



REGIONE DEL VENETO

REGIONE DEL VENETO



AZIENDA
Z E R O



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

LIFE PHOENIX PER LA SCUOLA



KIT DIDATTICO

APPROFONDIMENTO PER LE SCUOLE SECONDARIE DI 2° GRADO

**PER UNA SENSIBILIZZAZIONE SUL VALORE DELL'ACQUA,
SUL SUO USO CONSAPEVOLE E SUI PROBLEMI COLLEGATI
ALL'INQUINAMENTO, IN PARTICOLARE DA PFAS**



Perfluorinated compounds
HOListic ENVironmental
Interinstitutional eXperience



LIFE PHOENIX

PER LA SCUOLA

**KIT DIDATTICO PER INSEGNANTI E STUDENTI
DELLE SCUOLE SECONDARIE DI SECONDO GRADO**

CONTRIBUTI

Federica Michieletto, Paola Favaretto, Vanessa Groppi

Regione del Veneto, Direzione Prevenzione, Sicurezza Alimentare, Veterinaria

Gisella Pitter, Matteo Chinellato

Regione del Veneto, Azienda Zero

Maria Carta, Roberto Lava, Massimo Mazzola

ARPA Veneto

Stefano Polesello, Claudia Ferrario

CNR-IRSA

Laura Guidolin, Laura Tallandini, Marco Bonato

Università di Padova, Dipartimento di Biologia

INDICE

1 - Il progetto LIFE PHOENIX

A - Il programma LIFE dell'Unione Europea	pag. 1
B - Partner e durata del progetto	pag. 1
C - Obiettivi del progetto	pag. 1
D - Azioni chiave del progetto	pag. 2

2 - L'acqua, una risorsa preziosa

pag. 6

3 - Il ciclo dell'acqua

pag. 7

A - Bacini e distretti idrografici	pag. 7
B - Sistema delle falde sotterranee	pag. 10

4 - La tutela dell'acqua

pag. 12

5 - I contaminanti emergenti

pag. 13

6 - Il caso PFAS in Veneto

pag. 16

A - Che cosa ci ha insegnato questa storia?	pag. 18
--	---------

1 IL PROGETTO LIFE PHOENIX

Il progetto LIFE PHOENIX ha lo scopo di dimostrare come un nuovo modello di governance inter-istituzionale, supportato da sistemi previsionali innovativi e da mirate strategie di mitigazione, possa permettere di gestire in modo tempestivo ed efficace i rischi derivanti da inquinamento delle acque provocato dai contaminanti emergenti definiti PMOC.

Il modello di LIFE PHOENIX verrà proposto con lo scopo di evitare o almeno ridurre la spesa pubblica necessaria per far fronte ai danni causati da inquinanti emergenti a livello di salute umana e per l'ambiente.

Il focus specifico di questo progetto riguarda una sottoclasse di PMOC quali le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) a catena corta e interesserà principalmente le acque potabili e quelle ad uso irriguo.

A - Il programma LIFE dell'Unione Europea

Il programma LIFE è lo strumento finanziario per l'ambiente dell'Unione Europea. L'obiettivo generale del LIFE è di contribuire all'implementazione, all'aggiornamento e allo sviluppo della politica e della legislazione ambientale dell'UE, cofinanziando progetti pilota o dimostrativi con valore aggiunto a livello europeo.

Il progetto PHOENIX è uno dei numerosi progetti innovativi in campo ambientale finanziati dal programma europeo LIFE. Il budget complessivo del progetto LIFE PHOENIX ammonta a più di due milioni di Euro, di cui quasi il 60% erogati dall'Unione Europea.

B - Partner e durata del progetto

L'Ente coordinatore del progetto LIFE PHOENIX è la Regione Veneto (Direzione Prevenzione, Sicurezza alimentare, Veterinaria). I partner associati sono Azienda Zero, ARPAV, IRSA-CNR, l'Università degli Studi di Padova. Il progetto ha avuto inizio il 1° settembre 2017 e si concluderà il 31 marzo 2021.

C - Obiettivi del progetto LIFE PHOENIX

Il progetto LIFE PHOENIX si propone di:

- Istituire un sistema stabile di governo inter-istituzionale delle problematiche legate all'inquinamento ambientale, basato su una commissione permanente regionale supportata da un gruppo di esperti.
- Elaborare linee guida per la prevenzione dei rischi sanitario e ambientale causati da queste contaminazioni e istruzioni operative di azione immediata per partire con un piano di lavoro efficace in caso di emergenza.

LA PAROLA AGLI ESPERTI



Cosa è stato fatto in casi analoghi di inquinamento delle acque?

Casi precedenti di inquinamento diffuso di acque destinate al consumo umano (pensiamo ad esempio al caso atrazina in Lombardia negli anni '80 o al più recente problema dell'Arsenico naturale in Italia Centrale) sono stati in passato affrontati solo dal punto di vista amministrativo, utilizzando lo strumento della deroga al limite di legge, lasciando spesso la responsabilità delle azioni ai vari attori periferici (gestori, sindaci) non coordinati tra loro e magari in contrapposizione.

Il primo valore aggiunto di questo modello di Regione Veneto sviluppato nel LIFE sarà il coordinamento e la messa in comune di dati e conoscenza tra tutti gli attori in gioco; il secondo aspetto innovativo è che il sistema di gestione coordinato si farà carico anche di studiare e adottare tutte le misure di prevenzione e mitigazione che la comunità scientifica mette a disposizione.

A CURA DI CNR-IRSA

Per quanto riguarda specificamente i PFAS negli Stati Uniti a partire dai primi anni 2000 una serie di studi ha rilevato la presenza di PFOA, a livello di ppb, nel sangue di oltre il 98% della popolazione. Come effetto di una “class action”, sostenuta mediante una causa legale, e di un accordo con DuPont (il principale produttore di PFAS), tre epidemiologi incaricati di condurre studi sulla popolazione residente nei pressi di un impianto chimico esposto al PFOA a livelli maggiori rispetto alla popolazione generale hanno trovato una correlazione tra un’elevata esposizione al PFOA e sei risultati sulla salute: carcinoma renale, carcinoma ai testicoli, colite ulcerosa, patologia tiroidea, ipercolesterolemia (colesterolo alto) e ipertensione indotta dalla gravidanza.

A seguito dei problemi emersi il principale produttore di PFOS, la 3M (nota come Minnesota Mining and Manufacturing Company dal 1902 al 2002), iniziava una graduale eliminazione della produzione di PFOS dal 2002 in risposta alle preoccupazioni espresse dalla EPA (United States Environmental Protection Agency). Dal 2014, l’EPA ha inoltre elencato PFOA e PFOS (con i loro sali) come contaminanti emergenti.

Negli Stati Uniti una serie di azioni legali è tuttora in corso contro i produttori di PFAS e la preoccupazione per questi composti ha attivato a partire dal febbraio 2019 l’EPA’s PFAS Action Plan, ovvero un piano di studi e interventi relativi ai PFAS molto consistente e articolato, al momento senza previsione di chiusura.

A CURA DELL’UNIVERSITÀ DI PADOVA

- Fornire strumenti previsionali all’avanguardia a supporto dell’analisi di rischio.

LA PAROLA AGLI ESPERTI



Che strumenti previsionali abbiamo a disposizione?

Gli strumenti previsionali introdotti nel progetto LIFE PHOENIX si basano su modellistica numerica applicata alle acque sotterranee e superficiali. Si tratta di più software in grado di simulare tutti i processi chimico-fisico legati alla diffusione dell’inquinamento nelle acque e quindi in grado di prevedere l’evoluzione spazio-temporale dell’inquinante.

Queste capacità permettono a questi strumenti di rispondere alle molte incognite del fenomeno (es. Quanti anni durerà l’inquinamento? Quanta massa contaminante è stata dispersa nell’ambiente? ecc...) e quindi di essere un efficace strumento di supporto alle decisioni, in grado di quantificare, interpretare, predire la diffusione della contaminazione.

La modellistica numerica è stata inoltre combinata con uno studio sugli effetti tossicologici dei PFAS negli organismi viventi in modo da individuare delle specie in grado di fornire un primo “campanello d’allarme” sulla loro eventuale presenza.

A CURA DI ARPAV

- Proporre strategie di mitigazione basate su tecnologie innovative (per le acque potabili) e su soluzioni naturali (per le acque irrigue).
- Sviluppare una metodologia di lavoro replicabile, in modo da poter trasferire il know-how e i risultati del progetto ad altri contesti geografici italiani o europei contraddistinti da simili contaminazioni ambientali.
- Rendere più consapevoli la popolazione e i diretti interessati dell’importanza di un efficace sistema di protezione e prevenzione a tutela della risorsa idrica.

D - Azioni chiave del progetto

- Creazione di un **sistema informativo e statistico** che raccolga tutte le informazioni, attualmente disponibili in modo frammentario presso differenti Istituzioni, sulla struttura e gli usi del territorio, sulle fonti di pressione, sulla rete idrografica e i distretti irrigui, sulla distribuzione delle reti acquedottistiche e sui risultati dei monitoraggi ambientali. Lo strumento consentirà alle Istituzioni un monitoraggio immediato, completo e integrato della situazione facilitando previsioni e interventi strategici.

LA PAROLA AGLI ESPERTI



Il sistema informativo conterrà dati di due tipologie differenti:

- Territoriali: carta dell’uso del suolo (es. foreste, aree agricole, aree urbane), rete idrografica, bacini idrografici, distretti irrigui associati alle relative fonti irrigue, reti acquedottistiche con relative fonti di approvvigionamento e bacino d’utenza, fonti di pressione (es. impianti produttivi distinguibili per tipo, impianti di depurazione, termocombustori, discariche), allevamenti, terreni agricoli, stabilimenti di produzione alimentare;

- Analitici: risultati delle analisi effettuate su diverse matrici (acque superficiali, acque sotterranee, acque potabili prima e dopo trattamento, reflui industriali, fanghi, percolati di discariche, suoli, specie vegetali e animali previste dal progetto).

Sia i dati territoriali che i punti di campionamento delle varie matrici analizzate saranno georeferenziati su mappa. Tutti i dati saranno aggiornati periodicamente e per quelli analitici sarà possibile produrre dei grafici che ne descrivono l'andamento nel tempo.

