



Il Laboratorio di ATS Milano a supporto della prevenzione: microcontaminanti emergenti

ATS Città Metropolitana di Milano

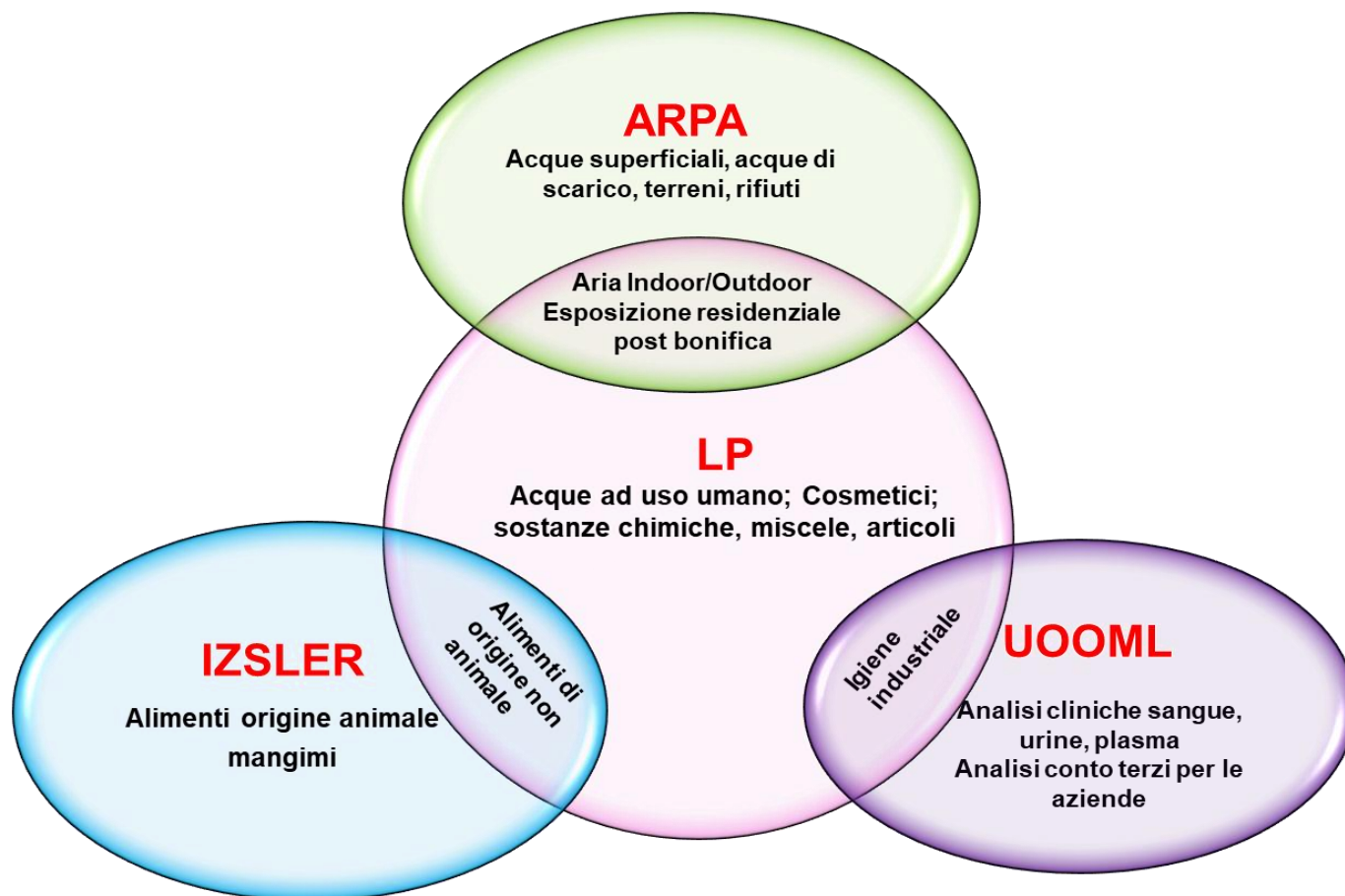
Laboratorio di Prevenzione

Giuseppina Amato

gamato@ats-milano.it

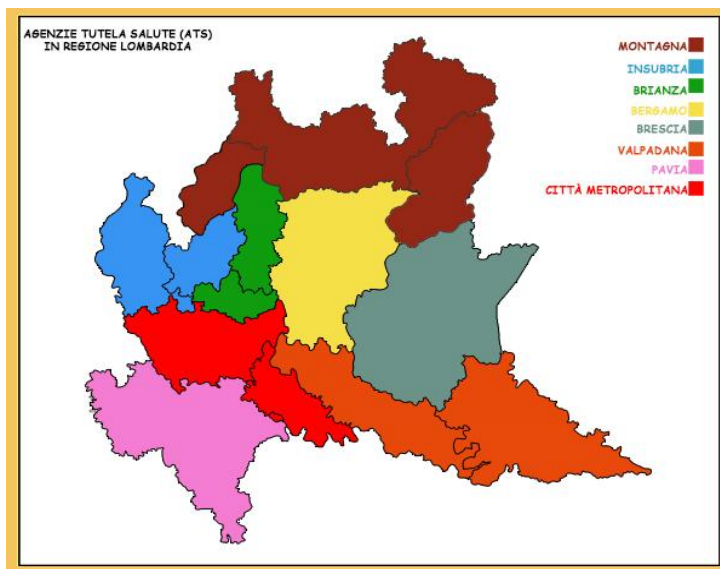
La Prevenzione in Lombardia ...

L'articolata realtà regionale dei laboratori lombardi in tema di prevenzione:
ripartizione delle competenze tra i principali enti coinvolti nelle attività di controllo e
analisi ambientali, sanitarie e alimentari



aree di sovrapposizione e collaborazione tra gli enti, fondamentali per garantire
un approccio integrato alla tutela dell'ambiente, della salute e della sicurezza alimentare.

La Rete dei Laboratori Lombardi (d.g.r. IX/4441 del 28/11/2012 e ss.mm.)



2 Laboratori

Area chimica, microbiologica e screening

Milano
Brescia

3 Laboratori

Area chimica e microbiologica

Bergamo
Insubria (Varese)
Valpadana (Cremona)

2 Laboratori

Solo area microbiologica

Brianza (Oggiono)
Montagna (Sondrio)

Il Laboratorio di Prevenzione di ATS Città Metropolitana di Milano



Il Laboratorio di ATS Milano rappresenta un elemento fondamentale del sistema di prevenzione sanitaria, fornendo un **supporto tecnico-scientifico** alle attività di controllo e tutela della salute pubblica.

