

La contaminazione degli acquiferi alluvionali umbri da composti organo-alogenati

Nicola Morgantini, Luca Peruzzi, Sonia Renzi

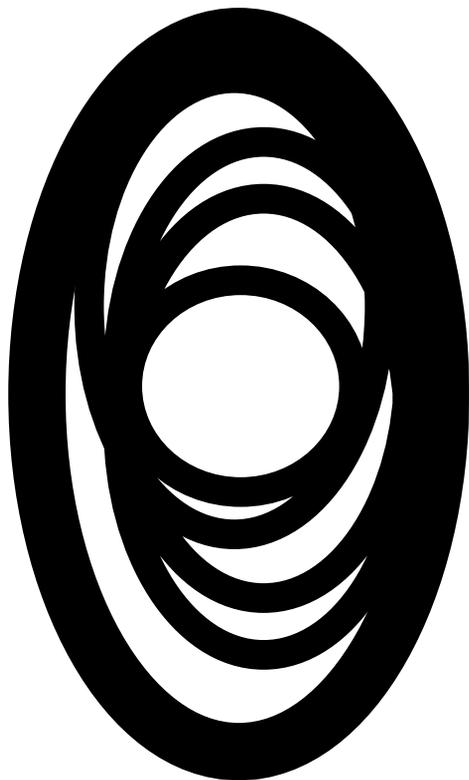
La decennale esperienza di controllo degli acquiferi di interesse regionale attraverso una Rete di monitoraggio dedicata, ha avuto come obiettivo principale la definizione dello stato ambientale, quale prodotto delle condizioni qualitative e quantitative dei corpi idrici sotterranei

Solo nel 1998, con l'avvio del *Progetto PRISMAS* (Progetto Interregionale di Sorveglianza e Monitoraggio delle Acque Sotterranee) ed a seguito delle indicazioni della Direttiva 98/83/CE, i composti organo-alogenati (AOX) sono stati inseriti nei protocolli di monitoraggio degli acquiferi (corpi idrici significativi) umbri. Prima di allora tali rilevazioni venivano effettuate con sistematicità solo sulle acque potabili. Dal 1998 e per i primi tre anni di esecuzione del suddetto Progetto, l'embrionale Rete regionale di monitoraggio ha consentito la rilevazione di una pluralità di "positività" di concentrazione da AOX, che hanno interessato tutti gli acquiferi alluvionali di interesse regionale. Tali positività sono state periodicamente segnalate all'Agenzia nazionale per l'ambiente, al Ministero dell'Ambiente, alla Comunità Europea e al competente Assessorato regionale e, solo dal 2002, la concentrazione di AOX è stata inserita nei criteri di classificazione della qualità dei corpi idrici sotterranei come media dei valori su un periodo significativo che, nel caso degli acquiferi umbri ha riguardato il periodo 1998-2001.

Il *Progetto PRISMAS* anticipava di circa due anni l'attuazione della Direttiva 98/83/CE (con il D.Lgs. 152/99) e aveva come obiettivo di breve termine la validazione della rappresentatività della rete di monitoraggio, quale prerequisito essenziale per la sua natura funzionale. In questa fase le indicazioni di tutti i dati avevano ovviamente l'unico ruolo di soddisfare tale obiettivo anche perché, parallelamente, oltre alla rappresentatività della rete, si ricercava quella dei metodi di campionamento, delle misurazioni sul campo, delle determinazioni analitiche di laboratorio. In altri termini si ricercava la rappresentatività del dato attraverso la qualità complessiva delle fasi che lo producono. Per questo motivo veniva rinviato a dopo il consolidamento di un set di dati significativo il ragionamento complessivo sul valore assoluto del dato, che avrebbe in seguito completato il processo di validazione della rappresentatività della rete di monitoraggio nel caso di microinquinanti sito-specifici, tra i quali gli AOX.

DALLE "POSITIVITÀ", ALLA CONTAMINAZIONE D'AREA: LA SORGENTE

La gamma di specie inquinanti riscontrate mediante il monitoraggio degli acquiferi e la loro distribuzione areale consentono di distinguere due gruppi fondamentali: quello delle specie "ubiquitarie" e quello delle specie "puntuali". Tale distinzione deriva da una diversa distribuzione della sorgente di contaminazione che, nel caso delle specie ubiquitarie, è ubiquitaria essa stessa, mentre nel caso di quelle puntuali è essenzialmente sito-dipendente e sito-specifica. Un esempio di inquinanti ubiquitari sono i nitrati, immessi uniformemente nel terreno dalle pratiche agricole per la fertilizzazione dei terreni di coltivazione, data la vocazione prevalentemente agricola delle aree monitorate. Gli inquinanti sito-dipendenti sono costituiti in genere da sostanze sversate nel terreno intenzionalmente o accidentalmente, in base alla convenienza economica dell'"eliminazione" o "conservazione". Un esempio reale di sversamento accidentale è quello che considera gli idrocarburi per autotrazione (chi può aver interesse a disperdere benzina o gasolio?) la cui dispersione nelle falde idriche sotterranee interessa porzioni di territorio molto limitate nello stretto intorno della sorgente di contaminazione (per esempio, rotture di serbatoi interrati delle aree di servizio). Nel caso dei solventi organo-alogenati e in particolare nelle forme (DNAPLs) più comunemente riscontrate Tricloroetilene (TCE) e Tetracloroetilene (PCE), nel limitato contesto delle aree di utilizzazione (non in quelle di produzione), l'interesse economico si sposta verso lo smaltimento a basso costo delle sostanze utilizzate nel ciclo produttivo (esauste). In tal caso il "costo zero" è assicurato dalla non-tracciabilità dallo smaltimento, il cui miglior sistema (anche se imperfetto) è costituito da uno sversamento nel terreno, quantitativamente limitato e persistente. Tale modalità di smaltimento implica tuttavia che il prodotto venga veicolato nel sottosuolo e raggiunga le falde idriche dove, avendo una solubilità trascurabile in acqua e