Il sistema informativo sarà quindi in grado di creare interconnessioni tra i diversi dati e sarà facilmente fruibile dagli esperti delle Istituzioni per rispondere in modo immediato alle più svariate domande, di cui forniamo solo qualche esempio:

- Quali sono e dove si trovano le fonti di pressione che, in base alla tipologia di sostanze o materiali trattati, potrebbero rilasciare determinati inquinanti nell'ambiente? In quali comparti ambientali potrebbero essere rilasciati tali inquinanti (acque superficiali, acque sotterranee, suolo)? Quali matrici e quali punti sarebbe più opportuno sottoporre a monitoraggio per verificare che i comparti ambientali a rischio non vengano contaminati?
- Quali impianti produttivi sono autorizzati a scaricare i reflui in un determinato corso d'acqua? Se sì, in quale punto vengono scaricati i reflui e quali sono i risultati dei controlli analitici effettuati da ARPAV sui reflui, per verificare il rispetto dei limiti di emissione?
- Per le discariche, quali sono i risultati dei controlli analitici effettuati da ARPAV sul percolato? Se tali risultati evidenziano la presenza di qualche inquinante, la falda sottostante è stata contaminata?
- Quali sono le concentrazioni di un determinato inquinante in un corso d'acqua o in una falda acquifera (nei diversi punti di campionamento) e come si sono modificate nel corso del tempo?
- Quali sono i terreni agricoli che vengono irrigati con acqua prelevata da un corso d'acqua contaminato?
- Quali sono le reti acquedottistiche alimentate da falde acquifere o corsi d'acqua contaminati? I trattamenti di potabilizzazione effettuati sono efficaci? Quante persone risiedono nel territorio servito da quella rete acquedottistica e potrebbero quindi essere esposte all'inquinante?

In sostanza, questo sistema informativo svolgerà una duplice funzione:

- In fase di prevenzione e programmazione, permetterà di individuare le fonti di pressione, i comparti ambientali potenzialmente impattati e la loro delimitazione territoriale, programmando le attività di vigilanza e controllo analitico per identificare e correggere tempestivamente eventuali criticità.
- In fase di gestione di un episodio di inquinamento, permetterà di risalire rapidamente alla fonte dell'inquinamento, di identificare i comparti ambientali contaminati e la loro estensione, di capire se possono essere state contaminate la filiera agroalimentare e quella idropotabile (in quest'ultimo caso, quantificando la popolazione esposta), di decidere dove posizionare punti di campionamento aggiuntivi, di seguire l'evoluzione della contaminazione nel tempo verificando l'efficacia delle misure di controllo adottate.

A CURA DI AZIENDA ZERO - REGIONE DEL VENETO

- Sviluppo di **sistemi previsionali idrogeologici** per analizzare l'evoluzione spazio-temporale dell'inquinamento; si tratta di modelli statistici che permettono di simulare la diffusione di un inquinante attraverso le acque, consentendo di prevedere dove e in quanto tempo l'inquinante si propagerà; questi modelli possono anche essere usati per ricostruire, a partire dalla situazione attuale, l'evoluzione della contaminazione nel passato.
- Sviluppo di **metodologie di "early warning" ambientale**, basate su bioindicatori, ossia organismi o sistemi biologici usati per valutare una modificazione, generalmente degenerativa, della qualità dell'ambiente.
- Nello specifico, i **bioindicatori** prescelti sono i lombrichi, organismi detritivori considerati un indice di buona qualità del terreno; è stato inoltre accertato che essi sono organismi bioaccumulatori di PFOS, PFOA e perfluorobutasulfonato (PFBS), un tipo di PFAS a catena corta. Verranno quindi campionati dai terreni contaminati dei pool di lombrichi sui quali verranno effettuati dei test per rilevare la presenza di **biomarcatori ecotossicologici**, cioè variazioni biochimiche, cellulari, fisiologiche o comportamentali riconducibile all'esposizione e/o all'effetto di uno o più composti inquinanti.
- Negli ultimi decenni i biomarcatori si sono sviluppati come un elemento innovativo nell'ambito delle indagini eco-tossicologiche, rispondendo in maniera rapida e precisa a quesiti basilari: quali sono gli effetti che i contaminanti provocano a livello molecolare,

biochimico, cellulare o di tessuto su popolazioni e/o comunità naturali? La corretta valutazione di questi effetti può rappresentare un segnale precoce dello stress provocato dalla contaminazione ambientale?

- L'obiettivo ultimo dell'utilizzo di bioindicatori e biomarcatori è stimare, prevedere e, di conseguenza, intraprendere azioni tempestive per evitare eventi inaccettabili a livello ecologico.
 - Sviluppo e applicazione di **nuove tecnologie o metodiche che possano mitigare la concentrazione d'inquinante all'interno delle varie matrici** (acqua, suolo, vegetale e animale) presenti nell'ambiente. In particolare, il progetto prevede:
 - La realizzazione di un impianto pilota con **resine a scambio ionico** per testare l'efficacia di questa tecnologia rispetto ai filtri a carbone attivo come metodo per depurare le acque potabili da PFAS; verranno utilizzate resine a scambio ionico di nuova generazione che possono essere rigenerate in loco, in modo da abbattere i costi dovuti allo smaltimento dei filtri a carboni attivi.
 - La realizzazione di un impianto pilota per testare l'efficacia del canneto comune (*Phragmites australis*) come metodo per assorbire PFAS dalle acque irrigue e la successiva dimostrazione su scala reale (upscale) dell'efficacia di questo sistema di **fitodepurazione** per acque irrigue in tre aree umide del Veneto poste in zone diverse dell'area di progetto. Le aree identificate sono: Monastero presso Bevilacqua (Verona), all'interno dell'Area Rossa; Monselice (Padova), all'interno dell'Area Gialla; Ca' di Mezzo a Codevigo (Padova), all'interno dell'Area Verde.
 - Il campionamento di quattro matrici (acqua, suolo, vegetali e animali) durante il progetto, allo scopo di valutare come gli inquinanti si diffondono da una matrice all'altra. Le specie vegetali prescelte sono un'orticola epigea (lattuga), un'orticola ipogea (cipolla), una coltivazione estesa (mais) e una pianta selvatica (*Phragmites australis*). Le specie animali identificate sono i lombrichi.

LA PAROLA AGLI ESPERTI

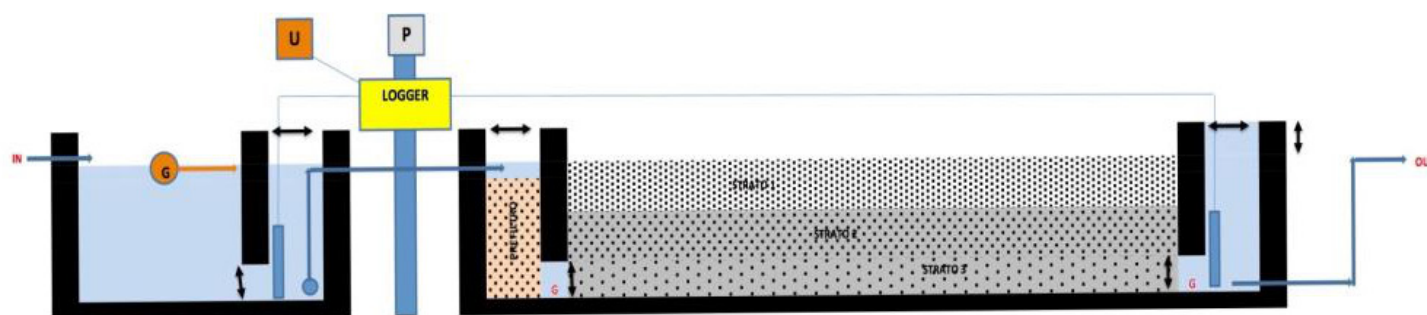


Come funziona l'impianto pilota per assorbire PFAS dalle acque irrigue?

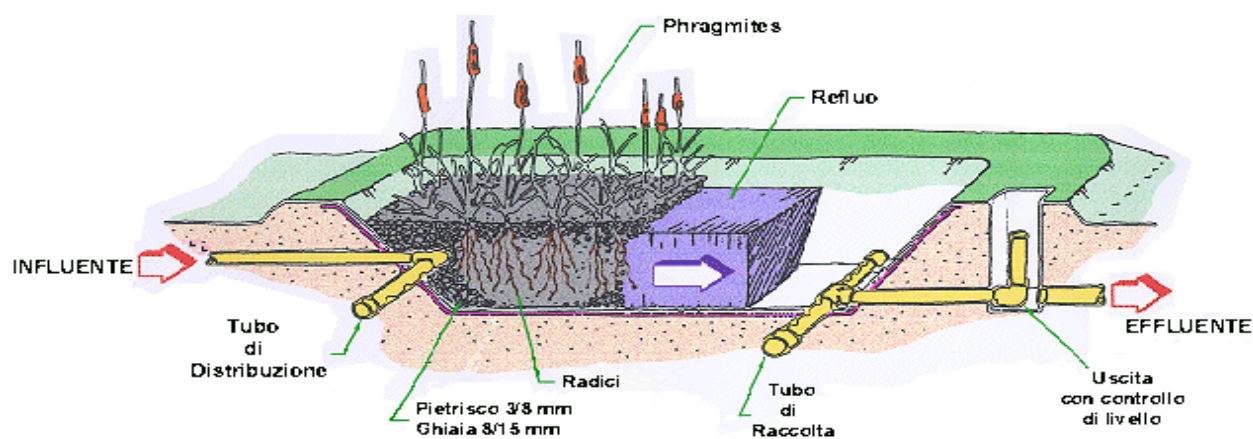
La fitodepurazione è una tecnica di trattamento naturale che riproduce i processi di purificazione naturale in un ambiente controllato.