La sua funzione non si limita all'esecuzione di analisi chimiche, ma comprende la produzione di **evidenze oggettive** necessarie per identificare, monitorare e gestire i rischi derivanti dall'esposizione a contaminanti ambientali.



Supporto tecnico-scientifico



Controllo e tutela
della salute pubblica



Evidenze oggettive
per decisioni informate



PRINCIPALI ATTIVITÀ ANALITICHE CHIMICHE DEL LP MI



ACQUE

- ✓ Controllo qualità acque Destinate al Consumo Umano (DCU)
- ✓ Controllo qualità Piscine



ALIMENTI

Controllo Ufficiale e Monitoraggio
→ Piani europei → nazionali → regionali



PIANI EUROPEI



PIANI NAZIONALI



PIANI REGIONALI



IGIENE INDUSTRIALE



AMIANTO

DISPOSITIVI MATERIALI
REACH E CLP

COSMETICI

Contaminanti emergenti

Da questione accademica a problema gestionale e regolatorio riconosciuto.

La crescente disponibilità di tecniche analitiche ad alta risoluzione ha amplificato la capacità di identificare e quantificare un'ampia gamma di composti a basse concentrazioni, evidenziando la diffusione di classi di contaminanti come le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) e residui farmaceutici, nonché la presenza ubiquitaria di frazioni plastiche nelle acque superficiali e nei sedimenti.



