

CONTAMINANTI EMERGENTI, UNA SFIDA CONTINUA PER IL SISTEMA DELLE AGENZIE AMBIENTALI

Il tema dei contaminanti emergenti è certamente complesso e di grande attualità, come dimostra il caso Pfas nel Veneto. L'impatto dei nuovi contaminanti – in particolare la loro diffusione nelle risorse idriche, la trasformazione che possono subire dopo la loro immissione nell'ambiente e gli effetti conseguenti – costituisce una nuova frontiera delle conoscenze. Su questi temi si concentrerà una parte importante delle attività delle Agenzie e del Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa). Questi i temi discussi anche nella sessione tematica "Acque sotterranee e inquinamento delle falde, il caso dei contaminanti emergenti" proposta alla Summer school AssoArpa di Cagliari (27-29 settembre 2017) i cui contributi sono in queste pagine; Giuseppe Bortone, direttore generale di Arpa, ha introdotto la sessione con riflessioni e spunti per la discussione riproposti nell'editoriale in questo numero di Ecoscienza (pag. 3). (DR)

Contaminazione da Pfas, l'esperienza del Veneto

La contaminazione da sostanze perfluoroalchiliche (Pfas) scoperta nel 2013 in un'area vasta del Veneto impegna costantemente Arpa in indagini ambientali sempre più complesse e integrate con informazioni sanitarie. In mancanza di specifiche normative queste sostanze erano escluse dai monitoraggi abituali.

Nel 2013 uno studio [18] dell'Istituto di ricerca sulle acque del Centro nazionale di ricerca rilevava la presenza, nelle acque potabili e in diversi corpi idrici superficiali, di sostanze perfluoroalchiliche (Pfas) in un'estesa area del Veneto. Lo studio nasceva da una convenzione Irsa-Mattm¹ per indagare il rischio ambientale e sanitario associato alla contaminazione da Pfas nel bacino del Po e nei principali bacini italiani. Nel giugno del 2013 lo studio, trasmesso ad Arpa Veneto (Arpav), ha dato avvio alle prime indagini per delimitare l'area interessata e individuare la sorgente. Questa attività si è sviluppata contemporaneamente e a supporto delle iniziative di tutela della salute pubblica degli enti coinvolti attraverso il coordinamento della Direzione prevenzione e della Direzione tutela ambiente della Regione del Veneto.

Cosa sono i Pfas

I contaminanti emergenti hanno assunto un interesse crescente da parte della comunità scientifica internazionale per la loro persistenza ambientale, per essere bioaccumulabili, per la loro tossicità e distribuzione globale [12, 13, 21]. Si tratta di sostanze artificiali non esistenti in natura la cui presenza è stata rilevata nel biota, negli animali, in suoli, sedimenti, acqua e aria [1, 9, 13]. I Pfas rappresentano una famiglia di composti chimici costituiti da catene di atomi di carbonio a lunghezza variabile da 4 a 12, lineari o ramificate, legate ad atomi di

fluoro e ad altri gruppi funzionali. Il forte legame covalente esistente tra carbonio e fluoro conferisce una straordinaria inerzia chimica a queste sostanze, rendendole uniche e molto apprezzate dal settore produttivo [12, 21]. I Pfas infatti sono molto resistenti all'idrolisi, alla fotolisi, alla termolisi e alla degradazione microbica e quindi particolarmente persistenti nell'ambiente [16]. I principali usi sono funzionali a rendere resistenti ai grassi e all'acqua materiali quali tessuti come giacche impermeabili, tappeti, pelli, carta, circuiti, rivestimenti di contenitori per alimenti, pentole antiaderenti. Si usano inoltre nelle schiume antincendio, nelle pitture e vernici [12]. Oltre che negli stabilimenti di sintesi queste sostanze possono essere impiegate nei processi produttivi di diversi settori: tessile, conciario, galvanico, cartario. Di particolare interesse sono i composti a catena lunga che hanno dimostrato di essere più bioaccumulabili e più tossici per gli esseri umani rispetto agli omologhi a catena corta. Il Pfos (acido perfluorooottansolfonico) e il Pfoa (acido perfluorooottanoico) sono i due

acidi perfluoroalchilici a catena lunga maggiormente studiati e discussi nella letteratura scientifica (figura 1).