Nella zona di Lonigo, valutata ad alto livello di inquinamento, è stato installato un impianto pilota di fitodepurazione per testare l'efficacia del canneto comune (*Phragmites australis*) come metodo per assorbire i PFAS dalle acque (vedi immagini della pagina seguente)

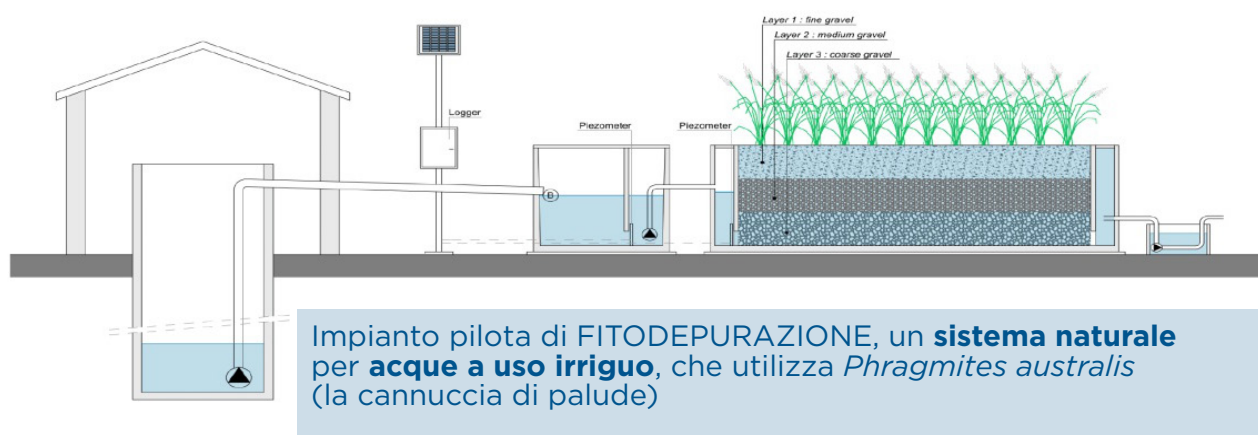
A CURA DELL'UNIVERSITÀ DI PADOVA



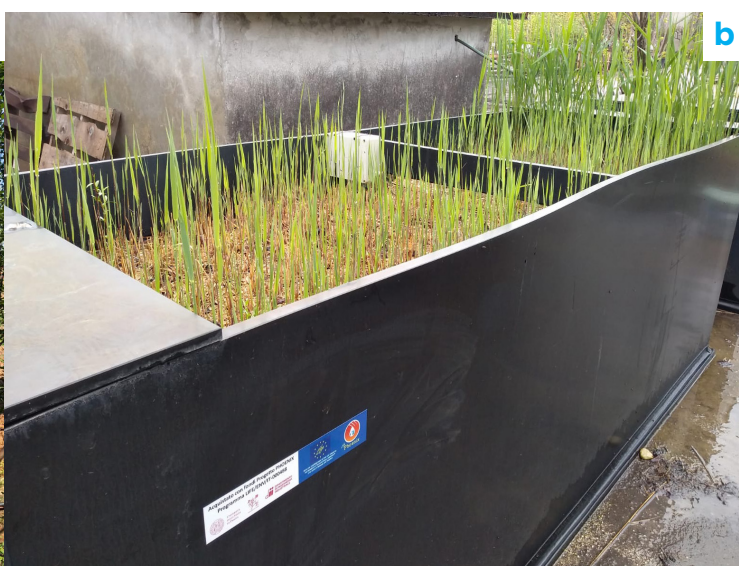
Disegno progettuale dell'impianto pilota di fitodepurazione



Sistema pilota di zone umide a flusso superficiale orizzontale



Impianto pilota (3 m³) riempito con acqua contaminata, per valutare la capacità di assorbimento delle piante nel rimuovere i PFAS.



Centralina di controllo delle pompe per l'afflusso di acqua (a). La centralina è alimentata da energia solare (vedi il pannello in alto a sx). *Phragmites australis*, primavera 2018: b) in aprile, c) in maggio.

L'acqua è un elemento essenziale per tutti gli esseri viventi. Il corpo di una persona adulta è composto per circa il 50-60% di acqua e necessita di almeno 2 litri di acqua al giorno per compensare le perdite di liquidi con la sudorazione, la respirazione, le urine e le feci.

Inoltre, l'acqua è indispensabile per l'igiene personale, per lavare e cucinare i cibi e soprattutto per produrre gli alimenti su cui si basa la nostra dieta: notevoli quantità di acqua sono necessarie per irrigare le colture agricole e quantità ancora più cospicue sono necessarie per allevare il bestiame (sia direttamente, per l'abbeverata degli animali, sia indirettamente, per produrre il foraggio che serve ad alimentarli, per pulire gli allevamenti ecc.). Anche la maggior parte dei cibi trasformati (pane, pasta, sughi ecc.) non potrebbe essere prodotta in assenza di acqua.

LA PAROLA AGLI ESPERTI



Qual è il nostro consumo quotidiano di acqua?

Il volume idrico giornaliero che dovrebbe essere assunto dall'organismo umano, sottoforma sia di acqua sia attraverso la frutta e verdura oppure il cibo in generale, è di 2 litri.

Il consumo idrico, ovvero il volume di acqua giornaliero effettivamente consumato per persona e che viene restituito nell'ambiente dopo aver subito una degradazione qualitativa, in Italia è calcolato in 241 litri/abitante. In Europa è calcolato, mediamente, in 180-190 litri.

A CURA DELL'UNIVERSITÀ DI PADOVA

Oltre a questi utilizzi che influiscono direttamente sulla sopravvivenza e la salute dell'essere umano, l'acqua è indispensabile per far funzionare gli impianti industriali e, in particolare in Italia, anche come fonte energetica: infatti circa l'11% di tutta l'energia elettrica prodotta a livello nazionale deriva da centrali idroelettriche.

LA PAROLA AGLI ESPERTI



Da dove proviene la restante quota di energia di cui abbiamo bisogno? Dobbiamo acquistarla all'estero o siamo autosufficienti?

Il Bilancio Elettrico del 2018 (Ufficio Statistico di Terna) indica che il fabbisogno di energia elettrica 2018, pari a 321,4TWh (più 0,3% sul 2017), è stato soddisfatto per l'86,3% da produzione nazionale (277,5TWh: meno 1,9% sul 2017) e, per la restante quota, da importazioni nette dall'estero (43,9TWh: più 16,3% sul 2017).

La produzione nazionale lorda, pari a 289,7 TWh, è stata coperta per il 66,5% dalla produzione termoelettrica, che risulta in flessione (192,7TWh: meno 8,0% rispetto al 2017), per il 17,4% dalla produzione idroelettrica (50,5TWh) che registra un significativo aumento a due cifre (più 32,8% rispetto al 2017) e, per il restante 16,1%, dalle fonti geotermica, eolica e fotovoltaica.

A CURA DELL'UNIVERSITÀ DI PADOVA

L'acqua che serve agli esseri umani per bere, lavarsi, cucinare e produrre il cibo, oltre a essere disponibile in quantità sufficiente, deve essere anche qualitativamente buona. Sia la carenza di acqua sia la sua scarsa qualità possono determinare malattie. Un esempio tipico sono le malattie gastroenteriche, frequenti in molti Paesi in via di sviluppo dove l'acqua è spesso contaminata da batteri e virus e la scarsità d'acqua (in particolare di acqua pulita) non consente una buona igiene.

Il nostro Paese è naturalmente ricco di acqua, soprattutto nelle regioni settentrionali, ma purtroppo anche qui la risorsa idrica è minacciata sia dal punto di vista quantitativo sia qualitativo. Il riscaldamento globale sta alterando la disponibilità di acqua in vari modi: comporta lo scioglimento dei ghiacciai che hanno rappresentato per millenni un'importantissima riserva idrica, provoca eventi meteorologici estremi con alternanza di siccità e forti piogge, che si abbattano con violenza sul terreno superando le sue capacità di assorbimento e quindi, piuttosto che alimentare le falde acquifere, tendono a ruscellare provocando frane e inondazioni.

Sotto il profilo qualitativo, la risorsa idrica è compromessa dal continuo rilascio nell'ambiente di sostanze chimiche, molte delle quali non vengono prontamente degradate e quindi inquinano persistentemente l'acqua.

3 IL CICLO DELL'ACQUA

Le molecole d'acqua presenti sul pianeta sono in continuo movimento all'interno di un ciclo idrologico che interconnette le varie raccolte di acqua allo stato solido (ghiacciai, nevai) e liquido (corpi idrici) con l'acqua presente nell'atmosfera sotto forma di vapore.



L'acqua può raccogliersi in diversi tipi di **corpi idrici**:

- superficiali: laghi, fiumi, torrenti, canali, lagune, mari
- sotterranei: falde sotterranee.

A - Bacini e distretti idrografici

Dal punto di vista idrografico, possono essere individuate delle porzioni di territorio che costituiscono un sistema unitario e interconnesso al proprio interno:

bacino idrografico: il territorio nel quale scorrono tutte le acque superficiali attraverso una serie di torrenti, fiumi ed eventualmente laghi per sfociare al mare in un'unica foce, a estuario o delta;

distretto idrografico: area di terra e di mare, costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle rispettive acque sotterranee e costiere che costituisce la principale unità per la gestione dei bacini idrografici.