acquifero	anno rilevazione	aree coinvolte	ampiezza area interessata (Kmq)	approfondimenti da effettuare per nuove rilevazioni	data
CONCA EUGUBINA	2006	nucleo "Zappacenera"	~ 10 [complessiva]	0	-
	2006	nucleo "Ferratelle"	~ 10 [complessiva]	0	-
	2006	nucleo "Bagianello"	~ 10 [complessiva]	0	-
ALTA VALLE DEL TEVERE	2002	zona ind.le "Riosecco"	~ 5	0	-
	2006	S.Giustino	?	0	-
MEDIA VALLE DEL TEVERE	2000	zona ind.le "Marsciano"	?	2	2009
	2005	Balanzano	~ 10	2	2009
VALLE UMBRA	2004	Ponte Nuovo	?	2	2009
	2007	"Cantone"	non determinabile	2	2009
CONCA TERNANA	2005	nucleo "Fontana di Polo"	?	2	2009
MONTI PERUGINI	2000	zona ind.le "S. Sabina"	-	-	-

Tabella 1 - Periodo 1995-2008: casistica degli episodi di contaminazione delle acque sotterranee da sostanze AOX (in neretto: approvvigionamento per destinazione al consumo umano mediante Campo Pozzi)

avendo una densità maggiore di quella dell'acqua, tende a concentrarsi alla base dell'acquifero e a diffondersi (in genere lentamente) sia per moto proprio delle acque sotterranee, sia in virtù del forte richiamo orientato dall'utilizzo dei pozzi per acqua.

A partire dal 2001, con la formalizzazione del passaggio da "Rete PRISMAS" a Rete regionale di monitoraggio (come prevedeva il D.Lgs.152/99), Arpa Umbria ha iniziato le verifiche sulla rappresentatività della rete di

merito di aree nelle quali, dalla rilevazione del dato puntuale (e cioè dalla rilevazione di contaminazione in uno o più pozzi), si è confermata una contaminazione areale (perimetrabile), talora con la tracciabilità della sorgente primaria e/o secondaria di contaminazione.

IL BERSAGLIO PREFERITO: LE ACQUE POTABILI

Occorre innanzitutto evidenziare che il passaggio dalla rilevazione puntuale delle positività alla perimetrazione di aree contaminate è avvenuto in buona parte dei casi per la congiuntura di due fattori: la contaminazione di pozzi per acqua distribuita mediante servizio di pubblico acquedotto e il costante monitoraggio cui sono normalmente soggetti. Questo è il caso dei primi due eventi rilevati sul territorio regionale che, nella seconda metà degli anni '90, hanno coinvolto il campo pozzi nella zona industriale di Marsciano (nella Media Valle del Tevere) e, dal 2000, il campo pozzi nella zona industriale di Santa Sabina, compresa nell'idrostruttura dei Monti Perugini. In entrambi i casi, la contaminazione determinava la perdita in tutto o in parte delle possibilità di approvvigionamento idrico, fino al definitivo abbandono dei pozzi. Ciò ha confermato la validità della scelta di ammettere a far parte della Rete regionale di monitor-

Gli episodi più significativi di contaminazione da AOX sono stati rilevati nel biennio 2005-2006 e hanno coinvolto la parte meridionale dell'acquifero alluvionale denominato Conca Eugubina e la parte centrale della Media Valle del Tevere

monitoraggio nel caso di microinquinanti sito-specifici rilevando, negli anni a seguire, nel caso degli AOX, una pluralità di episodi di contaminazione delle acque sotterranee che a volte hanno interessato aree molto estese. La tabella1 riassume, per acquifero alluvionale, il nu-



aggio le captazioni ad uso idropotabile pubblico, nonostante l'ambiguità delle indicazioni che il loro utilizzo può ingenerare. Tali captazioni infatti, recando un difetto "congenito" dovuto principalmente a caratteristiche costruttive che per adeguarsi alle necessità di "produzione" debbono soprassedere sulla "selezione" delle falde captate, orientano l'attenzione verso una rappresentatività del sistema nel complesso (rappresentatività "media" di una "larga scala" dell'acquifero), piuttosto che di specifica area o livello di circolazione. Le informazioni ricavate da tale monitoraggio sono tuttavia uniche e, in molti casi complementari, a quelle derivanti dal monitoraggio da captazioni caratterizzate da una maggiore selettività.

Dal 2000, sono state riscontrate quattro ulteriori contaminazioni di campi pozzi di acque destinate al consumo umano. In almeno due di tali casi (campo pozzi "Fontana di Polo" e campo pozzi "Cantone"), non essendo state riscontrate sorgenti di inquinamento in atto, la contaminazione è da considerarsi una conseguenza indiretta della captazione di grandi volumi (e a grande portata) di acque sotterranee. Specialmente nella circostanza di condizioni siccitose che determinano condizioni di magra prolungata (annuale e pluriennale), la mancanza di ricarica delle falde idriche sotterranee determina un generale abbassamento della quota dei livelli piezometrici e, poiché l'idroesigenza non si adegua alla variazione delle riserve, si ha un allargamento dell'area interessata dal richiamo di acque sotterranee verso i campi pozzi. L'effetto sfavorevole più diretto consiste nel progressivo accumulo di tali sostanze nella parte più produttiva dell'acquifero e quindi ad un incremento della concentrazione di AOX nelle acque captate.

