



**Istituto di Ricerca sulle Acque - CNR**

**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**

nell'ambito della Convenzione tra il MATTM e IRSA - CNR

per la

Realizzazione di uno studio di valutazione del Rischio Ambientale e Sanitario associato alla  
contaminazione da sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) nel bacino del Po e nei principali bacini  
fluviali italiani

**Autori:** **Stefano Polesello (IRSA-CNR)**  
**Sara Valsecchi (IRSA-CNR)**

**25 marzo 2013**

### Introduzione: Le sostanze Perfluorurate (PFAS)

Negli anni 2011 e 2012 l'Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR ha svolto uno *studio di valutazione del Rischio Ambientale e Sanitario associato alla contaminazione da sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) nel bacino del Po e nei principali bacini fluviali italiani*, nell'ambito di una Convenzione IRSA-MATT.

Le sostanze alchiliche perfluorurate (PFASs) sono composti costituiti da una catena alchilica idrofobica completamente fluorurata di varia lunghezza (in genere da C4 a C16) e un gruppo idrofilico. Gli acidi perfluorurati (PFAAs) sono i prodotti fluorurati maggiormente riscontrati nei campioni ambientali. Tra gli acidi perfluorocarbossilici, il più diffuso è l'**acido perfluorooottanoico (PFOA)** che ha numerose applicazioni sia industriali che commerciali nel campo dei refrigeranti, tensioattivi e dei polimeri oltre che come componenti di farmaci, ritardanti di fiamma, lubrificanti, adesivi, cosmetici, insetticidi, ecc. Il PFOA è usato soprattutto come intermedio e coadiuvante nella sintesi di fluoropolimeri e fluoroelastomeri come il fluoruro di polivinilidene (PVDE) e il perfluoroetilene (PTFE) commercializzato col nome di Teflon, e usato anche per il rivestimento di pentole da cucina o nel Goretex, come rivestimento idrorepellente nei materiali sportivi e tessili. Si stima che circa l'80% degli acidi perfluorocarbossilici presenti in ambiente derivi dall'uso e dalla produzione di fluoropolimeri). L'acido **perfluorooottansolfonico (PFOS)** è un intermedio chimico usato nella preparazione di polimeri fluorurati. È anche usato direttamente come tensioattivo nelle schiume impiegate negli estintori.

I composti perfluorurati, in particolare PFOA e PFOS sono ormai diffusi in tutte le parti del globo (compresi i poli) a causa della loro persistenza a causa dell'elevata stabilità chimica. Il mezzo di trasporto ed assunzione, a differenza dei composti organici persistenti (POP) clorurati, è l'acqua, ed essi si accumulano negli organismi apicali della catena trofica, uomo compreso. La caratteristica che li rende potenzialmente pericolosi è il fatto che si accumulano non nel grasso, ma nel sangue e nel fegato, rendendosi così biologicamente più disponibili, con lunghi tempi di escrezione dall'organismo. Inoltre è evidente che sia PFOS sia PFOA possono attraversare la placenta e che quindi i neonati sono esposti a queste sostanze contenuto nel sangue materno e quindi si richiede una particolare attenzione per evitare l'esposizione dei neonati a queste sostanze.

Hanno scarsa tossicità acuta e cronica, ma i loro effetti sono principalmente di natura subletale, comportandosi da interferenti endocrini nel metabolismo dei grassi e avendo sospetta azione estrogenica e cancerogena.

**Standard di qualità ambientale:** PFOS è sostanza candidata ad essere inclusa nella lista delle sostanze prioritarie secondo la Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/EC), con uno standard di qualità proposto di **0,65 ng/L**.

**Limiti per acque potabili:** PFOS e PFOA non sono inclusi nella legislazione vigente sulle acque potabili (98/83/EC, Dlgs 31/2001), ma sono incluse nella terza lista di sostanze candidate da US-EPA alla regolamentazione a livello federale. US EPA (USEPA 2009) ha proposto per PFOS un **Provisional Health Advisory di 200 ng/l** mentre per PFOA di **400 ng/l**.

In Germania, la Commissione per le acque potabili ha definito delle classi di rischio, espresse come **somma di PFOS e PFOA**, in base al tempo di esposizione e all'età, fissando a **100 ng/L** il limite assoluto di sicurezza per una **esposizione decennale** per ogni classe di individui, mentre per una esposizione breve nel caso di un adulto sano, si considerano tollerabili concentrazioni fino a **5 µg/L** (BMG 2006).