Tab. 1.1 - Selezione degli argomenti trattati nella rassegna “Water analysis” pubblicata ogni due anni da Analytical Chemistry

Temi selezionati dalla “Revisione biennale degli argomenti rilevanti” di Analytical Chemistry	Analisi delle acque		Analisi delle acque: contaminati emergenti e nuovi sviluppi analitici											
	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2014	2016	2018	2020	2022	2024	
Nutrienti	●													
Inquinanti inorganici		●												
Tensioattivi		●												
Disinfettanti - Prodotti per disinfestazione (acque potabili)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Pesticidi		●												
Pesticidi: metaboliti e prodotti di trasformazione				●	●	●	●	●						
Farmaceutici, Ormoni, Distruttori endocroni			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Composti perfluorurati				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Composto bromurati - Ritardanti di fiamma emergenti				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Muschi						●	●	●						
Creme solari				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Tossine algali		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Nanomateriali						●	●	●	●	●	●	●		
Microplastiche											●	●	●	
Sars-CoV-2												●		

Cosa sono i microcontaminanti emergenti?



DEFINIZIONE

I microcontaminanti emergenti sono sostanze chimiche presenti nell'ambiente a concentrazioni molto basse (tracce o ultratracce), che destano crescente interesse per la loro diffusione, persistenza e i possibili effetti sulla salute umana e sugli ecosistemi.

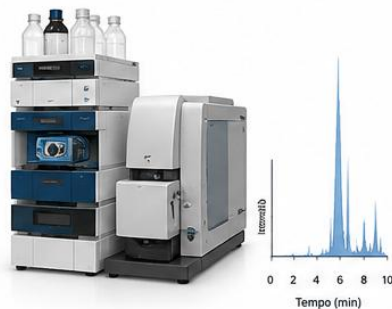


CARATTERISTICHE PRINCIPALI



1. PRESENTI A BASSE CONCENTRAZIONI

- Livelli nell'ordine di ng/L o µg/L.
- Richiedono metodiche analitiche altamente sensibili.



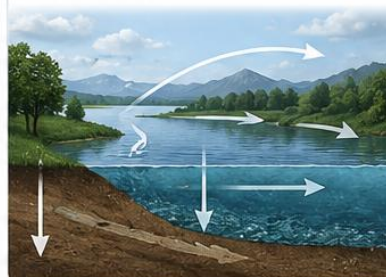
2. DIFFUSIONE CRESCENTE

- Derivano da attività industriali, agricole e domestiche.
- Possono essere rinvenuti in acque, suoli, alimenti e organismi viventi.



3. PERSISTENZA E MOBILITÀ

- Resistono ai processi di degradazione naturale.
- Possono migrare su lunghe distanze e contaminare differenti comparti ambientali.



4. POSSIBILI EFFETTI SULLA SALUTE

- Esposizione cronica a basse dosi.
- Potenziali effetti tossici, endocrini, immunologici o riproduttivi.
- Necessità di monitoraggio e valutazione continua del rischio.



I microcontaminanti emergenti rappresentano una sfida per la tutela dell'ambiente e della salute pubblica.
Solo attraverso ricerca, monitoraggio e cooperazione possiamo comprendere e gestire i loro impatti.



QUADRO NORMATIVO EUROPEO (1)

A livello europeo, uno degli sviluppi principali è stata la revisione della Direttiva sulle Acque Potabili (**Direttiva 2184/2020/UE**), entrata in vigore nel 2021 e attuata progressivamente negli Stati Membri.

DIRECTIVE (EU) 2020/2184 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL

of 16 December 2020

on the quality of water intended for human consumption

(recast)

(Text with EEA relevance)

Articolo 25

Periodo transitorio

1. Entro il 12 gennaio 2026 gli Stati membri adottano le misure necessarie a garantire che le acque destinate al consumo umano soddisfino i valori di parametro di cui all'allegato I, parte B, per quanto riguarda: bisfenolo A, clorato, clorite, acidi aloacetici, microcistina-LR, PFAS — totale, somma di PFAS e uranio.