Nonostante siano in corso approfondimenti di indagine per la rilevazione di eventuali sorgenti di contaminazione, tale ipotesi è la più attualmente accreditata per spiegare il trend manifestato dal campo pozzi "Cantone", che capta l'acquifero in pressione nella Valle Umbra. La vulnerabilità molto bassa di tale acquifero, in quanto protetto dall'infiltrazione di inquinanti che seguano un percorso "verticale" (cioè direttamente dalla superficie), impone che gli inquinanti in falda provengano o da iniezione diretta in falda attraverso i pozzi, oppure dall'area di alimentazione dell'acquifero in pressione. Poiché i controlli effettuati hanno escluso la prima ipotesi, rimane da considerare che l'area di alimentazione dell'acquifero è costituita dalla paleo-conoide del fiume Topino, corrispondente all'area urbana della città di Foligno, caratterizzata da un'elevata densità insediativa. Gli spots di contaminazione da AOX rilevati in tale area sin dal 1998 dalla Rete regionale di monitoraggio (seppur in basse concentrazioni), confermano una pressione antropica in tal senso e giustificano anche il fatto che, pur in presenza di un livello di contaminazione che costringe alla diluizione della risorsa distribuita dall'acquedotto per miscelazione con acqua proveniente direttamente dalle sorgenti appenniniche, le concentrazioni non siano tuttavia elevate.

Il caso analizzato conferma pertanto l'ambiguità che si determina nell'attribuire ai pozzi ad uso pubblico un ruolo di presidio, tra il considerarli cioè "sentinelle" della contaminazione del sistema idrico sotterraneo, oppure accidentali "complici" della contaminazione stessa, a causa di un regime di utilizzo poco razionale dovuto alla necessità.

Completamente diversa, e più consueta, è la natura della contaminazione da AOX che ha interessato:

- campo pozzi "zona industriale Riosecco" (Città di Castello), nell'Alta Valle del Tevere;
- campo pozzi "zona industriale Marsciano" (Comune di Marsciano, Media Valle del Tevere);
- campo pozzi "zona industriale S.Sabina" (Comune di Perugia, struttura dei Monti Perugini).

Tali casi presentano un comune denominatore costituito dalle seguenti caratteristiche:

- sono ubicati in prossimità o addirittura all'interno di aree produttive nelle quali insiste una pluralità di attività che lavorano i prodotti coinvolti nella contaminazione;
- divengono il bersaglio principale della contaminazione, a causa del regime di sfruttamento che orienta verso il campo pozzi il deflusso delle acque sotterranee (e per questo svolgono, loro malgrado, un efficiente ruolo di "sentinella");
- hanno pregiudicato la propria funzionalità (per un tempo lungo) a causa di una compromessa qualità della risorsa captata in funzione della destinazione d'uso.

Tali caratteristiche esemplificano una realtà che manifesta per tali captazioni una scarsissima presidibilità tale da suggerire, per alcuni di essi, la necessità di una delocalizzazione dei punti di prelievo, piuttosto che l'insistenza su un'improbabile delocalizzazione delle attività an-

Durante il monitoraggio degli acquiferi sono stati osservati due gruppi fondamentali di specie inquinanti: quelle derivanti dalla specificità del sito e quelle provenienti da un'area di contaminazione più vasta

tropiche, realmente o potenzialmente considerate "centri di pericolo". Ciò implica, oltre all'impellente necessità di adempiere alla disciplina delle Aree di Salvaguardia prevista dal D.Lgs.152/99, l'esigenza di perfezionare lo strumento normativo che le regolerà. Ad oggi, infatti,

l'intento di salvaguardia delle captazioni di acque destinate al consumo umano focalizza troppo spesso il solo aspetto "quantitativo" (condizionato in tal senso dalla frequenza delle crisi idriche dovute alle condizioni siccitose degli ultimi anni), relegando quello dell'idoneità della qualità a un problema che rimane nell'astrattezza della "potenzialità" fino a che non si manifesta. Per un cambiamento di strategia sarebbe sufficiente cominciare a ragionare intorno a una proprietà transitiva semplice e diretta: *"Quando l'acqua non c'è, è come fosse inquinata. Quando invece è inquinata, è come non ci fosse"*. Da qui dovrebbe partire un impulso verso una disciplina di salvaguardia che affronti la materia della protezione statica delle captazioni pubbliche nella sua inevitabile complessità e senza ulteriori incertezze.

DALLA CONTAMINAZIONE DI SITO A QUELLA "TERRITORIALE"

Gli episodi più significativi di contaminazione da AOX sono stati rilevati nel biennio 2005-2006 ed hanno coinvolto la parte meridionale dell'acquifero alluvionale denominato Conca Eugubina e la parte centrale della Media Valle del Tevere. In entrambi i casi la contaminazione ha riguardato un'area così vasta (circa 10 Km²) da poter essere paragonata a una contaminazione da specie ubiquitarie. Dato il tipo di sostanze coinvolte non è possibile ovviamente pensare a uno smaltimento indiscriminato così diffuso. In entrambi i casi la distribuzione areale delle concentrazioni evidenzia uno sviluppo della contaminazione genericamente orientato dal naturale movimento delle acque sotterranee (e dal forte richiamo esercitato dal regime di utilizzo di alcuni pozzi ad uso industriale), a partire da singoli "focolai" di concentrazioni elevate, corrispondenti ad altrettante sorgenti di contaminazione. Nel caso della Media Valle del Tevere (figura 1A), si potrebbero considerare almeno due principali sorgenti di contaminazione, ubicate nell'area industriale di Balanzano, ad ovest della E45 e nella parte meridionale dell'area industriale di Ponte S.Giovanni, adiacente al Tevere.