Vi è però ancora una notevole incertezza nella determinazione di questi limiti, poiché sono necessari ulteriori approfondimenti per verificare gli effetti a lungo termine in studi epidemiologici umani. Per tenere conto di questa incertezza lo stato del New Jersey ha abbassato il valore limite per il PFOS nelle acque potabili a **40 ng/l**

### Risultati ottenuti da IRSA-CNR nelle campagne di monitoraggio nella provincia di Vicenza e zone limitrofe

Nel corso delle campagne di misura sui principali bacini idrici italiani nel corso delle attività previste dalla Convenzione IRSA-MATT, sono state effettuate 3 campagne di monitoraggio (Maggio 2011, Ottobre 2012 e Febbraio 2013) in corpi idrici superficiali e reflui industriali e di depurazione del reticolto idrografico della provincia di Vicenza, in particolare **Distretto Industriale di Valdagno e Valle del Chiampo** dove è localizzato il più importante distretto tessile e conciario italiano e lo **stabilimento di fluorocomposti della Miteni spa** (ubicato a Trissino, VI). Contestualmente alle acque superficiali, durante l'ultimo campionamento sono stati prelevati campioni di acqua potabile in più di 30 comuni prevalentemente della provincia di Vicenza, oltre a comuni limitrofi nelle province di Padova e Verona.

#### Area di studio

Per facilitare la lettura e interpretazione dei dati analitici, abbiamo raggruppato i dati in 4 aree geografiche (Fig. 1): *a*) il bacino dell'Adige e del suo affluente Alpone-Chiampo, *b*) l'area del vicentino a nord dell'autostrada costituita principalmente dalla Valdagno (Valdagno e Trissino, dove è ubicato lo stabilimento MITENI) e la parte alta della valle del Chiampo (Arzignano); *c*) il bacino del Bacchiglione che include Schio, la Valdastico e la città di Vicenza; *d*) l'area a sud dell'autostrada racchiusa tra l'Adige e i colli Berici ed Euganei, dove è ubicato lo scarico del collettore consortile ARICA. Questo collettore (gestito dal Consorzio ARICA) trasferisce i reflui depurati di cinque depuratori (Trissino, Arzignano, Montecchio, Montebello e Lonigo, per un totale circa 2.300.000 abitanti equivalenti) nel canale Fratta-Gorzone all'altezza di Cologna Veneta, in prossimità della confluenza nel Fratta-Gorzone del canale irriguo L.E.B. che garantisce il carico idraulico adeguato (Fig. 2). Il canale Fratta-Gorzone, attraversa quindi le provincie di Padova e Venezia, e confluisce nel fiume Brenta in località Punta Gorzone a sud di Chioggia, prima della foce presso Cà Pasqua.

#### Concentrazioni misurate

Per quanto riguarda il reticolto idrico superficiale in generale il composto maggiormente presente è ancora il PFOA, insieme a composti a catena più corta come PFBA e PFBS che dovrebbero sostituire PFOA e PFOS in molti processi produttivi. Nelle tabelle abbiamo riportato le concentrazioni minime-massime per PFOA e la somma di tutte le sostanze perfluorurate.

Come si può vedere dalla tabella 1 i bacini dell'Adige-Chiampo, del Bacchiglione e dell'Agno a nord dell'autostrada sono meno inquinati con concentrazioni massime di PFOA < 100 ng/L. A sud dell'autostrada, invece, nel bacino di Agno e Fratta Gorzone, anche a monte dello scarico del collettore ARICA, sono state misurate concentrazioni di PFOA molto elevate, spesso superiori a 1000 ng/L, che destano una certa preoccupazione dal punto di vista ambientale, pur considerando che i corpi idrici in esame hanno ridotta portata e sono già sottoposti ad un carico antropico e industriale molto elevato.

Ancora più preoccupazione desta la misura delle concentrazione di queste sostanze nelle acque potabili campionate da punti di erogazione pubblici e privati (tabella 2). Anche in questo caso la

la maggior parte delle acque campionate nei bacini dell'Adige (riva destra) e del Bacchiglione (incluso Vicenza) non presentano quantità rilevabili di queste sostanze, mentre nel bacino di Agno-Fratta Gorzone vi sono concentrazioni crescenti da nord a sud, che raggiungono valori di PFOA superiori a 1000 ng/L e di PFAS totale superiori a 2000 ng/L.