In Italia esistono sette Distretti idrografici:

- Distretto padano
- Distretto delle Alpi orientali
- Distretto dell'Appennino settentrionale
- Distretto dell'Appennino centrale
- Distretto dell'Appennino meridionale
- Distretto della Sicilia
- Distretto della Sardegna

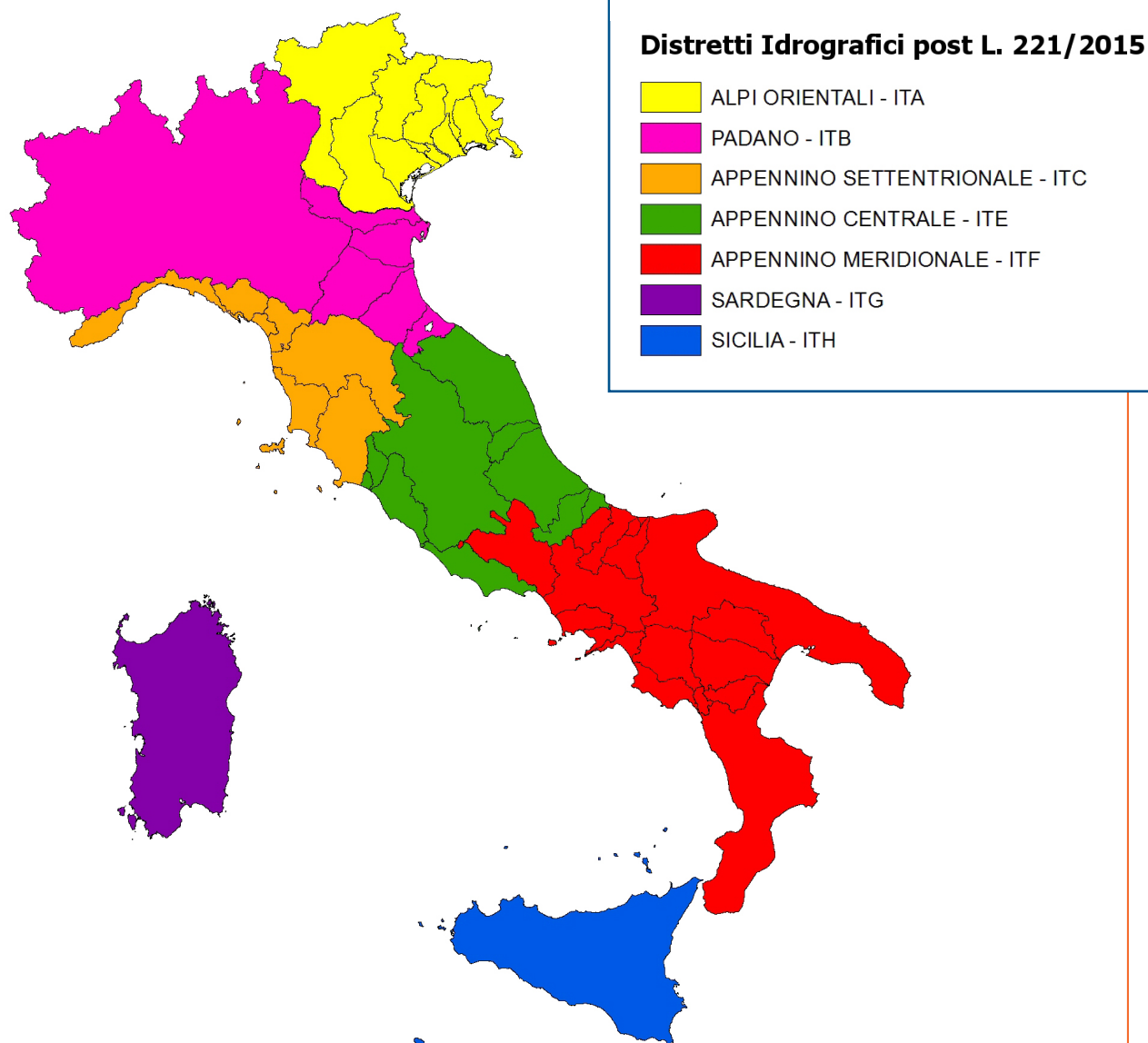


Figura 1: Distretti idrografici italiani con relativa suddivisione in bacini idrografici
(Fonte: ISPRA - http://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/UoM_CA.html)

Quasi tutto il territorio del Veneto rientra nel Distretto delle Alpi orientali, ad eccezione di una parte della Provincia di Rovigo in corrispondenza del delta del Po, inclusa nel Distretto Padano.

Il distretto Alpi orientali comprende 13 Bacini idrografici, di cui 10 interessano il territorio della Regione Veneto:

- *Adige*
- *Fissero-Tartaro-Canalbiano*
- *Brenta-Bacchiglione*
- *Piave*
- *Sile*
- *Livenza*
- *Bacino scolante nella Laguna di Venezia*
- *Livenza*
- *Pianura tra Livenza e Piave*
- *Lemene*
- *Tagliamento*

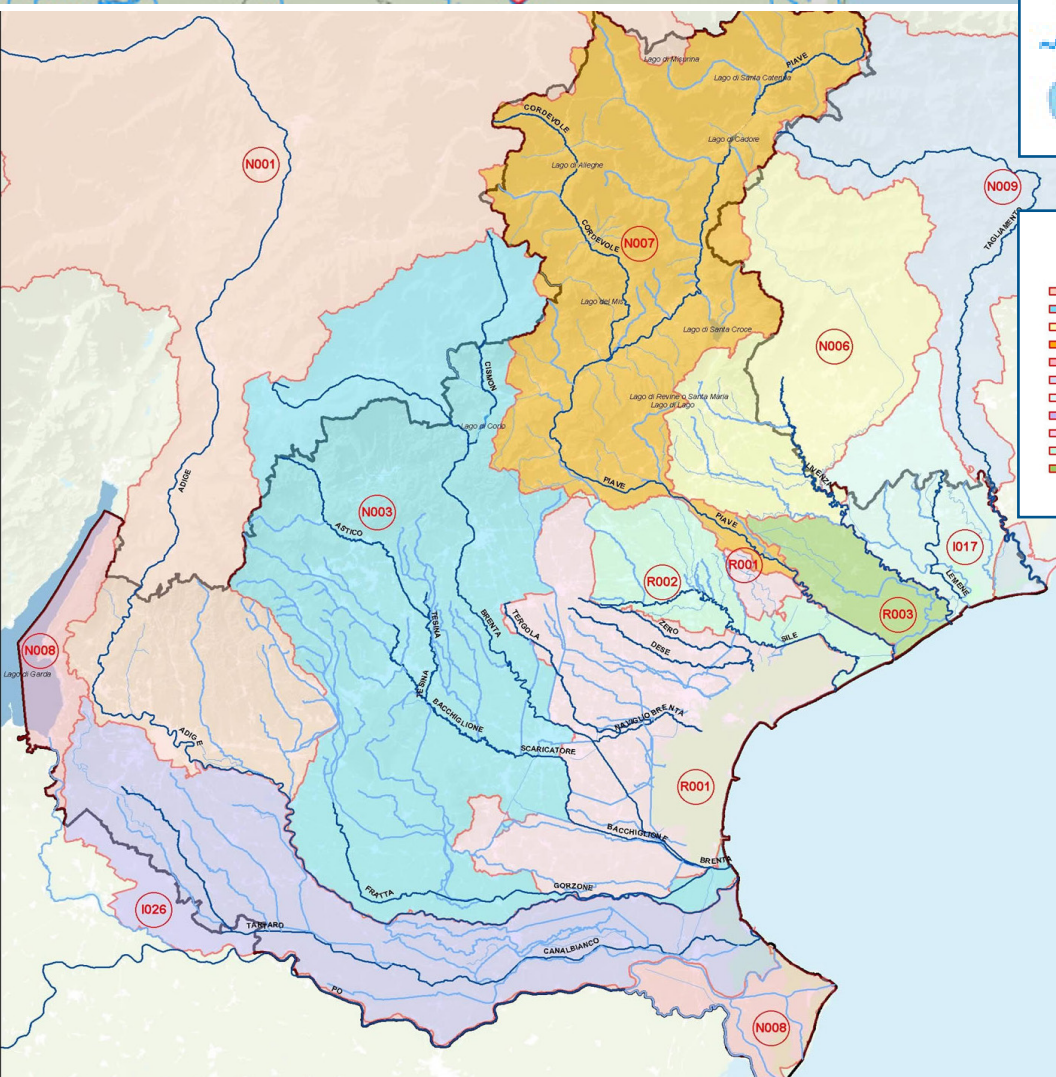


Figura 2: Bacini del Distretto idrografico Alpi orientali (Fonte: Autorità di bacino distrettuale Alpi orientali - <http://www.alpiorientali.it/il-distretto/chi-siamo.html>)

Figura 3: Bacini idrografici della Regione Veneto (Fonte: ARPAV - <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/acque-interne/acque-superficiali/bacini-e-sotto-bacini-idrografici>)

B - Il sistema delle falde sotterranee

L'acqua di falda **sotterranea** è la risorsa idropotabile maggiormente utilizzata sia dagli enti acquedottistici sia dai singoli cittadini; purtroppo non è una risorsa inesauribile ma una "scorta d'acqua" da proteggere e tutelare come bene prezioso.

Quando le precipitazioni atmosferiche (pioggia, neve) raggiungono il terreno, l'acqua non smette di muoversi. Parte fluisce ("ruscellamento superficiale") lungo la superficie terrestre fino a confluire nel reticolo idrografico (fiumi, laghi), parte è usata dalle piante, parte evapora e ritorna all'atmosfera, e infine, parte si infiltra nel sottosuolo.

L'acqua che ricade sul suolo, si infiltra solamente se il materiale che lo costituisce presenta proprietà tali da immagazzinare l'acqua ("porosità") e da lasciarsi attraversare da essa ("permeabilità"). Una porzione di suolo dotata di pori in comunicazione l'uno con l'altro, tali da consentire il passaggio dell'acqua per effetto della gravità o di gradienti di pressione, costituisce un acquifero. Gli acquiferi sono in genere composti da ghiaia, sabbia, arenarie o rocce fratturate. È uso comune confondere i termini **acquifero** e falda; un modo semplice per distinguerli è considerare l'acquifero come il contenitore, e la falda come l'acqua in esso contenuta.

Le acque sotterranee si muovono negli acquiferi con velocità inferiore rispetto a quelle superficiali e in funzione della dimensione delle cavità nel suolo (o rocce) e di quanto questi spazi sono interconnessi. Il "motore" delle acque sotterranee è il gradiente idraulico, che rappresenta la pendenza della superficie freatica (o piezometrica) o la perdita di carico prodotta dalle perdite di energia che l'acqua subisce per fenomeni di attrito con le pareti dei pori intergranulari lungo il percorso nel sottosuolo.

Gli **acquiferi** possono essere:

liberi: sono limitati solo inferiormente da uno strato impermeabile e la **falda** in essi contenuta, denominata **freatica**, può liberamente oscillare in altezza a seconda delle condizioni di alimentazione.

in pressione: sono limitati superiormente ed inferiormente da strati impermeabili (ad esempio di argilla) attraverso i quali non avviene passaggio d'acqua; le **falde** contenute negli acquiferi in pressione sono chiamate **artesiane** (dalla regione francese di Artois ove sono localizzati questi tipi di acquiferi); quando si perfora con un pozzo il terreno raggiungendo una falda artesiane, l'acqua sotto pressione sgorga spontaneamente senza bisogno di pompe per l'estrazione (**pozzo artesiano**).