Le indagini ambientali condotte da Arpav hanno permesso di individuare l'origine dell'inquinamento in un'area di pertinenza di uno storico stabilimento chimico nella media valle dell'Agno in comune di Trissino. Il sottosuolo, in questa zona, è caratterizzato da un potente acquifero alluvionale indifferenziato spesso fino a 100 m [4] e sede della falda freatica che alimenta gli acquiferi della media e bassa pianura occidentale di Vicenza da cui traggono alimentazione numerosi pozzi pubblici di approvvigionamento potabile. Dal sito sorgente la propagazione è avvenuta verso valle attraverso le acque sotterranee che rappresentano il più importante vettore di diffusione⁴ nell'ambiente; dall'area sorgente, la propagazione si sviluppa in una stretta fascia a ridosso del versante orientale della valle dell'Agno³ verso sud (figura 2) per poi aprirsi in due lobi divergenti: uno con direzione est mentre l'altro, molto più esteso, verso sud. La presenza di più fattori predisponenti, combinati con un prolungato periodo di diffusione nell'ambiente, ha determinato la contaminazione di un vastissimo territorio a valle del sito sorgente. In sintesi i fattori sono:

- un sistema idrogeologico nell'area sorgente particolarmente vulnerabile, area

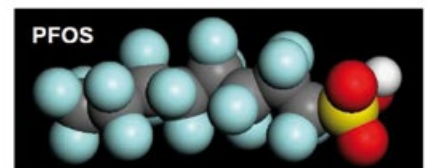
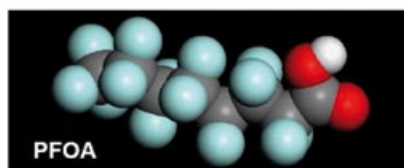
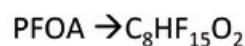


FIG. 1 - STRUTTURA CHIMICA DEI Pfas PIÙ CONOSCIUTI. Il Pfoa (acido perfluorooottanoico) e il Pfos (acido perfluorooottansolfonico). In grigio: atomi di carbonio; in azzurro: fluoro; in rosso: ossigeno; in bianco: idrogeno; in giallo: zolfo.

di ricarica degli acquiferi, caratterizzata da un'elevata idrodinamica sotterranea – velocità anche superiore a 10 m/giorno [17] – con strettissimi rapporti di interdipendenza tra acque superficiali e sotterranee
 - le caratteristiche chimico-fisiche dei Pfas che ne permettono l'estrema diffusione nell'ambiente: l'estensione longitudinale dell'inquinamento nelle acque sotterranee a sud ha superato i 35 km.
 Per le specifiche proprietà di persistenza e bassa/nulla biodegradabilità i Pfas possono essere considerati formidabili traccianti dei deflussi idrici sotterranei e superficiali; circa la dimensione temporale dell'inquinamento, secondo lo studio sui tempi di propagazione dell'inquinamento di Arpav [15], la possibile origine è stimata tra fine 1966 e inizio 1967. A occultare la presenza dei Pfas nell'ambiente così a lungo hanno influito le loro caratteristiche organolettiche in soluzione acquosa (incolori, inodori e insapori), oltre a non presentare alcuna tossicità immediata nelle concentrazioni riscontrate.

Sul piano normativo, è utile ricordare che prima del 2013 queste sostanze non venivano ricercate nei controlli e monitoraggi ambientali in quanto non esistevano specifiche norme nazionali. Le falde idriche sotterranee si sono rivelate la matrice ambientale più compromessa, con un'estensione del plume inquinante superiore a 190 km². L'estensione dell'inquinamento è tale da comprendere sia l'acquifero intravallivo indifferenziato della media-bassa valle dell'Agno, sia gli acquiferi di media e bassa pianura tra le province di Padova e Verona (figura 3).

La compromissione dei sistemi di risorgiva della media pianura e dei relativi corsi d'acqua afferenti ha comportato la contaminazione di una parte considerevole della rete idrografica collegata (Agno-Guà-Frassine; Togna-Fratta-Gorzone; Retrone; Bacchiglione) conferendo al fenomeno una rilevanza internazionale.

La messa in sicurezza d'emergenza

La progressiva propagazione dell'inquinamento attraverso le acque sotterranee ha determinato la compromissione delle fonti di approvvigionamento pubbliche idropotabili presenti nell'area, in particolare del campo pozzi di Almisano. Questo campo serve 21 comuni, molti dei quali in territori non interessati dalla contaminazione. Complessivamente, attraverso la filiera idropotabile sono state esposte a queste sostanze più di 126.000 persone. A seguito della scoperta dell'inquinamento le autorità competenti,

FIG. 2
PFAS, CASO VENETO

Rappresentazione dell'area della media-bassa valle dell'Agno, in giallo il plume inquinante, in azzurro il deflusso idrico sotterraneo della valle.