- PFAS totale: 500 ng/L
- Somma PFAS: 100 ng/L
- Introduce monitoraggio di nuovi contaminanti emergenti

QUADRO NORMATIVO EUROPEO (2)

E stato inoltre introdotto il meccanismo della **Watch List** per le acque potabili, uno strumento dinamico per il monitoraggio di composti non ancora regolamentati ma ritenuti rilevanti per la salute umana. La prima **Watch List** per le acque potabili è stata adottata con la **Decisione 679/2022/UE**, includendo il **17-betaestradiolo** e il **nonilfenolo**, per le quali gli Stati Membri devono raccogliere dati aggiornati per valutarne la necessità di regolazione

DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2022/679 DELLA COMMISSIONE

del 19 gennaio 2022

che istituisce un elenco di controllo delle sostanze e dei composti che destano preoccupazione per le acque destinate al consumo umano a norma della direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento europeo e del Consiglio

[notificata con il numero C(2022) 142]

ALLEGATO

ELENCO DI CONTROLLO DELLE SOSTANZE E DEI COMPOSTI CHE DESTANO PREOCCUPAZIONE PER LE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

Denominazione della sostanza/del gruppo di sostanze o del composto/gruppo di composti	Numero CAS	Numero UE	Valore indicativo (ng/l)	Limite di quantificazione ⁽¹⁾ (ng/l)	Metodo di analisi possibile
17-betaestradiolo	50-28-2	200-023-8	1	≤ 1	-
nonilfenolo ⁽²⁾	84852-15-3	284-325-5	300	≤ 300	EN ISO 18857-2

⁽¹⁾ Limite di quantificazione quale definito all'articolo 2, punto 2, della direttiva 2002/90/CE.

⁽²⁾ Queste sostanze erano precedentemente note con i numeri CAS 25154-52-3 e 104-40-5.

QUADRO NORMATIVO EUROPEO (2)

Negli anni 2024-2026 l'UE ha rafforzato il monitoraggio di contaminanti emergenti:

- definizione della metodologia europea per il monitoraggio delle **microplastiche** nelle acque potabili;
- maggiore attenzione ai **PFAS** ("forever chemicals");
- aggiornamento delle liste di inquinanti per acque superficiali e sotterranee, con inclusione di PFAS, prodotti farmaceutici, pesticidi, indicatori di resistenza antimicrobica e microplastiche.

Stato normativo UE (2026)	Sostanze
Watch List ufficiale DWD 2022/679	17-beta-estradiolo, Nonilfenolo
Parametri introdotti dalla Dir. 2020/2184	PFAS, Bisfenolo A, Clorato, Clorito ecc.
Atti successivi 2024-2026	Microplastiche
Probabili candidati a future Watch List	PFAS emergenti, farmaci, interferenti endocrini aggiuntivi

QUADRO NORMATIVO ITALIANO (1)

Recepimento italiano: Applicazione dei limiti dal 12/01/2026

DECRETO LEGISLATIVO 23 febbraio 2023, n. 18

Attuazione della direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2020, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano. (23G00025)

(GU n.55 del 6-3-2023)

- PFAS totale: 500 ng/L
- Somma 24 PFAS: 100 ng/L



DECRETO LEGISLATIVO 19 giugno 2025, n. 102

Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 23 febbraio 2023, n. 18, di attuazione della direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2020, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano. (25G00106)

(GU n.153 del 4-7-2025 - Suppl. Ordinario n. 24)

- Somma 4 PFAS (PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS): 20 ng/L
- Somma 30 PFAS: 100 ng/L
- TFA (acido trifluoroacetico): 10 µg/L dal 13/01/2027
- Bisfenolo A (BPA): 2,5 µg/L

QUADRO NORMATIVO ITALIANO (2)

LEGGE 30 dicembre 2025, n. 199.

Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2026 e bilancio pluriennale per il triennio 2026-2028.

622. I termini di cui all'articolo 24, commi 1 e 2, del decreto legislativo 23 febbraio 2023, n. 18, sono posticipati di sei mesi limitatamente al parametro « somma di 4 PFAS ».

623. Nelle more della decorrenza dei termini di cui al comma 622, le sole molecole ADV-N2, ADV-N3, ADV-N4, ADV-N5, ADV-M3, ADV-M4, di cui all'allegato III, parte B, del medesimo decreto legislativo n. 18 del 2023 non concorrono al rispetto del valore di parametro della « somma di PFAS ».

- Rinvio di 6 mesi dell'entrata in vigore del limite 20 ng/L per i 4 PFAS
- Fino alla nuova scadenza, le molecole:
 - ADV-N2
 - ADV-N3
 - ADV-N4
 - ADV-N5
 - ADV-M3
 - ADV-M4

non concorrono al rispetto del parametro "somma di PFAS".



13/07/2026

Principali contaminanti emergenti



PFAS

Composti artificiali resistenti al calore e all'acqua

Usi: rivestimenti antiaderenti, schiume antincendio, impermeabilizzanti



Farmaci

Acido salicilico, 17- β estradiolo: residui da escrezione e acque reflue



Acido trifluoroacetico (TFA)

Derivato di processi chimici, altamente persistente e diffuso

Bisfenolo A (BPA)

Utilizzato nella produzione di plastiche e resine

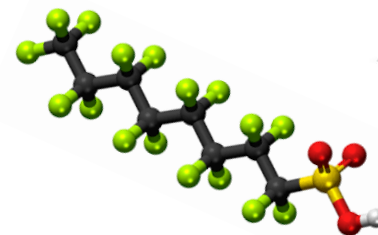


Micro e nanoparticelle

Residui di plastica e metalli da varie fonti

PFAS

Limite somma = 0,100 µg/L
Limite Somma 4 PFAS = 0,020 µg/L



Ampia famiglia di composti fluorurati sintetici caratterizzati da elevata stabilità chimica e termica

Caratteristiche

∞ Persistenza

💧 Mobilità

🧬 Bioaccumulo

🌍 Diffusione globale

Implicazioni

"Forever chemicals"