Nella Conca Eugubina è possibile isolare tre nuclei distinti (figura 1B): un nucleo più orientale ben distinto e, più ad ovest, due ulteriori *plumes* i quali potrebbero avere un'origine comune.

La forma e le dimensioni di tali *plumes* evidenziano una loro propagazione determinata dalla direzione di deflusso naturale delle acque sotterranee, genericamente orientata da nord a sud.

I due casi posti all'attenzione propongono due elementi molto interessanti ai fini dell'analisi, uno di stretta analogia e l'altro di evidente diversità:

- L'elemento di diversità si concretizza nelle concentrazioni massime rilevate che per la Conca Eugubina consistono di alcune decine di $\mu\text{g/l}$ mentre, per la Media Valle del Tevere, arrivano ad alcune migliaia di $\mu\text{g/l}$. Tali differenze suggeriscono che nel primo caso lo smaltimento possa caratterizzarsi per uno sversamento sistematico di una modesta quantità di prodotto mentre, nel secondo caso, non si può solo presumere che l'eventuale sversamento sia più copioso, ma occorre prendere in considerazione l'eventualità di un episodio accidentale importante che ha coinvolto una grande quantità di prodotto.

- L'elemento di analogia si evince dalla grande ampiezza dell'area contaminata: in entrambi i casi se si considera il percorso dell'inquinante e la sua velocità di trasferimento nel sottosuolo, si determina che la contaminazione iniziale è certamente datata. Nel momento in cui si cerca di risalire alle responsabilità della contaminazione è evidente che tale elemento si interseca strettamente con il precedente. Solo in rarissimi casi si può ascrivere con ragionevole certezza un episodio di inquinamento al soggetto che lo ha determinato in quanto, a causa delle particolari caratteristiche di questo tipo di sostanze, non è sistematico che, a distanza di anni dall'immissione nel terreno, le concentrazioni massime coincidano con la sorgente contaminazione. Tale aspetto può essere infatti ulteriormente complicato dalla contestuale presenza di importanti captazioni di acque sotterranee le quali modificano localmente la direzione del naturale deflusso delle acque sotterranee e contribuiscono a frazionare l'originale *plume* di contaminazione. Un dato interessante emerge dall'analisi del trend storico delle concentrazioni di AOX rilevate nella Conca Eugubina (figura 2) su tre pozzi della Rete regionale di monitoraggio discreto, corrispondenti ai tre nuclei di contaminazione evidenziati dalle rilevazioni specifiche. L'analisi evidenzia le seguenti caratteristiche peculiari:

- concentrazioni elevate già a partire dall'estate del 1998;
- ampio range di oscillazione delle concentrazioni, sia su base stagionale che annuale;
- stretta relazione dei trends dei tre punti di monitoraggio a partire dal luglio 2003 a oggi.

Tali elementi convergono nel riferire la dispersione nel sistema sotterraneo a un periodo anteriore all'estate del 1998 e inoltre, essendo la contaminazione dell'acquifero già rilevata dai suddetti pozzi di monitoraggio, è oggi

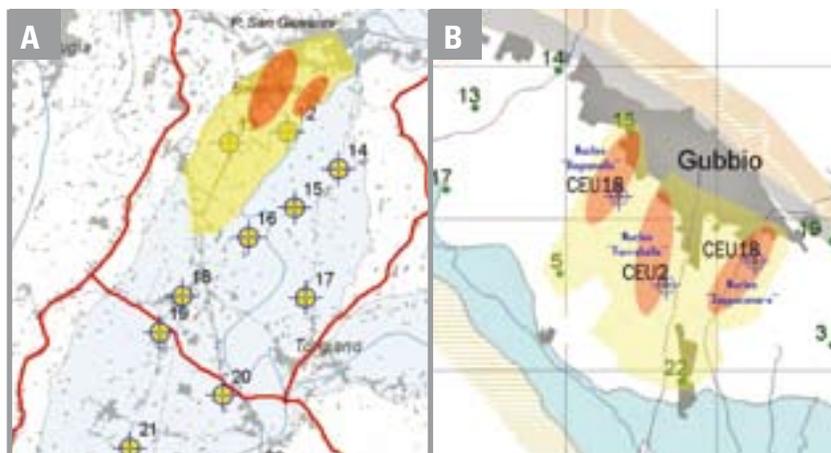
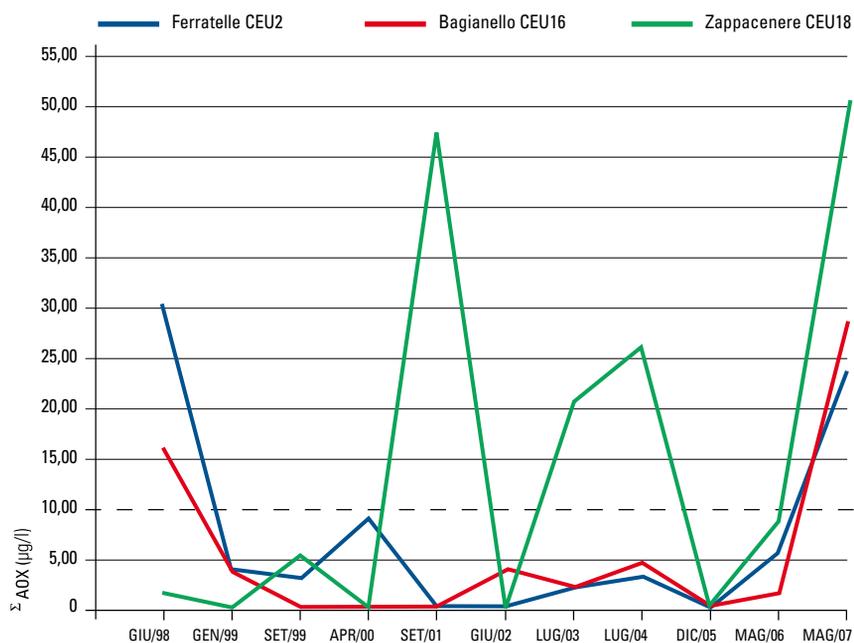