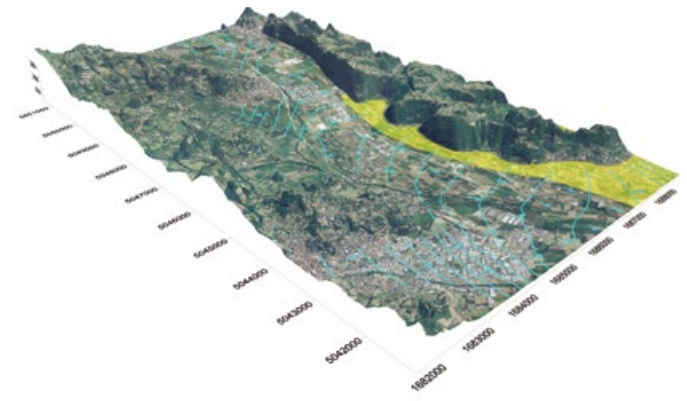
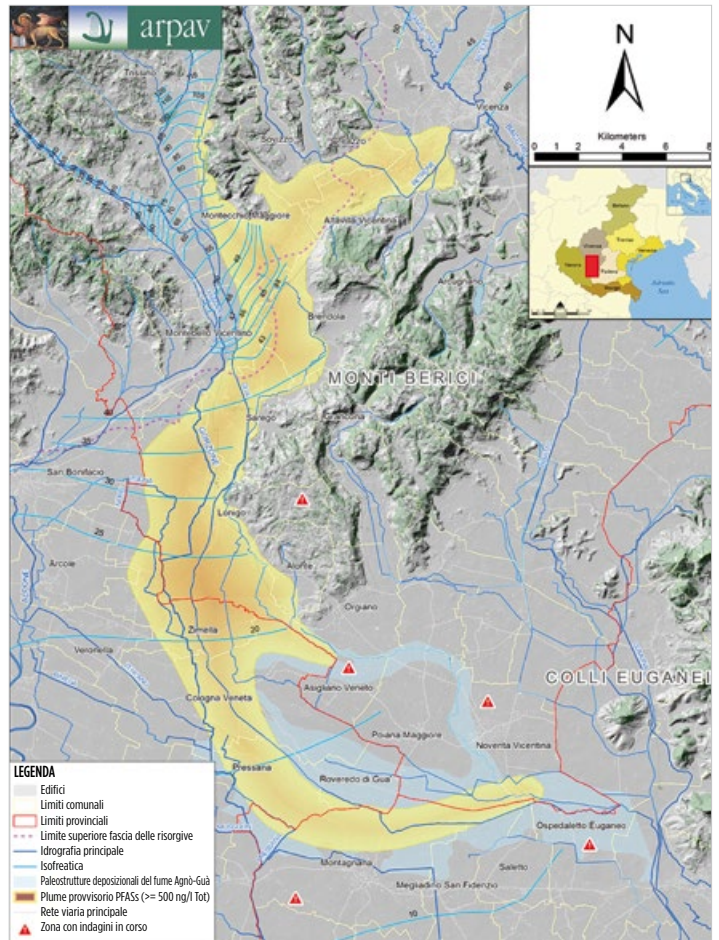


FIG. 3
PFAS, CASO VENETO

Delimitazione dell'inquinamento da Pfas nelle acque sotterranee. La concentrazione rilevata varia da valori nulli a valori superiori a 60.000 ng/l di Pfas totali.



TAB. 1
PFAS, CASO VENETO

I limiti di performance introdotti nel 2017 dalla Regione Veneto

Sostanza	Livelli performance tecnologica (ng/l)
PFOS e isomeri ramificati	30
PFOA + PFOS e isomeri ramificati	90
Altri PFAS	300

come misura di messa in sicurezza di emergenza, hanno installato efficaci sistemi di filtrazione a carbone attivo granulale (GAC) nei pozzi vulnerati dall'inquinamento per rispettare i "limiti di performance" stabiliti in emergenza dall'Istituto superiore di sanità. Nel 2017 la Regione Veneto, su indicazione della Commissione ambiente e salute, ha drasticamente ridotto tali limiti (tabella 1) con l'obiettivo di azzerare

le concentrazioni di Pfas nelle acque distribuite dagli acquedotti. Le azioni attuate dalle autorità sanitarie per affrontare l'emergenza sono state la predisposizione di un Piano di sorveglianza sanitaria della popolazione più esposta ai Pfas (85.000 persone nella fascia 14-65 anni nei comuni della zona rossa) e un Piano di monitoraggio degli alimenti che riguarda 793 alimenti di origine vegetale e 611 di origine animale. A oggi sono più di