Diffusione nelle acque

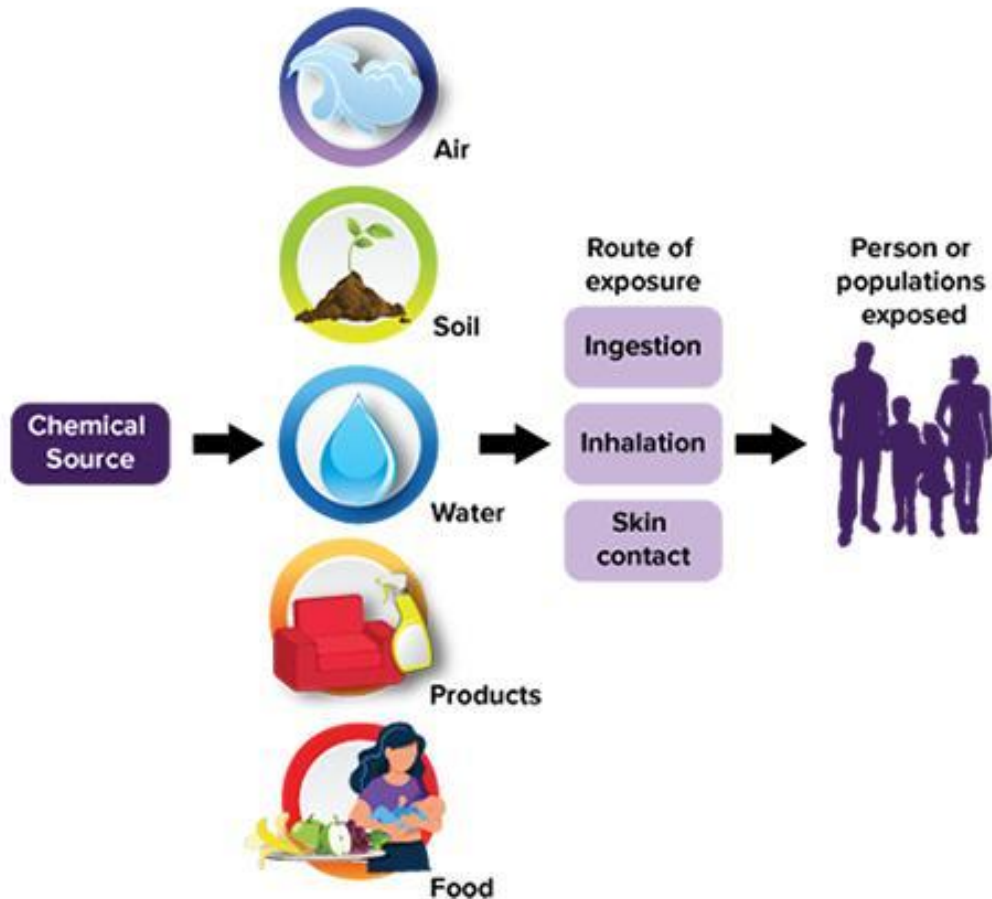
Accumulo negli organismi

Presenza in tutto il mondo

Fonti di contaminazione



Vie di esposizione



Effetti sulla salute

- alterazioni del sistema immunitario;
- effetti metabolici;
- possibili effetti sullo sviluppo e sulla riproduzione.

Elenco 30 PFAS

Per «**Somma di PFAS**» si intende la somma di tutte le **sostanze** per- e polifluoroalchiliche ritenute **preoccupanti** di cui all'allegato III, Parte B, punto 3 (**30** elencate **compresi** i loro **isomeri** ramificati e lineari).

1. acido perfluorobutanoico (PFBA)
2. acido perfluoropentanoico (PFPeA)
3. acido perfluoroesanoico (PFHxA)
4. acido perfluoroeptanoico (PFHpA)
5. acido perfluoroottanoico (PFOA)
6. acido perfluorononanoico (PFNA)
7. acido perfluorodecanoico (PFDA)
8. acido perfluorundecanoico (PFUnDA)
9. acido perfluorododecanoico (PFDoDA)
10. acido perfluorotridecanoico (PFTrDA)
11. acido perfluorobutanosolfonico (PFBS)
12. acido perfluoropentansolfonico (PFPeS)
13. acido perfluoroesansolfonico (PFHxS)
14. acido perfluoroeptansolfonico (PFHpS)
15. acido perfluoroottansolfonico (PFOS)
16. acido perfluoronansolfonico (PFNS)
17. acido perfluorodecansolfonico (PFDS)
18. acido perfluoroundecansolfonico (PFUnDS)
19. acido perfluorododecansolfonico (PFDoDS)
20. acido perfluorotridecansolfonico (PFTrDS)
21. acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptaffluoropropossi)propanoico (**HFPO-DA o GenX**)
22. acido dodecafluoro-3H-4,8-diossanonanoico (**ADONA**)
23. fluorotelomero solfonato (**6:2 FTS**)
24. acido difluoro{[2,2,4,5- tetrafluoro-5- (trifluorometossi)-1,3-diossolan-4-yl]ossi}acetico (**C6O4**)
25. MFS-N2 o CI-PFPECA (0,1) o ADV-N2
26. MFS-N3 o CI-PFPECA (0,2) o ADV-N3
27. MFS-N4 o CI-PFPECA (0,3) o ADV-N4
28. MFS-N5 o CI-PFPECA (0,4) o ADV-N5
29. MFS-M3 o CI-PFPECA (1,1) o ADV-M3
30. MFS-M4 o CI-PFPECA (1,2) o ADV-M4

GenX, ADONA, C6O4 e 6:2 FTS come sostituti dei composti storici

Veneto

L'area più nota è quella interessata dalla contaminazione storica associata allo stabilimento **Miteni di Trissino (Vicenza)**. Dopo la progressiva eliminazione di PFOA e PFOS, sono stati rilevati anche PFAS di nuova generazione, in particolare **GenX e C6O4**, nelle acque sotterranee e superficiali.