In assenza di limiti di potabilità italiani o comunitari, confrontando queste concentrazioni con limiti proposti in ambito US-EPA (400 ng/L per PFOA) o tedeschi (100 ng/L per la somma dei perfluorurati per una esposizione decennale), si evidenzia un possibile rischio sanitario per le popolazioni che bevono queste acque, prelevate dalla falda.

E' interessante notare come le concentrazioni in falda e in acqua superficiale seguano lo stesso andamento, suggerendo un'origine comune da scarichi in acqua superficiale e scambio tra falda e acqua superficiale in aree di ricarica (corrispondente alla fascia a cavallo dell'autostrada).

I dati preliminari di concentrazione, misurati nelle acque potabili dei diversi comuni del Veneto e in corso di validazione, sono riportati in Tabella 3.

Valutando criticamente questi dati, si suggerisce perciò di approfondire, anche con l'aiuto degli enti e agenzie territoriali, l'origine di queste sostanze in falda e la possibilità di mettere a punto misure di contenimento e trattamento per queste sostanze che costituiscono un rischio potenziale per la popolazione residente.

**Tabella 1: Reticolo idrografico superficiale**

| Area                 | Fiumi                     | PFOA ng/L  | $\Sigma$ PFAS ng/L |
|----------------------|---------------------------|------------|--------------------|
| Adige - Chiampo      | Adige- Alpone- Chiampo    | <DL - 22   | <DL - 53           |
| Nord autostrada      | Bacino Agno(Guà-Frassine) | 7 - 32     | 8 - 128            |
| Sud autostrada       | Bacino Agno(Guà-Frassine) | 667 - 1545 | 1033 - 2613        |
|                      | Fratta Gorzone            | 679 - 3733 | 2359 - 6872        |
| Valdastico - Vicenza | Bacino Bacchiglione       | 3 - 83     | 11 - 156           |

**Tabella 2: Acque Potabili**

| Area                 | PFOA ng/L   | $\Sigma$ PFAS ng/L |
|----------------------|-------------|--------------------|
| Adige - Chiampo      | <DL         | <DL                |
| Nord autostrada      | 31 - 195    | 98 - 215           |
| Sud autostrada       | 1205 - 1886 | 1973 - 3138        |
| Valdastico - Vicenza | <DL         | <DL                |

LEGENDA: PFOA: Acido perfluorottanoico

$\Sigma$  PFAS: somma di tutti i perfluorocomposti (acidi perfluorocarbossilici da 4 a 12 atomi di carbonio; acidi perfluorosolfonici con 4, 6 e 8 atomi di carbonio)

Area a nord dell'autostrada: Valdagno

Area a sud dell'autostrada: compresa tra Albaredo d'Adige, Lonigo, Noventa Vicentina e Montagnana