Figura 1 - A parte sinistra (Media Valle del Tevere) - estensione della contaminazione da AOX (in giallo) e distribuzione areale dei nuclei (in rosso) nei quali la concentrazione di AOX supera i 10 $\mu\text{g/l}$. B parte destra (Conca Eugubina) - estensione della contaminazione da AOX (in giallo) e distribuzione areale dei nuclei (in rosso) nei quali la concentrazione di AOX supera i 10 $\mu\text{g/l}$

Figura 2 - Conca Eugubina - trends dei tenori di AOX sui punti della rete di monitoraggio corrispondenti ai nuclei in cui la concentrazione supera i 10 $\mu\text{g/l}$



possibile valutare una larga propagazione dell'inquinante già all'atto della sua prima rilevazione. Solo per il nucleo "Zappacenero" le basse concentrazioni suggeriscono una propagazione in falda di AOX più recente rispetto agli altri nuclei. Tali considerazioni sono tuttavia possibili solo oggi, sulla scorta di un set di dati consolidato, alimentato anche dalle specifiche investigazioni che hanno consentito il riconoscimento di distinti *plumes* di contaminazione. Fino al 2001, infatti, le oscillazioni delle concentrazioni di AOX determinano notevoli difficoltà interpretative in quanto, per lunghi periodi, si mantengono inferiori al limite di rilevabilità analitico (CEU-16, dal 1999 al 2002; CEU-18, nel 2000, 2002 e 2005; CEU-2, dal 2001 al 2003). Solo negli anni successivi le rilevazioni è stato possibile comprendere che, in assenza di sorgenti di contaminazione attive, le variazioni della concentrazione sono relazionabili alle oscillazioni dei livelli piezometrici dell'acquifero e quindi all'abbondanza delle precipitazioni meteoriche, secondo una proporzionalità inversa. In genere è stato osservato che la concentrazione di AOX aumenta quando i livelli sono più bassi in risposta a condizioni siccitose stagionali e annuali/pluriennali. La frequenza delle crisi idriche dell'ultimo quinquennio ha consentito la possibilità di osservare tale fenomeno e ha chiarito che l'ampiezza delle oscillazioni della concentrazione osservate è amplificata dal fatto che le rilevazioni sono state effettuate in periodi stagionali disomogenei. Esaminando la figura 2, infatti, è possibile notare che, a partire dal 2003, le serie di dati

Se i soggetti responsabili della contaminazione non sono individuabili, o sono inadempienti, la Pubblica amministrazione ha l'obbligo di intervenire d'ufficio

forniscono riscontri univoci del tutto relazionabili come valori massimi alle crisi idriche occorse nel biennio 2002-2003 e nel 2007 mentre, come valori minimi, agli straordinari apporti meteorici che hanno caratterizzato l'ultimo bimestre del 2005, in circostanza dei quali si ebbe l'esondazione dei principali corsi d'acqua regionali. Più in generale, risulta evidente che la maggior parte della casistica della contaminazione da AOX propone eventi ormai datati, per i quali diviene impercorribile l'individuazione della sorgente primaria di contaminazione

con i soli metodi tecnici. L'area contaminata diviene talmente vasta da inglobare una pluralità di attività che utilizzano prodotti equiparabili a quelli rinvenuti negli acquiferi e, soprattutto, il limite principale deriva dal fatto che molte attività produttive operanti nel passato non sono attualmente più presenti. Tale limite è nella maggior parte dei casi insuperabile in quanto, se non in particolari situazioni, di tali sostanze non rimane traccia nel terreno posto tra la superficie e la falda freatica. Solo in tal caso infatti sarebbe possibile attribuire responsabilità precise con sufficiente certezza. Ciò ovviamente comporta che, in mancanza dell'individuazione del soggetto che ha determinato la contaminazione, gli oneri delle azioni di recupero ambientale siano a carico della collettività.