Piemonte

Nell'area di **Spinetta Marengo (Alessandria)**, dove è presente il polo fluorochimico Solvay (oggi Syensqo), sono stati riscontrati **C6O4, GenX** e altri PFAS sostitutivi nelle acque superficiali, nelle falde e nel bacino del Po. Il C6O4 è stato sviluppato proprio come sostituto del PFOA ed è stato rilevato nel fiume Po a valle delle aree industriali interessate.

ADONA è stato individuato soprattutto in contesti industriali legati alla produzione di fluoropolimeri ed è monitorato perché utilizzato come sostituto del PFOA. La sua inclusione è stata principalmente cautelativa e legata all'esperienza internazionale più che a grandi episodi di contaminazione diffusa documentati in Italia.

6:2 FTS è frequentemente associato all'uso di schiume antincendio e siti industriali; il suo inserimento deriva dalla crescente rilevanza ambientale e dalla sua presenza nei programmi di monitoraggio europei.

...e gli MFS?

MFS si riferisce a una **famiglia di nuovi composti fluorurati** recentemente identificati e monitorati in Italia, in particolare nel Piemonte.

Rappresentano una **nuova classe di PFAS** caratterizzati da una struttura chimica simile, ma con differenti pesi molecolari. Sono disponibili sia in forma acida sia in forma di sale sodico.

L'ARPA Piemonte, ha incluso i composti MFS nei programmi di monitoraggio delle acque e dell'aria, in particolare nelle zone industriali come il polo chimico di Spinetta Marengo. In queste aree, sono stati rilevati vari composti MFS, tra cui **MFS-M3, MFS-M4, MFS-N2, MFS-N3, MFS-N4 e MFS-N5**, sia in forma acida sia come sali sodici.

Laboratorio di Prevenzione MI

VALIDAZIONE
DEL METODO

Settembre 2024

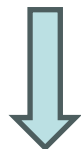
UNI EN 17892

LUGLIO 2024

Metodo normato

Qualità dell'acqua – Determinazione di determinate sostanze per e poli-fluoroalchiliche in acque potabili – Metodo mediante cromatografia liquida accoppiata alla spettrometria di massa tandem (LC-MS / MS)

Water quality – Determination of selected per- and polyfluoroalkyl substances in drinking water – Method using liquid chromatography/tandem-mass spectrometry (LC-MS/MS)

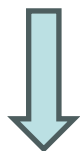


ACCREDIA
ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

Ottobre 2024



LC-MS/MS



MONITORAGGIO
REGIONALE

Da Ottobre 2024
ad oggi

Tutti i 24 PFAS del Decreto Lgs. 18/2023 sono inclusi nel nuovo metodo per iniezione diretta