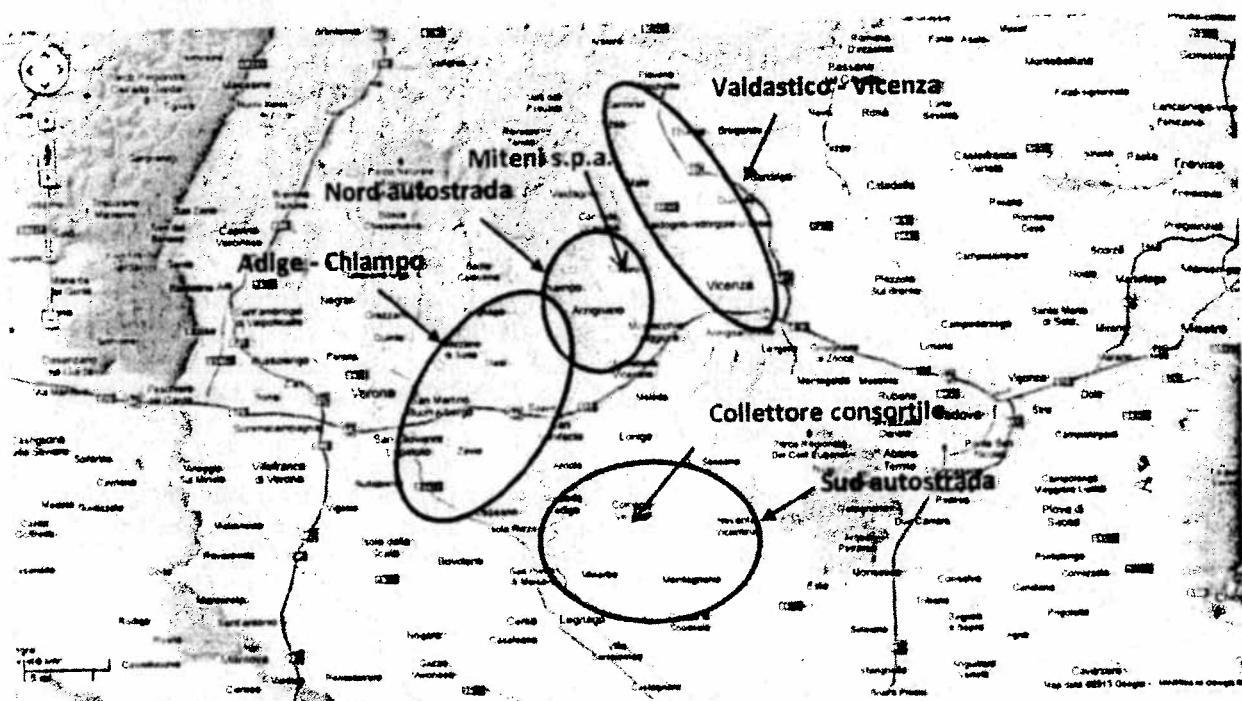


Figura 1: Mappa della zona con le aree indicate nelle tabelle.

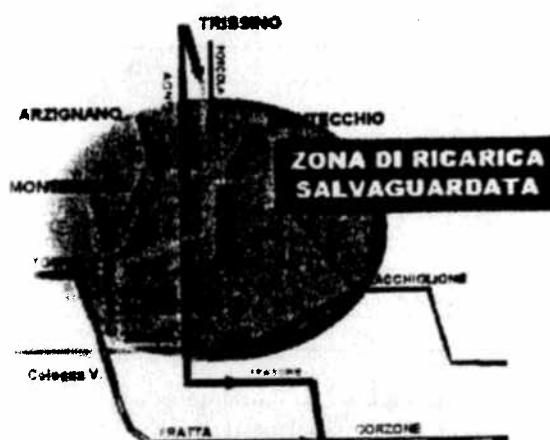


Figura 2. Schema idrografico del bacino del Gorzone e dei collettori consortili (Aziende Riunite Collettore Acque, 2011).