Il D.Lgs. 152/2006 (all'art. 250-*co. 1*) stabilisce che, qualora i soggetti responsabili della contaminazione non siano individuabili (o siano inadempienti), la Pubblica amministrazione, intervenga d'ufficio, in funzione dei criteri previsti dal Piano regionale per la bonifica delle aree inquinate. La figura 3 propone il trend cumulato della casistica di contaminazione da AOX sul territorio regionale. La scelta di proporre la casistica mediante tale rappresentazione non è né casuale, né tantomeno dettata dalla volontà di amplificare la problematica trattata. È semmai la rappresentazione di una realtà irrisolta che, a distanza di anni dalla rilevazione delle contaminazioni, non ha ancora dato esito agli interventi di bonifica. La tabella 2 propone, per la casistica delle aree inquinate da AOX, il confronto fra le previsioni dei costi degli interventi previsti dal Piano del 2004 e quelli contenuti nella neo-redatta proposta di Piano regionale per la bonifica delle aree inquinate, attualmente in fase partecipativa. Emerge innanzitutto che i costi previsti dalla proposta di Piano del 2008, pur in presenza di due ulteriori aree contaminate inserite nella lista dei Siti di interesse pubblico (lista A1), eccedono quelli del Piano 2004 di circa il 31% e che tale incremento risulta per la maggior parte dovuto ai maggiori costi degli interventi sulle aree già individuate nel Piano del 2004. Come descritto precedentemente, per le due neo-inserite aree non è più possibile identificare una "contaminazione di sito" ma, data la diffusione degli inquinanti, si riconosce una "contaminazione di territorio" la cui previsione dei costi di intervento dovrebbe essere, nel migliore dei casi, almeno confrontabile con uno dei siti inseriti in lista A1 nel Piano del 2004. La proposta di Piano del 2008 limita invece le previsioni per tali aree ai soli costi della caratterizzazione del sito ed all'esecuzione dell'*analisi di rischio sanitario-*

Figura 3 - Trend cumulato della casistica di contaminazione da AOX nel periodo 1995-2008

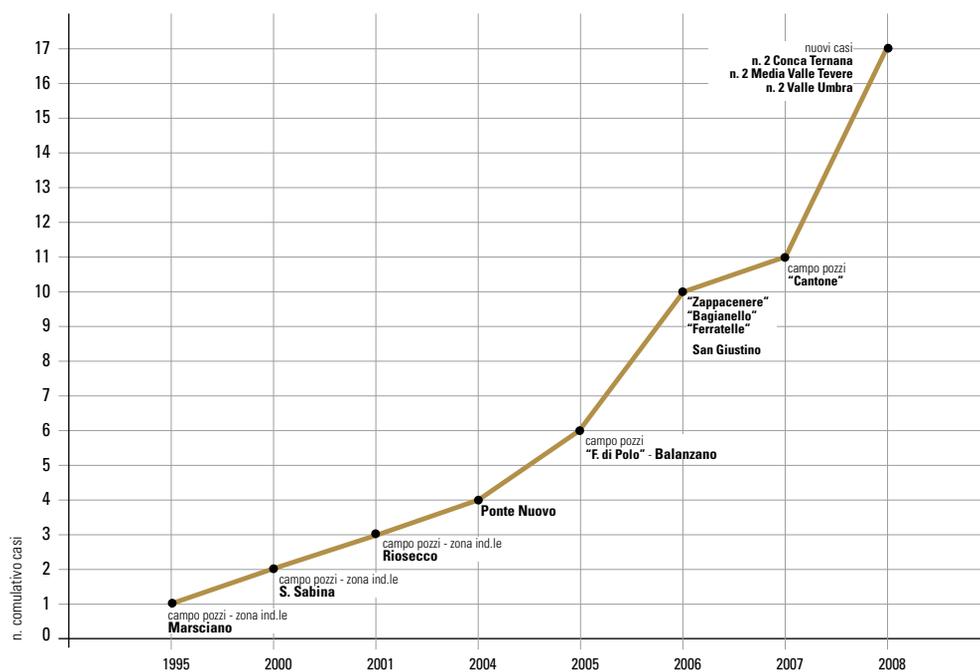


Tabella 2 - Previsione dei costi degli interventi sulle aree caratterizzate da contaminazione da sostanze AOX

acquifero	anno rilevazione	siti da bonificare	previsione P.R.B.A.P.(2004)		previsione P.R.B.A.I.(2008)	
			LISTA	COSTO €	LISTA	COSTO €
CONCA EUGUBINA	2006	nucleo "Zappacenero"	-	-	A1	150.000 ^(*)
	2006	nucleo "Ferratelle"	-	-	n.i.	-
	2006	nucleo "Bagianello"	-	-	n.i.	-
ALTA VALLE DEL TEVERE	2002	zona Ind.le Riosecco	A1	754.000	A1	750.140
	2006	San Giustino	-	-	n.i.	-
MEDIA VALLE DEL TEVERE	2000	zona Ind.le Marsciano	A1	754.000	A1	866.392
	2005	Balanzano	-	-	A1	100.000 ^(**)
VALLE UMBRA	2004	Ponte Nuovo	-	-	n.i.	-
	2007	"Cantone"	-	-	n.i.	-
CONCA TERNANA	2005	"Fontana di Polo"	-	-	n.i.	-
MONTI PERUGINI	2000	zona Ind.le S. Sabina	A1	766.200	A1	1.200.000
totale				2.274.200		2.976.682 ^(***) + 30.8%

n.i.: non ancora inserite in nessuna lista in quanto non risulta esaurita la fase di rilevazione

ambientale sito-specifica quale “innovativo” strumento previsto dal D.Lgs.152/2006 per corrispondere al criterio fondamentale su cui si basano oggi le procedure previste per gli interventi di ripristino ambientale: la “tutela della salute umana”. Secondo tale criterio, diversamente dalla previgente normativa (D.Lgs.471/1999), “il concetto di **contaminazione non equivale a quello di inquinamento**” (Cirillo P. e Pasqualicchio F., 2008). La contaminazione dà infatti seguito a procedure di verifica sistematiche (già previste dal D.Lgs.471/1999) solo nel caso di superamento delle *Concentrazioni Soglia di Contaminazione - CSC* (razionali, anche perché molto basse). In base al D.Lgs.152/2006, l'accertamento del superamento della CSC “*delinea un evento modificativo del sito che, in forza di indici predeterminati dal legislatore, denota esclusivamente un possibile rischio di inquinamento*” (Cirillo P. e Pasqualicchio F., 2008).