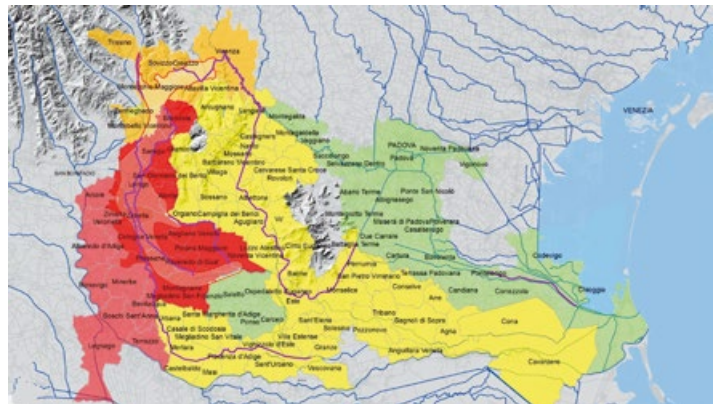
8.400 le analisi di matrice sanitaria (acque potabili, siero, alimenti ecc.) eseguite dai laboratori Arpav.

A quattro anni dalla scoperta della contaminazione le indagini ambientali sono tuttora in corso e hanno assunto una complessità tale da impegnare notevoli risorse dell'Agenzia. L'area d'indagine è di oltre 700 km² tra le province di Vicenza, Verona e Padova. L'indagine per rilevare la presenza dei Pfas si è estesa sull'intera regione, individuando alcune criticità minori. Sono state inoltre predisposte reti di monitoraggio sia per le acque sotterranee che superficiali per controllare l'evoluzione spazio-temporale dell'inquinamento. I laboratori Arpav hanno analizzato più di 3.700 campioni delle diverse matrici ambientali e oltre 8.400 per la matrice sanitaria per un totale di oltre 12.100 analisi⁴. Oltre alle frenetiche attività di indagine della prima fase, si sono sviluppate altre più articolate indagini ambientali che hanno l'obiettivo di definire tutti i fattori naturali e artificiali che possono concorrere alla diffusione dell'inquinamento e l'insieme dei processi chimico-fisici che possono determinarne la variazione di concentrazione nelle acque.

A questo scopo è in fase di implementazione la modellistica idrogeologica che permetterà di quantificare

FIG. 4
PFAS, CASO VENETO

Arete di esposizione sanitaria definite dalla Regione Veneto attraverso un'analisi integrata preliminare e la definizione del grading di rischio.



i processi chimico-fisici connessi alla propagazione dell'inquinamento e rappresenterà un strumento importante di "supporto alle decisioni" future. L'esperienza maturata da Arpa Veneto suggerisce un aspetto innovativo delle indagini ambientali: la necessità di una forte integrazione tra informazioni ambientali e sanitarie. Studi interdisciplinari specifici infatti potrebbero aumentare notevolmente il quadro informativo generale attraverso una mutua sinergia.

Nicola dell'Acqua¹, Massimo Mazzola²

1. Direttore generale Arpa Veneto
2. Dipartimento regionale Sicurezza del territorio Arpa Veneto

NOTE

¹ Nel 2006 il progetto europeo *Perforce* avviò un'indagine per valutare la presenza di Pfas nelle acque e sedimenti dei maggiori fiumi europei; tra questi, il Po risultò il fiume con le più alte concentrazioni di Pfoa.

² Questo in relazione al fatto che il torrente Poscola (il corso d'acqua che defluisce accanto al sito sorgente e usato come ricettore degli scarichi) presenta un regime idrologico effimero.