I rapporti tra le acque di falda ed i corpi idrici superficiali come fiumi e laghi possono essere molto complessi, in quanto fortemente influenzati dalla permeabilità del sottosuolo e dalle escursioni stagionali dei livelli idrici (fasi di magra e di piena). In relazione alla variabilità di questi fattori, si possono avere situazioni in cui i corsi d'acqua superficiali alimentano la falda, fungendo da fattore di ricarica, e situazioni in cui invece i corsi d'acqua superficiali drenano la falda.

Quando l'acqua sotterranea incontra un ostacolo che ne impedisce il deflusso (ad esempio uno strato di terreno impermeabile), essa affiora dalla superficie terrestre dando

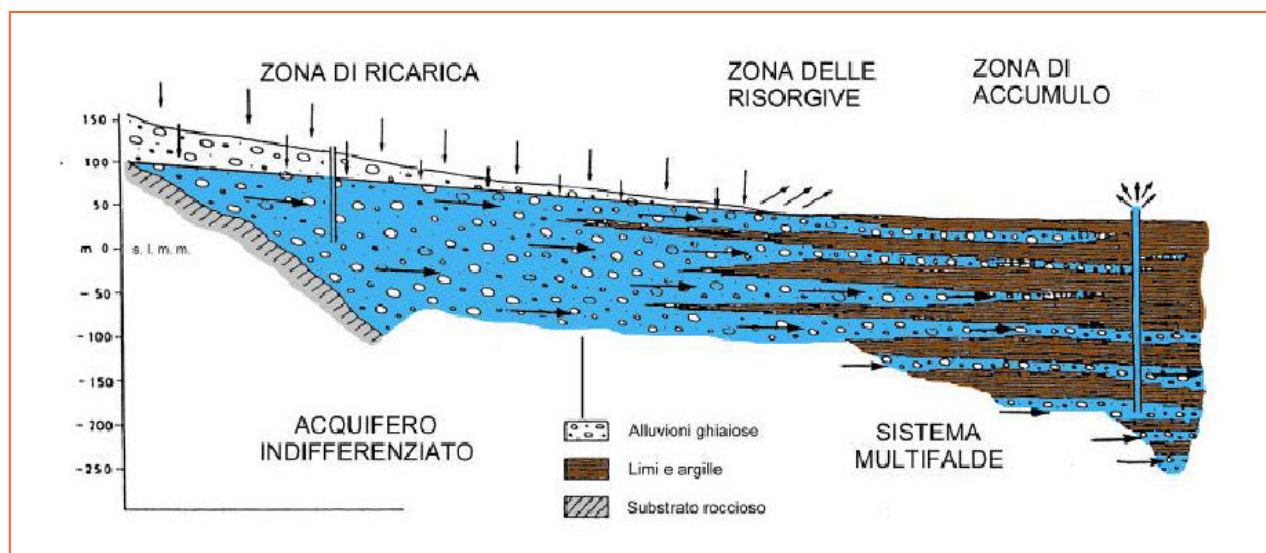


Figura 4: Il passaggio dall'acquifero indifferenziato al sistema multifalde

origine alle sorgenti, che rappresentano l'emersione totale o parziale della circolazione idrica sotterranea. Il deflusso sotterraneo che alimenta una sorgente può avvenire sia all'interno della roccia che in acquiferi costituiti da materiali sciolti porosi.

Il sistema idrogeologico della pianura veneta è suddiviso in tre settori: l'alta, la media e la bassa pianura.

L'**alta pianura** è formata da uno strato di suolo ghiaioso, depositato nei millenni dai corsi d'acqua che defluiscono dalle montagne. Questo strato ghiaioso, che partendo dalle Prealpi si estende verso valle per una fascia di circa venti chilometri, costituisce un unico deposito in cui circola una falda di tipo freatico che inizia a monte, a ridosso dei rilievi. Esso è denominato **acquifero indifferenziato dell'alta pianura**.

Gran parte dell'acqua contenuta nei grandi serbatoi calcareo-dolomitici delle zone di montagna è drenata dall'acquifero indifferenziato dell'alta pianura; inoltre, grazie alla permeabilità del suolo ghiaioso sovrastante, l'acquifero indifferenziato di alta pianura viene alimentato anche dalle precipitazioni, dalla dispersione dei corsi d'acqua superficiali e dall'infiltrazione delle acque irrigue.

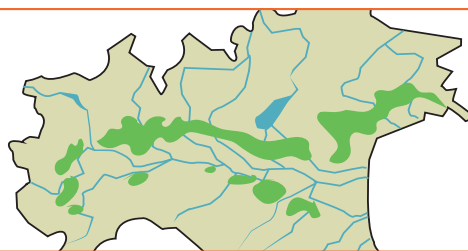
Proprio a causa della permeabilità del suolo, però, la falda freatica di alta pianura è estremamente vulnerabile all'infiltrazione di sostanze inquinanti (ad es. pesticidi, sostanze chimiche scaricate nel terreno o nei corsi d'acqua, inquinanti atmosferici che si depositano al suolo). L'acquifero indifferenziato di alta pianura dovrebbe essere invece preservato da qualunque contaminazione, perché esso rappresenta l'**area di ricarica** dell'intero sistema di falde acquifere del Veneto, da cui viene prelevata una parte consistente dell'acqua destinata al consumo umano. Infatti, l'acqua distribuita dagli acquedotti della nostra Regione ha origine per il 90% da pozzi e sorgenti, mentre solo il 10% proviene da acque superficiali.

Scendendo dalla zona di alta pianura a quella di **media pianura**, la composizione del suolo si modifica e compaiono degli strati di terreno argilloso che progressivamente assumono una sempre maggiore continuità.

Si forma così un **sistema multifalde (acquifero differenziato)** costituito da un acquifero superficiale freatico, poco profondo e molto vulnerabile, e da una serie di falde sottostanti in pressione, localizzate negli strati permeabili ghiaiosi e/o sabbiosi intercalati agli strati argillosi. Poiché gli strati argillosi hanno una bassissima permeabilità, le falde più profonde in pressione sono molto meno vulnerabili all'infiltrazione di agenti inquinanti rispetto alla falda freatica superficiale. Tuttavia, il sistema delle falde in pressione è strettamente collegato, verso monte, all'unica grande falda freatica indifferenziata di alta pianura, che lo alimenta e ne condiziona la qualità di base.

AREE DEI FONTANILI

Figura 5: La fascia delle risorgive (o fontanili) della pianura padana



La zona di passaggio dal sistema indifferenziato a quello multifalde è rappresentata da una porzione di territorio a sviluppo est-ovest, larga anche qualche chilometro, denominata "**fascia delle risorgive**".

Le risorgive (o **fontanili**) sono sorgenti di pianura determinate dall'affioramento della falda freatica indifferenziata nei punti in cui, avvicinandosi alla superficie del suolo, incontra uno strato argilloso. L'acqua affiorata si incanala in corsi d'acqua dando origine ai fiumi di risorgiva (es. Sile, Dese, Marzenego, Bacchiglione, Timonchio, Tartaro).

Nella **bassa pianura** i depositi alluvionali ghiaiosi profondi si esauriscono e il sottosuolo è costituito prevalentemente da un'alternanza di limi, argille e sabbie. Gli acquiferi artesiani della bassa pianura sono pertanto di ridotta estensione e ben protetti dagli strati argillosi sovrastanti.

Fonte: "Le acque sotterranee della pianura veneta. I risultati del progetto SAMPAS" - ARPAV, 2008 <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/acque-interne/acque-sotterranee>

Come abbiamo visto, l'acqua è un bene prezioso ma anche fragile, che necessita di essere tutelato sia dal punto di vista quantitativo (evitando gli sprechi) che qualitativo.

In particolare, le acque sotterranee, per la loro importanza come fonte ad uso idro-potabile (nonché, in molte aree della nostra Regione, ad uso agro-zootecnico) costituiscono un patrimonio da conservare con molta cura, evitandone l'eccessivo sfruttamento e l'inquinamento. Infatti, le falde sotterranee hanno un flusso molto lento per cui, una volta che la loro qualità è stata compromessa, sono necessari tempi assai lunghi (diversi decenni) per ripristinarne lo stato iniziale. Inoltre, le operazioni di bonifica delle falde sono estremamente complesse, lunghe e costose.

Pertanto, bisogna adottare ogni precauzione per evitare che sostanze inquinanti raggiungano le acque sotterranee, soprattutto nella fascia ghiaiosa permeabile dell'acquifero indifferenziato, che costituisce la fascia più vulnerabile nonché l'area di ricarica di tutto il sistema di falde.

Anche le acque superficiali (laghi, fiumi, mare) devono essere protette dall'inquinamento, per vari motivi:

sono interconnesse con le acque sotterranee e possono contaminarle soprattutto dove il suolo è permeabile costituiscono una fonte di approvvigionamento idropotabile per alcune aree della nostra Regione vengono utilizzate per l'irrigazione e possono quindi contaminare le colture il loro inquinamento danneggia l'ecosistema acquatico, compromettendo l'abbondanza e la salubrità dei prodotti ittici.

L'Unione Europea si è dotata di un complesso apparato normativo per la tutela della risorsa idrica, il cui caposaldo è costituito dalla cosiddetta "Direttiva Quadro sulle Acque" (Direttiva 2000/60/CE), recepita dall'Italia all'interno del "Testo Unico in materia Ambientale" (D.Lgs. 152/2006).

La Direttiva si prefigge di agevolare un utilizzo idrico sostenibile, di impedire un ulteriore deterioramento della qualità delle acque e di perseguire la progressiva riduzione dell'inquinamento. A tal fine, essa stabilisce valori limite di concentrazione nelle acque superficiali e sotterranee per vari tipi di sostanze chimiche e individua un elenco, periodicamente aggiornato, di sostanze chimiche "prioritarie" e "pericolose prioritarie", per le quali gli Stati Membri devono assicurare la graduale eliminazione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite.

Per garantire il raggiungimento degli obiettivi prefissati, l'Italia ha istituito un sistema di monitoraggio della qualità delle acque superficiali e sotterranee, basato su campionamenti e analisi periodiche, che in Veneto è gestito dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV). I risultati del monitoraggio consentono di mantenere aggiornate le conoscenze sulla contaminazione dei corpi idrici e di adeguare di conseguenza i Piani di gestione dei Distretti idrografici.

