dalla CLA di legge anche quello che deriva dall'utilizzo della concentrazione limite proposta dall'ISS che tiene conto delle considerazioni espresse a livello nazionale dal Gruppo di Lavoro APAT/ARPA/APPA nel documento "I rapporti della Task Force Metodologie siti contaminati"
4. La presenza di inquinamento organico è significativa, distribuita su tutti e cinque i lotti e sui "bianchi" e localizzata principalmente, ma non solo, negli strati più superficiali. In particolare l'inquinamento da idrocarburi C>12 risulta presente soprattutto nello strato C2 ma con valori contenuti, a parte due stazioni nelle quali viene superato il limite della colonna B. Nelle stesse stazioni si rileva anche presenza di inquinamento da IPA. Per contro l'inquinamento da IPA è più diffuso nel primissimo strato superficiale (C1) e non supera mai il limite di colonna B.
5. Su 3 stazioni si sono rilevati superamenti pari a 10 volte la CLA per le aree industriali, ascrivibili secondo quanto riportato dalla Conferenza dei Servizi del 28.04.2005 per il Sito di interesse nazionale di Pitelli, a situazioni di "hot spots"

ai fini dell'adozione di misure di messa in sicurezza di emergenza. In particolare, nel lotto V si evidenziano i punti SUP095 e SUP094, dove il primo supera 10 volte i limiti aree industriali stabiliti per i parametri piombo, mercurio e cadmio, mentre il secondo il limite stabilito per il mercurio. Nel lotto I si segnala il punto SUP030 per il parametro piombo.

6. In relazione ai 10 punti cosiddetti "bianchi" si osserva, anche in questi, contaminazione da parte di metalli, PCB e composti organici. Pertanto, si evidenzia abbastanza chiaramente che il livello di contaminazione dei suoli, confermando quanto predetto dal modello di diffusione, oltrepassa i confini della perimetrazione del sito, così come definiti nella norma di riferimento.
7. Al di sotto del primo metro di terreno l'inquinamento è limitato solo ad alcune stazioni e considerando il numero dei superamenti riscontrati rispetto al numero dei campioni prelevati dai sondaggi realizzati, si può ritenere che il fenomeno di inquinamento degli strati profondi sia contenuto.

Sulla base di quanto sopra esposto anche se, in considerazione del ridotto numero di sondaggi rispetto all'estensione dell'area, per il suolo profondo non può essere valutata una distribuzione su base statistica secondo la maglia sistematica adottata, l'indagine svolta può essere ritenuta sufficiente a dare una indicazione sullo stato dell'inquinamento dei suoli profondi.

In conclusione, il Sito di interesse nazionale di Pitelli nelle aree a terra risulta diffusamente inquinato a causa delle forti pressioni antropiche presenti nell'area o esercitate in passato, ma i principali agenti inquinanti sono rappresentati da metalli, soprattutto Piombo e in misura minore Zinco e Mercurio riscontrati negli strati superficiali del suolo principalmente nei primi 10 centimetri e nel primo metro considerando anche i parametri organici.

Per dare un'indicazione nel suo insieme dello stato di inquinamento della parte superficiale dei suoli di tutte le aree pubbliche comprese nel Sito, anche ai fini di eventuali calcoli volumetrici, è stata elaborata una rappresentazione cartografica nella quale, a partire dalle maglie effettivamente indagate, attraverso l'utilizzo dell' "indicator kriging", sono state espresse valutazioni probabilistiche di inquinamento anche sulle maglie limitrofe non campionate. Sono in tal modo individuate le porzioni di suolo che risultano, o

che risulterebbero in termini di probabilità, inquinate in relazione alla destinazione d'uso al momento assegnata.

Le modalità utilizzate per la predisposizione delle carte e quella per l'interpolazione sono descritte al cap. 7.

Occorre sottolineare che tale rappresentazione ha solo un valore indicativo avendo preso come ipotesi di partenza quella di associare all'intera cella elementare (maglia 100x100 m prevista dal Piano) il valore del punto o punti campionati al suo interno.

Un ulteriore elemento da tenere presente è che è stato utilizzato un approccio cautelativo in quanto si è assunto di associare alla maglia l'esito più negativo nel caso in cui alla stessa cella appartenessero più punti. Nel caso si volesse utilizzare un approccio diverso, per queste maglie, occorrerà procedere ad una discussione specifica di dettaglio.

Dall'esame delle carte risulta per i primi 10 centimetri uno scenario estremamente negativo (Tav. 9.1), in tutti i lotti, per le zone a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale. La situazione migliora leggermente (Tav. 9.2) inserendo come riferimento il valore di PCB pari a 0,06 mg/kg che però al momento resta un'ipotesi la cui percorribilità sarà da confermare in sede nazionale. Con questo scenario una buona parte della zona a destinazione d'uso verde pubblico privato e residenziale, presente nel lotto III (zona tra carbonili Enel e Vallegrande) risulterebbe non inquinata. Migliorerebbe la situazione anche per gli altri lotti ad eccezione del lotto V (zona ex Pertusola).

Lo strato sottostante C2 presenta un andamento altrettanto compromesso per le aree a destinazione residenziale (Tav. 9.3), mentre la situazione migliorerebbe apprezzabilmente con lo scenario che tiene conto dell'ipotesi fatta per i PCB. In questo caso la zona a sud dei carbonili Enel ed altre zone ricomprese nel lotto 1, alcune celle del lotto II ed anche IV, sempre a destinazione verde e residenziale, potrebbero essere assunte come non inquinate (Tav. 9.4).

Si richiama infine la necessità che il progetto di bonifica, che definirà nello specifico le modalità di attuazione degli interventi di ripristino, debba tenere conto della presenza di dello pSIC "Costa di Maralunga", individuato dalla Regione Liguria ai sensi della direttiva Habitat (dir. 92/43/CEE) che si sovrappone parzialmente al sito perimetrato dell'area Pitelli in corrispondenza dell'area sud-orientale (rif. cap. 4.1 aspetti naturalistici).