Tabella 3: Concentrazione di perfluorurati (PFAS) in acque potabili del Veneto

| Località                  | Data     | PFBA  | PFPeA | PFHxA | PFHpA | PFoA  | PFNA  | PFUnDA | PFDoDA | PFBS  | PFHxS | PFOS  | Somma PFAS |
|---------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|------------|
|                           |          | ng/L   | ng/L   | ng/L  | ng/L  | ng/L  | ng/L       |
| Agugliaro (VI)            | 14/02/13 | 153   | 82    | 107   | 32    | 727   | < LOD | < LOD  | < LOD  | < LOD | 136   | 10    | 35         |
| Albaredo (VR)             | 24/10/12 | 553   | 139   | 240   | 77    | 1886  | < LOD | 5      | < LOD  | < LOD | 319   | 36    | 99         |
| Albaredo (VR)             | 14/02/13 | 206   | 154   | 160   | 57    | 1528  | < LOD | 3      | < LOD  | < LOD | 316   | 33    | 88         |
| Arzignano (VI)            | 25/10/12 | < LOD | 5     | 17    | 3     | 171   | < LOD | < LOD  | < LOD  | < LOD | 7     | 0     | 6          |
| Arzignano (VI)            | 15/02/13 | 5     | < LOD | 8     | < LOD | 170   | < LOD | < LOD  | < LOD  | < LOD | 6     | 0     | 7          |
| Bagnolo (VI)              | 14/02/13 | 218   | 118   | 143   | 51    | 1205  | < LOD | 2      | < LOD  | < LOD | 289   | 29    | 81         |
| Bevilacqua (VR)           | 14/02/13 | 271   | 130   | 153   | 51    | 1410  | < LOD | 3      | < LOD  | < LOD | 279   | 27    | 69         |
| Bonavigo (VR)             | 14/02/13 | 289   | 139   | 177   | 58    | 1514  | < LOD | 3      | < LOD  | < LOD | 316   | 34    | 75         |
| Brogliano (VI)            | 15/02/13 | < LOD  | < LOD  | < LOD | < LOD | < LOD | < LOD      |
| Cologna Veneto (VI)       | 25/10/12 | 401   | 188   | 219   | 74    | 1502  | < LOD | 4      | < LOD  | < LOD | 312   | 35    | 82         |
| Cologna Veneto (VI)       | 14/02/13 | 226   | 123   | 145   | 46    | 1340  | < LOD | 2      | < LOD  | < LOD | 302   | 31    | 72         |
| Corneo Vicentino (VI)     | 15/02/13 | < LOD  | < LOD  | < LOD | < LOD | < LOD | < LOD      |
| Dolifina Cavarzere (VE)   | 24/10/12 | < LOD  | < LOD  | < LOD | < LOD | < LOD | 2          |
| Este (PD)                 | 24/10/12 | < LOD  | < LOD  | < LOD | < LOD | < LOD | < LOD      |
| Lonigo (VI)               | 14/02/13 | 226   | 154   | 178   | 63    | 1529  | < LOD | 3      | < LOD  | < LOD | 341   | 35    | 90         |
| Marano Vicentino (VI)     | 15/02/13 | < LOD  | < LOD  | < LOD | < LOD | < LOD | < LOD      |
| Meledo (VI)               | 14/02/13 | 90    | 56    | 73    | 20    | 514   | < LOD | 1      | < LOD  | < LOD | 105   | 6     | 25         |
| Minerbe (VR)              | 14/02/13 | 207   | 168   | 195   | 63    | 1518  | < LOD | 1      | < LOD  | < LOD | 322   | 36    | 71         |
| Montagnana (PD)           | 14/02/13 | 239   | 140   | 167   | 59    | 1467  | < LOD | 2      | < LOD  | < LOD | 335   | 33    | 69         |
| Montebello Vicentino (VI) | 25/10/12 | 30    | 4     | 21    | 3     | 36    | < LOD | < LOD  | < LOD  | < LOD | 62    | 8     | 36         |
| Montebello Vicentino (VI) | 15/02/13 | < LOD | 5     | 12    | < LOD | 31    | < LOD | < LOD  | < LOD  | < LOD | 50    | 7     | 37         |
| Montecchio Maggiore (VI)  | 25/10/12 | 35    | 0     | 8     | < LOD | 70    | < LOD | < LOD  | < LOD  | < LOD | 27    | < LOD | 20         |
| Montecchio Maggiore (VI)  | 15/02/13 | 22    | 9     | 16    | < LOD | 127   | < LOD | < LOD  | < LOD  | < LOD | 44    | < LOD | 18         |



|                         |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Monfondo Vicentino (VI) | 25/10/12 | 15    | 2     | 17    | 5     | 43    | < LOD | 84    | 12    | 63    | 241   |
| Motta (VI)              | 25/10/12 | 41    | < LOD | < LOD | < LOD | 9     | < LOD | 2     | 52    |       |       |
| Noventa Vicentina (VI)  | 14/02/13 | < LOD |       |
| Oppeano (VR)            | 14/02/13 | < LOD |       |
| Perzacco (VR)           | 24/10/12 | < LOD |       |
| Piastro (VI)            | 14/02/13 | < LOD | < LOD | < LOD | < LOD | 11    | < LOD | 11    |
| Poiana Maggiore (VI)    | 14/02/13 | 209   | 168   | 61    | 1528  | < LOD | 2     | < LOD | < LOD | < LOD | < LOD | 347   | 31    | 69    | 2568  |
| San Bonifacio (VR)      | 14/02/13 | 35    | 14    | 20    | 0     | 29    | < LOD | 10    | < LOD | < LOD | 108   |
| Schio (VI)              | 15/02/13 | < LOD |
| Tezze (VI)              | 25/10/12 | 30    | 2     | 16    | 2     | 172   | < LOD | 7     | < LOD | 11    | 241   |
| Trissino (VI)           | 25/10/12 | < LOD | < LOD | 11    | 5     | 195   | < LOD | 9     | < LOD | 19    | 238   |
| Trissino (VI)           | 15/02/13 | < LOD |
| Trissino (VI)           | 15/02/13 | 4     | < LOD | 4     |
| Vaidagno (VI)           | 15/02/13 | 6     | < LOD | 6     |
| Vicenza                 | 14/02/13 | 2     | < LOD | < LOD | < LOD | 6     | < LOD | 9     |
| Vicenza                 | 14/02/13 | < LOD |
| Vicenza                 | 15/02/13 | 16    | < LOD | < LOD | < LOD | 9     | < LOD | 4     | 12    |       |
| Zevio (VR)              | 14/02/13 |       |       |       |       |       | < LOD | 16    |

Limite di Rilevabilità (LOD)

20      2      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5      1      1      1      1      1      1      1      2.5