Purtroppo, nonostante gli sforzi normativi, di controllo e di gestione, la sfida per garantire la qualità della risorsa idrica è ancora aperta. Uno dei problemi principali da affrontare è la continua immissione sul mercato (e di conseguenza nell'ambiente) di sostanze chimiche, spesso ma non necessariamente di nuova introduzione, le cui proprietà sono poco conosciute e per le quali non sono ancora disponibili limiti o prescrizioni normative: si tratta dei cosiddetti "contaminanti emergenti".

5 I CONTAMINANTI EMERGENTI

Per “contaminanti emergenti” si intende un gruppo eterogeneo di sostanze non ancora soggette a regolazione normativa e recentemente individuate come “problematiche”. Queste sostanze si trovano spesso in prodotti utilizzati in grande quantità nella vita quotidiana, come farmaci, cosmetici, detergenti, plastificanti e additivi industriali.

I contaminanti emergenti non sono necessariamente sostanze chimiche nuove: in molti casi si tratta di sostanze rilasciate nell'ambiente da lungo tempo ma i cui effetti non sono ancora stati del tutto chiariti. Spesso, inoltre, le tecniche di misurazione di queste sostanze nelle matrici ambientali sono ancora in fase di sviluppo per cui non esistono metodi analitici standardizzati a livello europeo, che consentano la confrontabilità dei dati. Una delle principali fonti di inquinamento delle acque da contaminanti emergenti è costituita dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane. Infatti, la maggior parte di tali impianti non è stata progettata ed attrezzata per depurare i reflui da questo tipo di inquinanti, che di conseguenza vengono scaricati nei corpi idrici.

Una categoria particolarmente preoccupante di contaminanti emergenti è quella dei composti organici persistenti e mobili, i **PMOC (Persistence Mobile Organic Compounds)**: si tratta di sostanze organiche che presentano una spiccata mobilità all'interno del ciclo dell'acqua, associata a una notevole persistenza. In altre parole, queste sostanze si diffondono con grande facilità tra i vari compartimenti idrici (ad esempio, si infiltrano facilmente attraverso il terreno raggiungendo gli acquiferi e diffondendosi attraverso il flusso delle acque sotterranee) e inoltre resistono ai naturali processi di degradazione, persistendo inalterate per lunghissimo tempo. Di conseguenza, il loro continuo rilascio determina un progressivo accumulo e diffusione nell'ambiente e una possibile esposizione a lungo termine della popolazione attraverso l'acqua potabile e gli alimenti, con effetti sulla salute in larga parte ignoti.

Fra i PMOC sono comprese le sostanze poli- e perfluoroalchiliche (PFAS). Si tratta di composti chimici di sintesi, inesistenti in natura, costituiti da una catena carboniosa di varia lunghezza in cui gli atomi di carbonio sono parzialmente o completamente fluorurati. Questi composti sono stati sviluppati dall'industria chimica a partire dagli anni Cinquanta del secolo scorso e vengono largamente impiegati per le loro proprietà termoresistenti, idro- e oleorepellenti e tensioattive.

I PFAS si trovano in moltissimi prodotti di uso comune, come gli articoli per la pulizia domestica, gli insetticidi, le vernici e le schiume antincendio, e sono utilizzati anche in vari processi industriali. Sono impiegati anche per l'impermeabilizzazione dei capi d'abbigliamento e delle calzature, per la produzione di pentole antiaderenti e nei rivestimenti dei contenitori per il cibo, come ad esempio quelli dei “fast food” o i cartoni delle pizze d'asporto.

I PFAS sono sostanze molto persistenti e mobili nell'ambiente e queste caratteristiche, unite al loro estensivo impiego, hanno determinato la loro diffusione praticamente ubiquitaria, al punto che alcune di queste sostanze sono presenti nel sangue di quasi tutta la popolazione di vari Paesi del mondo e sono state rilevate addirittura negli orsi polari dell'Artico.

LA PAROLA AGLI ESPERTI



Si parla di prodotti specifici, oppure di “categorie di prodotti” che contengono i PFAS?

- I PFAS in produzione sono stimati intorno a 5000 diverse molecole chimiche, che trovano applicazioni in praticamente tutti i campi dei prodotti di uso quotidiano ed industriale, dai rivestimenti per rendere la carta alimentare repellente ai grassi, ai trattamenti superficiali per vestiti e arredi per renderli repellenti all'acqua e ai grassi, alle schiume antincendio, agli inchiostri e alle vernici idrorepellenti per esterni e anche nella nautica, ai tensioattivi ai lubrificanti per applicazioni speciali, ad esempio nel campo aeronautico. Grandi applicazioni hanno anche nel campo dei dispositivi sanitari in ambito ospedaliero.
- In sintesi, non esistono dei prodotti specifici, però tra quelli di largo uso da parte di tutti, sicuramente l'abbigliamento tecnico e gli imballaggi di carta per fast food fanno largo uso di rivestimenti a base di PFAS, che possono essere una fonte di inquinamento soprattutto nelle discariche.
- Anche nelle scioline per lo sci sono largamente utilizzati prodotti a base di PFAS.
- La grande fonte di inquinamento sono le schiume antincendio, ma sono in corso studi per trovare dei sostituti egualmente efficaci nello spegnimento di grandi incendi da combustibili (es. in aeroporti, stazioni di servizio, polveriere per le munizioni, magazzini di fuochi d'artificio).

Si può capire, leggendo le etichette, se i prodotti che usiamo li contengono?

- Non ci sembra che siano mai riportati i PFAS come categoria specifica in etichetta, in quanto possono essere compresi nella categoria generale dei tensioattivi.
- Ci sono PFAS nei fili interdentali e in prodotti cosmetici come eyeliner, maschere per il viso, ecc., ma non sono sempre in etichetta. È comunque utile imparare a leggere l'etichetta prima dell'acquisto.
- Ci sono alcuni produttori di padelle antiaderenti o di vestiario tecnico che dichiara di essere PFOA-free o PFAS-free seguendo una campagna specifica di Greenpeace. (Ovviamente bisogna stare attenti che PFOA-free in genere significa che ci sono altri PFAS sostituiti). Quindi leggiamo bene le etichette, soprattutto del vestiario tecnico.

È possibile stilare un elenco dei prodotti che sarebbe bene evitare di usare?

- Il concetto base è che i materiali a base di molecole per o polifluorate sono stati e sono ancora un aiuto preziosissimo alla nostra qualità di vita (anche in campo sanitario), però è evidente che in qualche applicazione si tratta di "comodità" a cui si può trovare soluzioni alternative, anche se meno efficaci (es. per padelle antiaderenti e vestiario tecnico usato saltuariamente o nella quotidianità, non in condizioni estreme, si può tornare ad alternative già in uso decenni fa, penso alle padelle in acciaio levigato, alle cerate ecc.).
- Anche sugli imballaggi alimentari liporepellenti a base di PFAS (anzi in generale su qualunque tipo di imballaggio alimentare) si può cercare di ridurre le dimensioni, o di scegliere tra più produttori chi fornisce imballaggi di dimensioni ridotte. Pensiamo alle scatole giganti degli hamburger nei fast-food, rispetto al misero panino che c'è dentro.
- Quindi si può pensare di cercare alternative per questi prodotti, padelle antiaderenti, vestiario tecnico, imballaggi alimentari in carta-cartone trattata, carta da forno, ecc...
- Però non è facile (impossibile per noi tecnici, immaginatevi per il cosiddetto "uomo della strada") sapere realmente i materiali con cui sono fatti questi oggetti.

A CURA DI CNR-IRSA

Esistono circa 5000 tipi diversi di PFAS. I più conosciuti e studiati sono l'acido perfluoro-ottanoico (PFOA) e l'acido perfluoro-ottansulfonico (PFOS), che erano utilizzati in maniera preponderante fino a pochi anni fa.

Tuttavia, a causa dei numerosi allarmi sulla possibile tossicità di queste molecole, dal 2008 il PFOS è stato inserito dalla Convenzione di Stoccolma nell'Annex B (sostanze con restrizioni di uso) e, nel 2019, il PFOA, con i suoi sali, è stato inserito nell'Annex A come sostanza che va eliminata.

In ambedue i casi la decisione è stata presa a valle di intense e complesse discussioni visto l'impiego di questi composti e la difficoltà, o, in alcuni casi (come nel caso del PFOS), l'impossibilità di sostituzione con molecole diverse che abbiano le stesse proprietà. Le persone sono esposte a PFOA e PFOS prevalentemente per ingestione, soprattutto attraverso il cibo, che può essere contaminato durante la produzione (ad esempio attraverso il suolo, l'acqua irrigua, l'acqua di abbeverata e i mangimi per il bestiame), ma anche successivamente se viene cotto, scaldato e/o conservato in una certa tipologia di recipienti anti-aderenti o impermeabili che si possono usurare con il tempo.