Il superamento delle CSC non giustifica ancora l'adozione di interventi di ripristino ambientale i quali potranno essere adottati solo nel caso in cui il livello di contaminazione della matrici ambientali sia tale da determinare un rischio concreto per la salute umana, da valutarsi attraverso metodi di calcolo numerico che stabiliscano le *Concentrazioni Soglia Rischio (CSR)* in funzione dell'esposizione umana per inalazione, ingestione, contatto, ecc., delle sostanze inquinanti coinvolte. Qualora ci si trovi nel limbo del range di concentrazioni fra la CSC e la CSR, l'unico strumento di tutela previsto è la prevenzione, realizzata attraverso un monitoraggio in grado di rilevare tempestivamente gli eventuali superamenti della CSR. In generale, il D.Lgs.152/2006 non essendo “*improntato alla ricostituzione dello status quo ante di un luogo ma all'eliminazione degli effetti nocivi della contaminazione sulla salute umana*” (Cirillo P. e Pasqualicchio F., 2008) e sanzionando di fatto il soggetto che cagiona la contaminazione solo nel caso di superamento delle CSR, smantella l'ipotesi di danno ambientale in senso generale, vincolandolo alla sola tollerabilità umana. Ciò a nostro avviso “inquinando” l'originario principio generale “*chi inquina paga*” dettato dalla Direttiva 2004/35/CEE del 21 aprile 2004. Non ci pare infatti tendenzioso considerare che il risultato indiretto ottenuto dal legislatore determini l'opportunità di immettere inquinanti nell'ambiente a patto che l'esposizione degli umani rientri in un margine di accettabilità, di fatto distinguendo indirettamente luoghi inquinabili e non, sulla base delle caratteristiche sito-specifiche delle matrici ambientali e della loro connessione con la presenza umana.

Il paradosso, a questo punto, potrebbe consistere in

una logica per la quale si interviene sulla ricostituzione dello *status quo ante* di un acquifero sotterraneo solo quando le acque sotterranee da esso estratte sono destinate al consumo umano. L'esperienza tuttavia insegna il contrario: in tal caso si preferisce infatti abbandonare captazioni, luoghi e matrice ambientale piuttosto che bonificare (cfr. campo pozzi zona industriale S.Sabina, zona industriale Marsciano, ecc..) in quanto ciò comporterebbe l'istallazione e il mantenimento di attrezzature complesse, per tempi molto lunghi, essendo le sostanze organo-alogenate, per loro natura, caratterizzate da “*tempi di residenza*” nel sistema sotterraneo che possono essere anche pluridecennali. Ciò comporta oneri economici tali da scoraggiare, le pubbliche amministrazioni dall'intervenire in tal senso, specialmente quando la contaminazione è datata e, per questo, interessa una porzione di territorio di tale ampiezza da limitare le possibilità di successo della bonifica in termine di valori di concentrazione residui degli inquinanti. Un ragionamento più complessivo sui costi dovrebbe tuttavia non portare ad identificare il costo di una contaminazione con quello della bonifica. Ai costi riportati in tabella 2 si dovrebbero infatti almeno aggiungere quelli derivanti dalla sottrazione alla disponibilità collettiva di risorse idriche importanti che impongono oneri rilevanti per ottenere un approvvigionamento alternativo (progettazione e realizzazione di pozzi, adduttrici, serbatoi, ecc..), nonchè quelli, senz'altro più contenuti, di monitoraggio delle falde idriche sotterranee per tutto il tempo di residenza dell'inquinante nell'acquifero.

IL RUOLO DEL MONITORAGGIO E IL D.LGS.152/2006

La decennale esperienza di monitoraggio degli acquiferi di interesse regionale attraverso la Rete dedicata ha avuto come obiettivo principale la definizione dello stato ambientale, quale prodotto delle condizioni qualitative e quantitative dei corpi idrici sotterranei. Per i micro-inquinanti di esclusiva derivazione antropica, lo stato della “qualità” dei corpi idrici sotterranei è determinato, mediante l'accertamento delle “positività” della concentrazione, sulla base del superamento di “valori soglia”. Le indicazioni derivanti dalla rilevazione delle “positività” della concentrazione sui punti della Rete hanno tuttavia un obiettivo intrinseco per il quale tale rilevazione, anche nel caso di non superamento dei valori soglia, determina il passaggio ad una fase di verifica su una scala più dettagliata (che consentirà di rilevare le più alte concen-

trazioni presenti). Nel caso degli AOX, il passaggio da tale rilevazione “embrionale” alla completa rilevazione di una contaminazione (perimetrazione dell’area contaminata e di quella in cui si ha il superamento della CSC -criteri del D.M.471/1999-), è stato ostacolato dalle seguenti difficoltà:

- una generale “schizofrenia” temporale delle positività interpretabile solo a posteriori, sulla base di una serie temporale di dati formata;
- una scala territoriale del monitoraggio troppo “larga” per orientare immediatamente verso la specificità dei criteri imposti dal suddetto decreto.;
- una mancanza di percorsi procedurali successivi, semplici e diretti.

Ne deriva che il percorso di “rilevazione” è stato prevalentemente compiuto nei casi di evidente e immediato rischio per la salute umana e quindi nelle aree di captazione di acque sotterranee per il consumo umano.