³ La stessa direttrice coincide con una paleostruttura deposizionale (paleoalveo) ricondotta da varia studi al torrente Poscola. [8, 17]

⁴ Dati aggiornati a luglio del 2017.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Ahrens, L., Yeung, L., Taniyasu, S., Lam, P., e Yamashita, N., 2011a. *Partitioning of perfluorooctanoate (PFOA), perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctane sulfonamide (PFOSA) between water and sediment*. Chemosphere, 85(5), 731-737
2. Altissimo L., Arca F., Dal Prà A., Ferronato A., Fumagalli F., Marangoni L., Mussato A., Zangheri P. *Processi di inquinamento chimico industriale delle acque sotterranee nella media e alta pianura veneta*", GNDCI, Linea ricerca VAZAR, Mem. Sci. Geol. V. 47, Padova 1995
3. Antonelli R., Dal Prà A. *Carta dei deflussi freatici dell'alta pianura veneta con note illustrative*, Quad. Irsa-Cnr n. 51, Roma 1980
4. Antonelli R., Dazzi R., Gatto G., Mari G.M., Mozzi G., Zambon G., *Correlazioni litostratigrafiche e idrostrutturali nel complesso alluvionale della bassa valle del fiume Agno-Guà e nell'antistante pianura vicentina*. (M. Lessini orientali, Vicenza), Boll. Serv. Geol. d'Italia, Roma 1993
5. Antonelli R., Mari G.M., "Carta della vulnerabilità naturale con note illustrative - scala 1:25.000". Gruppo nazionale, Venezia 1993
6. Antonelli R., Mari G.M., *Considerazioni su uno studio idrogeologico di base per la realizzazione della carta della vulnerabilità nella parte bassa della valle del fiume Agno-Guà*, Atti Conv. Naz. Prot. E Gest. delle acque sotterranee, Modena 1990
7. Antonelli R., Stella L., *Il chimismo delle acque freatiche della media e bassa valle del fiume Agno-Guà (Vicenza)*. St. Tren. Sc. Nat., vol. 56, Trento 1979
8. Bartolomei G., *Il deflusso delle falde acquifere nella conoide Agno-Chiampo in base a due traccianti chimici*, Mem. acc. olimpica di Vicenza 1983-1986.
9. Butt, C., Berger, U., Bossi, R., e Tomy, G., 2010. Levels and trends of poly- and perfluorinated compounds in the arctic environment. *Science of The Total Environment*, 408(15), 2936-2965.
10. Conder, J., Hoke, R., Wolf, W., Russell, M., e Buck, R., 2008. *Are PFCA's bioaccumulative? A critical review and comparison with regulatory criteria and persistent lipophilic compounds*. *Environmental Science & Technology*, 42(4), 995-1003.
11. ECHA, *Support document for identification PFOA*, giugno 2013
12. Giesy, J., e Kannan, K., 2001. *Global distribution of perfluorooctane sulfonate in wildlife*. *Environmental Science & Technology*, 35(7), 1339-1342.
13. Giesy, J., e Kannan, K., 2002. *Perfluorochemical surfactants in the environment*. *Environmental Science & Technology*, 36(7), 146A-152A.
14. Mari G.M., *Carta isofreatica*, Santa Maria di Sala (Ve) 1985
15. Mazzola M., *Stima dei tempi di propagazione dell'inquinamento da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nelle acque sotterranee in provincia di Vicenza, Padova e Verona*", Arpav Nota tecnica 0516/2016
16. Milinovic, J., Lacorte, S., Vidal, M., e Rigol, A., 2015. *Sorption behaviour of perfluoroalkyl substances in soils*. *Science of The Total Environment*, 511, 63-71.
17. Pilotto, E., Ghezzi G., Marchetti M., Perin G., Sandri G., Stevanato S., *Studio geologico e chimico dell'inquinamento della falda acquifera nei Comuni di Montecchio M., Creazzo, Sovizzo E Altavilla V.*, Irsev, Venezia 1979 (inedito)
18. Polesello, S. Valsecchi S., *Rischio associato alla presenza di sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) nelle acque potabili e nei corpi idrici recettori di aree industriali nella Provincia di Vicenza e aree limitrofe*, Irsa-Cnr, Roma, 25 marzo 2013.
19. Regione del Veneto, *Carta delle unità geomorfologiche*, Selca, Firenze 1987
20. Regione del Veneto, Servizio geologico d'Italia, Univ. studi di Padova, *Carta geologica del Veneto*, Selca, Firenze 1988
21. Schuetze, A., Heberer, T., Effkemann, S., e Juergensen, S., 2010. *Occurrence and assessment of perfluorinated chemicals in wild fish from Northern Germany*. *Chemosphere*, 78(6), 647-652.