ACRONYM	SUBSTANCE	n. CARBON	MW*	CAS NUMBER**
PFBA	Perfluoro- <i>n</i> -butanoic acid	4	214	375-22-4
PFPeBA	Perfluoro- <i>n</i> -pentanoic acid	5	264	2706-90-3
PFHxA	Perfluoro- <i>n</i> -hexanoic acid	6	314	307-34-4
PFHpA	Perfluoro- <i>n</i> -heptanoic acid	7	364	375-85-9
PFOA	Perfluoro- <i>n</i> -octanoic acid	8	414	335-67-1
PFNA	Perfluoro- <i>n</i> -nonanoic acid	9	464	375-91-1
PFDA	Perfluoro- <i>n</i> -decanoic acid	10	514	335-76-2
PFUnDA	Perfluoro- <i>n</i> -undecanoic acid	11	565	2058-94-8
PFDoDA	Perfluoro- <i>n</i> -dodecanoic acid	12	614	307-55-1
PFBS	Perfluoro- <i>n</i> -butane sulfonate	4	300	375-73-5
PFHxS	Perfluoro- <i>n</i> -hexane sulfonate	6	400	355-46-4
PFOS	Perfluoro- <i>n</i> -octane sulfonate	8	500	1763-23-1

9 perfluoro alkyl
carboxylic acids

3 perfluoro alkyl
sulphonic acids

* MW: Molecular Weight; **CAS: Chemical Abstracts Service number

Fig. 6: Una tabella dei PFAS più utilizzati

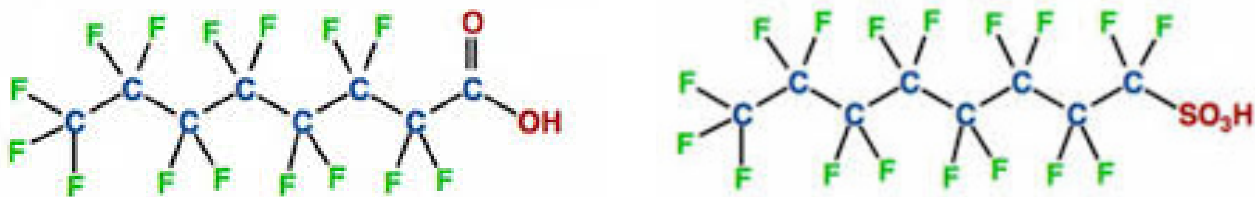


Fig. 7: struttura chimica di PFOA (perfluorooctanesulfonic acid) e PFOS (perfluorooctanoic acid).

Gli oggetti di uso quotidiano (es. tessuti impermeabili e anti-macchia, carta impermeabilizzata, prodotti per la pulizia) potrebbero rilasciare PFAS durante l'utilizzo e possono quindi divenire una fonte di esposizione diretta attraverso la polvere domestica.

L'acqua potabile costituisce una via di esposizione marginale per gran parte della popolazione, salvo casi localizzati di contaminazione, come accaduto purtroppo in Veneto.

Non vi è ancora certezza sugli effetti che PFOA e PFOS possono avere sulla salute umana e molti studi sono in corso sotto questo aspetto.

LA PAROLA AGLI ESPERTI

È pericoloso usare le pentole anti-aderenti?

- Nel rivestimento di pentole e tegami si può trovare il politetrafluoroetilene (PTFE), conosciuto sotto vari nomi commerciali tra cui il più famoso è Teflon. Questo rivestimento è stato usato per anni nelle padelle antiaderenti permettendo di riscaldare o cuocere il cibo senza rischiare di bruciarlo o che si attaccasse al fondo.
- Il PFOA è un tensioattivo usato per la produzione di PTFE e quindi rimane disciolto nel polimero. Viene rilasciato quando scaldato o in presenza di grassi a caldo (le tipiche condizioni di frittura). Però gli studi mostrano che dopo poche cotture non si ha più rilascio, quindi un consiglio con una padella nuova è di far friggere l'olio a vuoto e poi buttarlo.
- Il PFOA è stato bandito dalla produzione del PTFE e quindi non vi è più rischio di rilascio nelle padelle prodotte dopo il 2015. Ovviamente il PFOA è stato sostituito da altre sostanze, di cui si hanno poche conoscenze riguardo ai meccanismi di tossicità. Però vale il discorso precedente.
- Il consiglio che dà US EPA è comunque di non scaldare sopra 250°C e di non rigare le padelle.
- Rigare lo strato di PTFE non implica rischi maggiori di rilascio, ma quello di mangiare microframmenti di plastica. Il problema dell'ingestione delle microplastiche è comunque sotto attenzione e quindi per principio precauzionale, meglio non usare pentole rigate e sostituirle con padelle in acciaio inox levigato o in vetro pirex senza rivestimenti di alcun genere. La gran parte dei rivestimenti è comunque basato su materie plastiche e spesso a base di PFAS (ma sono PFOA-free).

A CURA DI CNR-IRSA e ARPAV

Le ipotesi su cui vi è più consenso all'interno della comunità scientifica sono che questi composti possano far aumentare i livelli di colesterolo nel sangue e interferire con la risposta immunitaria. Inoltre, in caso di esposizioni molto elevate, essi potrebbero favorire l'insorgenza di tumori ai testicoli e ai reni.

Nonostante le incertezze, considerando le caratteristiche estremamente problematiche di PFOA e PFOS (persistenza, bioaccumulabilità, tossicità), le autorità regolatorie nell'Unione Europea e in altri Paesi del mondo (fra cui gli USA) stanno progressivamente restringendo i campi di applicazione di queste due sostanze regolamentandone in maniera sempre più severa le concentrazioni nelle matrici ambientali. Pertanto, PFOA e PFOS sono destinati progressivamente a scomparire dal sistema produttivo, anche se impiegheranno molto più tempo per scomparire dall'ambiente.

Purtroppo, negli ultimi anni l'industria sta sostituendo PFOA e PFOS con altri tipi di PFAS, in genere meno bioaccumulabili ma altrettanto persistenti e mobili nell'ambiente e soprattutto con proprietà tossicologiche pressoché sconosciute.

Per gran parte di questi nuovi PFAS non esiste alcun limite normativo. La storia infinita degli inquinanti emergenti continua!

IL “CASO PFAS” IN VENETO

Nella primavera 2013, l'Istituto di Ricerca Sulle Acque del Consiglio Superiore delle Ricerche (IRSA-CNR) rese noti i risultati di uno studio, commissionato dal Ministero dell'Ambiente, sulla presenza di PFAS nei principali bacini fluviali italiani. Questo studio evidenziava un'importante contaminazione di corpi idrici superficiali situati nelle province di Vicenza e Padova, nonché di acque potabili prelevate in vari Comuni della zona.

La Regione Veneto, informata del problema a giugno 2013, si è immediatamente attivata a tutela della salute della popolazione e dell'ambiente. Una delle prime e più urgenti azioni è stata quella di attrezzare gli impianti di potabilizzazione degli acquedotti contaminati con filtri a carbone attivo, in grado di trattenere i PFAS. Nel giro di soli 3 mesi, le concentrazioni di PFAS nell'acqua distribuita dagli acquedotti si erano ridotte drasticamente. Contemporaneamente, sono iniziate le indagini ambientali per definire l'estensione dell'area contaminata e individuare la fonte della contaminazione, identificata nello stabilimento chimico della ditta MITENI situato a Trissino (VI), nella zona dell'acquifero indifferenziato di alta pianura.

L'azienda, attiva nella produzione di PFAS dalla fine degli anni Sessanta, per decenni aveva scaricato nel sottosuolo e nei corsi d'acqua superficiali, con trattamenti insufficienti, i propri reflui carichi di inquinanti, contaminando i fiumi e la falda acquifera da cui viene prelevata l'acqua che alimenta gli acquedotti della zona.

Attraverso un articolato piano di monitoraggio ambientale è stato possibile definire con crescente accuratezza l'estensione del “pennacchio” (plume) di contaminazione della falda sotterranea e individuare i corsi d'acqua superficiali interessati.

È stata inoltre ricostruita la distribuzione della rete acquedottistica alimentata da fonti contaminate identificando i Comuni o le frazioni di Comuni in cui la popolazione è stata esposta a PFAS attraverso l'acqua potabile.

Nel complesso, l'area del territorio regionale colpita dalla contaminazione ambientale si estende per circa 930 km² comprendendo parte del bacino idrografico Brenta-Bacchiglione. In particolare, risultano contaminati i fiumi Retrone, Bacchiglione, Togna, Fratta, Brendola, Guà, il canale Gorzone e il torrente Poscola.

Il plume di contaminazione della falda sotterranea, originato da Trissino, si è propagato nel corso dei decenni verso est fino ai confini di Vicenza e verso sud e sud-est fino ai Comuni di Montagnana, Pojana Maggiore e Noventa Vicentina, per un'estensione complessiva di circa 190 km. I Comuni serviti in tutto o in parte dagli acquedotti contaminati sono 30, a cavallo di tre province (Vicenza, Verona e Padova), e hanno una popolazione complessiva di circa 140.000 abitanti.

La gestione della contaminazione è stata fin dall'inizio molto complessa anche perché nel 2013 i PFAS erano ancora sostanze non regolamentate, quindi non esistevano limiti di legge da rispettare per le concentrazioni nelle acque superficiali e sotterranee, nei suoli, negli scarichi industriali e nelle acque potabili.

Da allora molta strada è stata fatta anche sotto questo aspetto e per alcuni tipi di PFAS (tra cui PFOA e PFOS) disponiamo di limiti di legge in vigore su tutto il territorio nazionale per le acque superficiali e sotterranee. È attesa a breve una nuova Direttiva europea che stabilirà dei limiti anche per le acque potabili.

LA PAROLA AGLI ESPERTI



La normativa sul controllo dell'acqua e i Piani di Sicurezza dell'Acqua (PSA) come strumento di tutela della salute pubblica.

La normativa relativa al controllo dell'acqua destinata al consumo umano prevede, con il DM 14 giugno 2017, l'implementazione dei Piani di Sicurezza dell'Acqua nel territorio nazionale, che ogni gestore del servizio idrico integrato dovrà predisporre per l'approvazione da parte dell'Istituto Superiore di Sanità. Tali Piani di Sicurezza dell'Acqua dovranno essere operativi entro il 2025.

Con l'implementazione dei Piani di Sicurezza dell'Acqua, viene introdotto il principio della valutazione e gestione del rischio su tutta la filiera idropotabile delle acque destinate al consumo umano secondo il modello Water Safety Plan dell'OMS, tradotto nelle linee guida prodotte dall'Istituto Superiore di Sanità (Rapporto ISTISAN 14/21).

La logica che sottende ai PSA ha come obiettivo di spostare l'attenzione dal controllo retrospettivo sulle acque distribuite (come è avvenuto fino ad oggi), ad una valutazione dei rischi e pericoli insistenti sulla filiera idropotabile, comprese le aree di captazione delle acque destinate ad essere utilizzate per tali scopi. Si viene quindi anche a modificare il ruolo degli Enti preposti al controllo delle acque destinate al consumo umano, quali le Aziende sanitarie locali, che accanto alla tradizionale funzione di controllo, devono insieme anche ad altri Enti preposti alla tutela dell'ambiente, come ARPAV, partecipare come supporto specialistico alla corretta predisposizione del PSA, fornendo tutte le informazioni necessarie per l'individuazione da parte dell'Ente Gestore dei possibili rischi e pericoli che insistono su quell'acquedotto. L'ente gestore quindi avrà la responsabilità di mettere in atto tutte le misure necessarie a ridurre in maniera decisiva e definitiva quel rischio/pericolo.