La non-equivalenza tra il concetto di *contaminazione* e quello di *inquinamento* introdotta dal D.Lgs.152/2006 determina attualmente che, mentre per la fase di “rilevazione” non mutano le modalità di approccio, per quella di valutazione il monitoraggio è destinato a rapportarsi su due criteri diversi: inizialmente con la CSC e, successivamente (dopo l’effettuazione dell’analisi di rischio), sulla CSR. La proposta di Piano Regionale di Bonifica delle Aree Inquinata prevede infatti che il monitoraggio svolga un ruolo centrale nelle scelte della Pubblica Amministrazione (alla quale compete la maggior parte degli oneri di ripristino ambientale), sia in quanto

previsto in buona parte delle aree individuate, sia per il riconoscimento di aree contaminate/inquinata e per la verifica dell’efficacia degli eventuali interventi di bonifica. L’esperienza maturata attraverso la Rete regionale di monitoraggio degli acquiferi di interesse regionale stabilisce quindi la necessità di una riconsiderare strategia e ruolo del monitoraggio, in modo da distinguere ed armonizzare la fase di “rilevazione” e quella di “valutazione” di una contaminazione per formalizzare un percorso uniforme di passaggio da una fase all’altra. La prima conseguenza certa coinvolge le strategie in termini di rappresentatività del monitoraggio, in quanto i punti della Rete Regionale risultano inadeguati sia alla scala della fase di valutazione, sia a quella di perimetrazione delle aree contaminate. Ciò determina, in generale, la necessità di sviluppare reti di monitoraggio dedicate alle singole aree inquinate che, per quanto riguarda la contaminazione da AOX, devono essere specificatamente adattate alle caratteristiche di tali sostanze anche attraverso la costruzione di pozzi di monitoraggio.

La tabella 3 riassume le caratteristiche generali delle reti in funzione dell’obiettivo del monitoraggio. Risulta evidente che le reti locali per la rilevazione della contaminazione costituiscono presidi transitori, il cui ruolo si esaurisce con l’inizio della fase di valutazione per lasciare spazio a una rete locale più semplice, costituita dai punti che offrono la migliore rappresentatività del corpo idrico sotterraneo e del fenomeno di contaminazione dal quale è interessato. Anche tale rete è in realtà un presidio temporaneo, pur su un termine molto più

Tabella 3 - Caratteristiche generali delle reti in funzione dell’obiettivo del monitoraggio

	Rete Regionale Monitoraggio	Rete Locale CSC	Rete Locale CSR
OBIETTIVO	<ul style="list-style-type: none"> • definizione dello “stato ambientale” dei corpi idrici • “rilevazione iniziale” della contaminazione 	<ul style="list-style-type: none"> • rilevazione dell’area contaminata • rilevazione dell’area inquinata 	<ul style="list-style-type: none"> • “valutazione” del trend della contaminazione
DENSITÀ PUNTI	0.33/Kmq	20/Kmq	5/Kmq
PARAMETRI	<ul style="list-style-type: none"> • markers • costituenti specifici • macrodescrittori 	<ul style="list-style-type: none"> • markers • costituenti specifici 	<ul style="list-style-type: none"> • costituenti specifici • macrodescrittori ?
FREQUENZA	2/anno	1 ÷ 2/anno	1 ÷ 2/anno
CARATTERISTICHE PUNTI	captazioni esistenti (pubbliche e private)	pozzi di monitoraggio e/o captazioni esistenti (se selettive)	pozzi di monitoraggio e/o captazioni esistenti (se selettive)

lungo, correlato al tempo di residenza dell'inquinante nell'acquifero, fino al raggiungimento di una concentrazione residua ritenuta accettabile. I punti della rete di valutazione tuttavia, per la caratteristica di massima rappresentatività del sistema monitorato, costituiscono un valore aggiunto anche per la definizione dello stato ambientale del corpo idrico, in quanto possono inquadrare la reale dimensione di un fenomeno di contaminazione, scevra da possibilità di sovra e sottostima del fenomeno. Tale considerazione ha come diretta conseguenza la necessità di una seria valutazione sull'opportunità di includere i punti delle reti di valutazione nella Rete regionale, a integrazione o sostituzione degli attuali punti, anche parziale.

Riferimenti bibliografici

Barro G., *Il principio di precauzione, sue formalizzazioni e interpretazioni*, Il principio di precauzione – salute, ricerca, partecipazione. Convegno ARPA Umbria, Perugia 27 Febbraio 2006.

Berardi S. e D'Aprile L., *Procedura di analisi di rischio per suoli contaminati, Giornate di studio: "Siti contaminati: suolo, sottosuolo e sedimenti"*, Università di Roma "La Sapienza", Roma 15-16 Novembre 2007.

Cirillo P. e Pasqualicchio F., *La riforma del sistema penale delle bonifiche alla luce del decreto legislativo 152/06*, Arpa Rivista - Rivista bimestrale dell'Agenzia regionale prevenzione e ambiente dell'Emilia-Romagna, n.1, Gennaio-Febbraio 2008.

Tunesi S., *Calcolo del rischio e stima dell'esposizione per la popolazione in presenza di siti inquinati*, Università di Bologna, Facoltà di Scienze Ambientali, Conferenze del Giovedì, Ravenna 16 Novembre 2006.

Note

¹ Molecole di sostanze organiche alifatiche contenenti uno o più atomi di fluoro, cloro, bromo o iodio.

² Dense Non-Aqueous Phase Liquid