I PSA prevedono un'integrazione tra gli Enti deputati alla tutela della salute e quelli deputati alla tutela dell'ambiente, a tutti i livelli di governo. Solo in questo modo i dati derivanti dai monitoraggi ambientali della matrice acqua, potranno aiutare la valutazione di impatto anche sanitario a tutela della salute dei cittadini e quindi produrre azioni tempestive di riduzione dei rischi per la popolazione.

A CURA DI REGIONE DEL VENETO

Attualmente, grazie al progressivo potenziamento dei sistemi di filtraggio a carbone attivo, l'acqua erogata dagli acquedotti della zona contaminata ha concentrazioni di PFAS non rilevabili ed è quindi assolutamente sicura. Tuttavia, i filtri a carbone attivo sono estremamente costosi e devono essere cambiati frequentemente. Per questo, la Regione Veneto ha deciso di avviare la costruzione di un nuovo acquedotto che rifornirà i 30 Comuni coinvolti con acqua non contaminata, risolvendo alla radice il problema della sicurezza idropotabile.

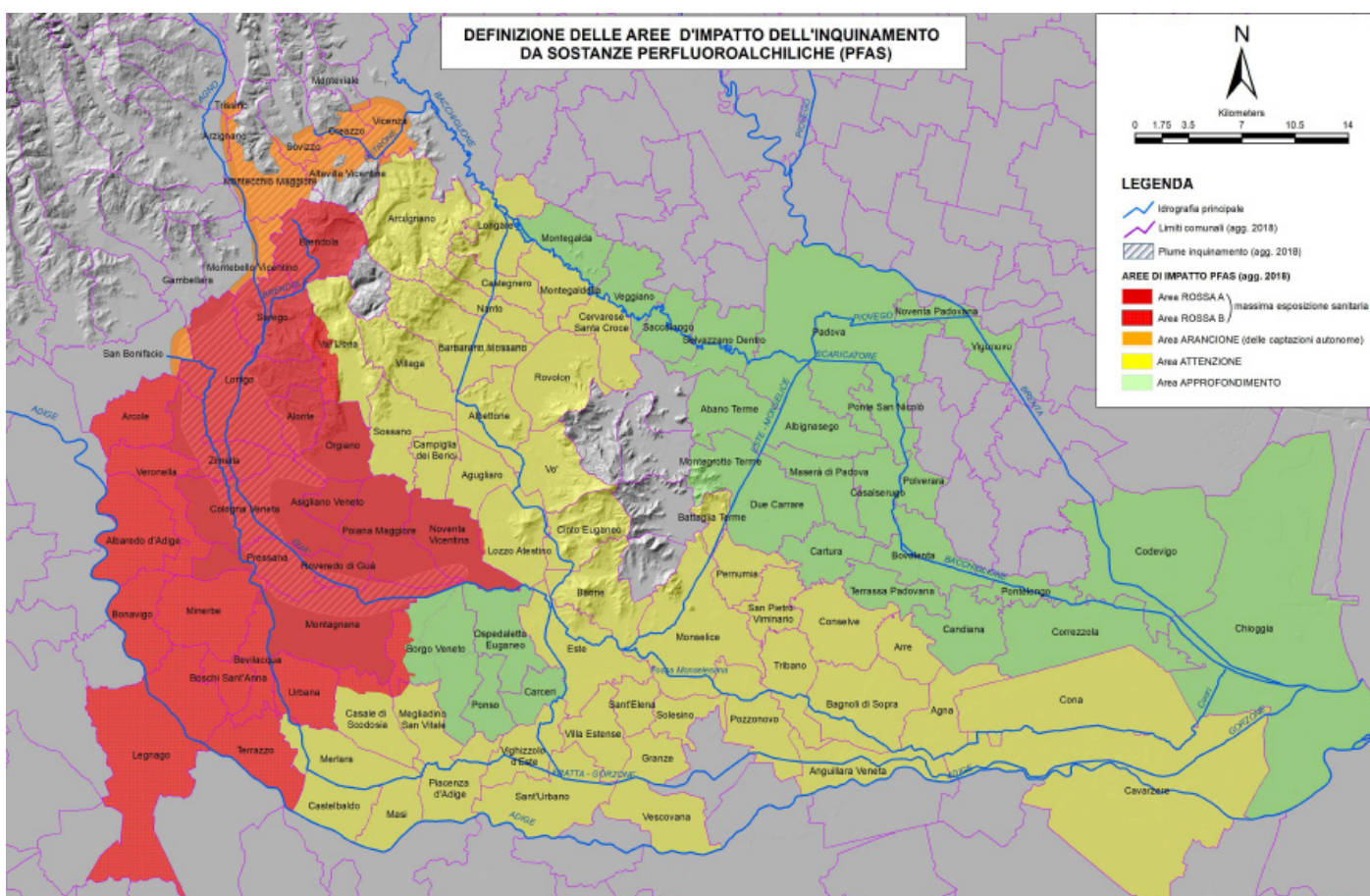


Figura 7: L'area di contaminazione da PFAS in Veneto

LEGENDA:

Area Rossa: Comuni serviti dagli acquedotti contaminati

Area Arancione: Comuni serviti da acquedotti non contaminati, ma che insistono sulla falda sotterranea contaminata

Area Gialla: zone con contaminazione delle acque superficiali

Area Verde: zone meritevoli di ulteriori approfondimenti

Area tratteggiata: plume di contaminazione della falda sotterranea

Sebbene la fase emergenziale sia stata superata, rimangono ancora molti problemi aperti. Nonostante gli interventi di bonifica avviati nel sito produttivo, la falda acquifera è tuttora pesantemente contaminata e verosimilmente lo rimarrà per diversi anni a venire: un enorme patrimonio di acqua compromesso a lungo termine e sottratto a un uso sicuro da parte della collettività. Inoltre, permane la contaminazione delle acque superficiali con tutti gli effetti negativi che questo ha sull'ecosistema acquatico.

A complicare le cose, negli ultimi anni la ditta MITENI, come le altre aziende produttrici di PFAS dei Paesi occidentali, ha reagito alle crescenti restrizioni che colpivano PFOA e PFOS sostituendoli con altri tipi di PFAS, in genere a catena carboniosa più corta, che sono meno bioaccumulabili ma altrettanto persistenti e mobili nell'ambiente e per giunta molto più difficili da filtrare su carbone attivo (proprio in virtù delle ridotte dimensioni della molecola).

LA PAROLA AGLI ESPERTI



È possibile fare una previsione sui tempi di persistenza della contaminazione?

PFOA e PFOS sono estremamente persistenti nell'ambiente e resistenti ai tipici processi di degrado ambientale. L'emivita di PFOA e PFOS in acqua è valutata rispettivamente in più di 90 anni per PFOA e più di 41 anni per PFOS, in atmosfera 114 e 90 giorni (US EPA, 2014-2).

I primi risultati della modellistica confermano che il fenomeno di contaminazione è avvenuto a scala pluridecennale. Considerando le caratteristiche dell'acquifero, l'entità della contaminazione e le caratteristiche di persistenza delle specie inquinanti, si stima che valori significativi della contaminazione saranno presenti nelle acque sotterranee per i prossimi 50 anni.

A CURA DI UNIVERSITÀ DI PADOVA e ARPAV

A - Che cosa ci ha insegnato questa storia?

Il caso dei PFAS in Veneto ha dimostrato in modo lampante che una gestione ambientale e di salute pubblica basata esclusivamente sulle conoscenze e sulle norme esistenti, anziché sulla previsione dei rischi potenziali, rischia di "arrivare quando i buoi sono scappati", lasciando campo libero a pratiche produttive che producono danni ambientali immani e difficilmente rimediabili.

Pertanto, è necessario un radicale cambiamento di prospettiva: bisogna essere in grado di prevedere in anticipo i rischi di inquinamento che minacciano le acque e l'ambiente in generale per mettere in atto tutte le misure di prevenzione disponibili, associate a piani di monitoraggio e controllo che consentano di rilevare tempestivamente se qualcosa va storto.

Per fare tutto questo, è indispensabile avere una conoscenza approfondita e sistematica del territorio, delle possibili fonti di inquinamento che su di esso insistono, delle risorse idriche potenzialmente minacciate da quelle fonti di inquinamento, delle zone in cui quelle risorse idriche vengono utilizzate a scopo idropotabile, irriguo o zootecnico e di come un eventuale inquinante si propagherebbe nell'ambiente. Inoltre, è fondamentale ricercare nuovi metodi, più efficaci e meno costosi di quelli attualmente esistenti, per rimuovere gli inquinanti dalle acque.

SITOGRAFIA

Riferimenti generali:

- <https://www.lifephoenix.eu/>
- <https://www.who.int/>
- <https://echa.europa.eu/it/home>
- <http://www.salute.gov.it/portale/home.html>
- <https://www.minambiente.it/>
- <http://www.iss.it/>
- <http://www.isprambiente.gov.it/it>
- <https://www.regione.veneto.it/web/sanita/pfas>

Siti con news specifiche:

- <https://www.arpa.veneto.it/arpav/pagine-generiche/sostanze-perfluoro-alchiliche-pfas>
- <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=1117&tid=237>
- <https://www.epa.gov/pfas/epas-pfas-action-plan>
- http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0018/340704/FINAL_pfas-report-20170530-h1200.pdf
- <http://www.irsa.cnr.it/Docs/Archivio/PFAS/>
- <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/indirizzi-perla-progettazione-delle-reti-di-monitoraggio-delle-sostanze-perfluoroalchiliche-pfas-nei-corpi-idrici-superficiali-e-sotterranei>
- <http://chm.pops.int/Home/tabid/2121/Default.aspx>

PFAS nei prodotti di uso comune:

- <https://www.cleanwateraction.org/features/10-things-you-can-do-about-toxic-pfas-chemicals>
- <https://www.consumerreports.org/toxic-chemicals-substances/pfas-chemicals-should-you-be-concerned/>
- <https://toxicfreefuture.org/key-issues/chemicals-of-concern/pfas-nonstick-nightmare/#PFASproducts>