$LOQ \leq 0,0015 \mu\text{g/l}$
per ciascun PFAS

Criticità del metodo

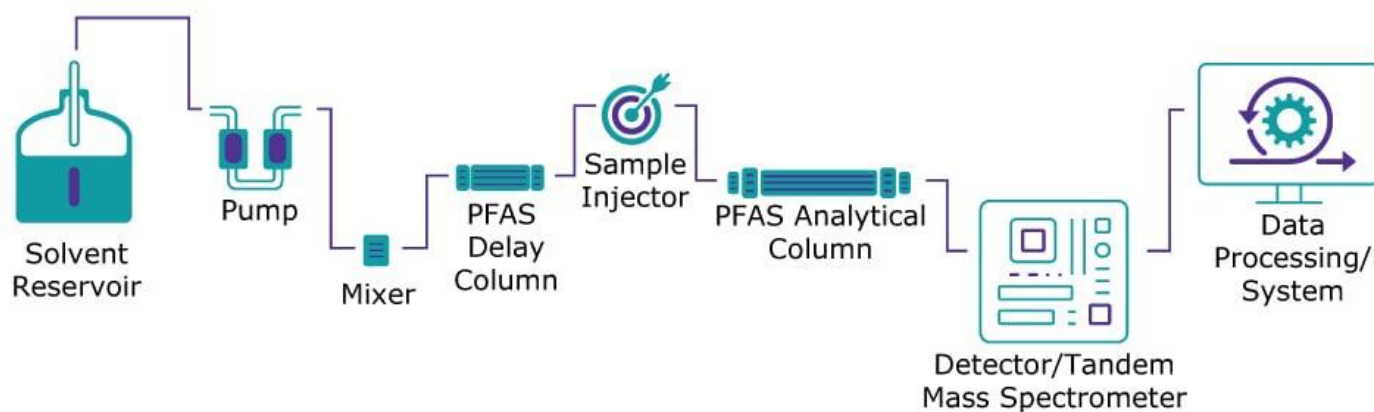
LA CONTAMINAZIONE DEI SOLVENTI:

i solventi usati per la cromatografia possono contenere quantità considerevoli di PFAS (in particolar modo del **PFBA e PFOS**), è necessario quindi scegliere solventi formulati per garantire un background ultra-basso di PFAS. Tali solventi sono sottoposti a test rigorosi per confermare la loro idoneità all'analisi dei PFAS tramite LC-MS, tuttavia in nessun prodotto sono completamente assenti (<LOQ del metodo del produttore)



Delay Column

Per eliminare questi problemi, vengono utilizzate delle ulteriori colonne cromatografiche installate a monte dell'autocampionatore che "ritardano" l'uscita di PFAS relativi al sistema e ai solventi, impedendo loro di interferire con l'analisi del campione.



LA CONTAMINAZIONE DEL SISTEMA HPLC:

A causa della loro inerzia, i PFAS sono utilizzati nelle tubazioni o in altre parti dei sistemi HPLC e a contatto con i liquidi possono essere rilasciati nella fase mobile e interferire con l'analisi del campione.

Questa contaminazione è particolarmente problematica quando si analizza a livello di tracce, come ad esempio a livello analisi in ppt (ng/L) di acque potabili perché può impedire l'identificazione e la quantificazione accurata di PFAS nei campioni.

MATERIALI PFAS FREE



Modalità di campionamento

5 Interferences

5.1 Sampling

Long chain PFAS (e.g. perfluoroalkyl carboxylic acids with $x \geq 7$ and perfluoroalkane sulfonic acids with $x \geq 6$; x being the number of perfluorinated C-atoms in the chain) may distribute to the water/vessel and water/air interfaces. These interferences depend on the geometry and material of the sample vessels and can be reduced by minimizing the sample surface, e.g. by using narrow vessels with a small surface area.

I PFAS a catena lunga tendono a distribuirsi sulla superficie del contenitore e sullo strato a contatto con aria

8 Sampling

Take samples as specified in ISO 5667-1, ISO 5667-3, ISO 5667-5.

Use only clean sampling vessels (7.1) for sampling and fill them as described in 9.1.2 for direct injection or as described in 9.2.2 for SPE enrichment.

Store the water sample at $(4 \pm 3) ^\circ\text{C}$ until it is processed, but no longer than 60 d. For longer storage the sample can be frozen and kept at $\leq -15 ^\circ\text{C}$ for at least 180 d [6].

Conservazione del campione:

- $4 \pm 3 ^\circ\text{C}$ per massimo 2 mesi
- $\leq 15^\circ\text{C}$ per massimo 6 mesi

9 Procedure

9.1 Part A: Method using direct injection

9.1.1 General

The samples are mixed with methanol, transferred to sample vials, spiked with internal standards and are then analysed by LC-MS/MS using one mass transition for quantification and a second mass transition for confirmation, if available.

9.1.2 Sampling

Water samples are collected in suitable sampling vessels (7.1). At least half of the vessel shall be left empty.

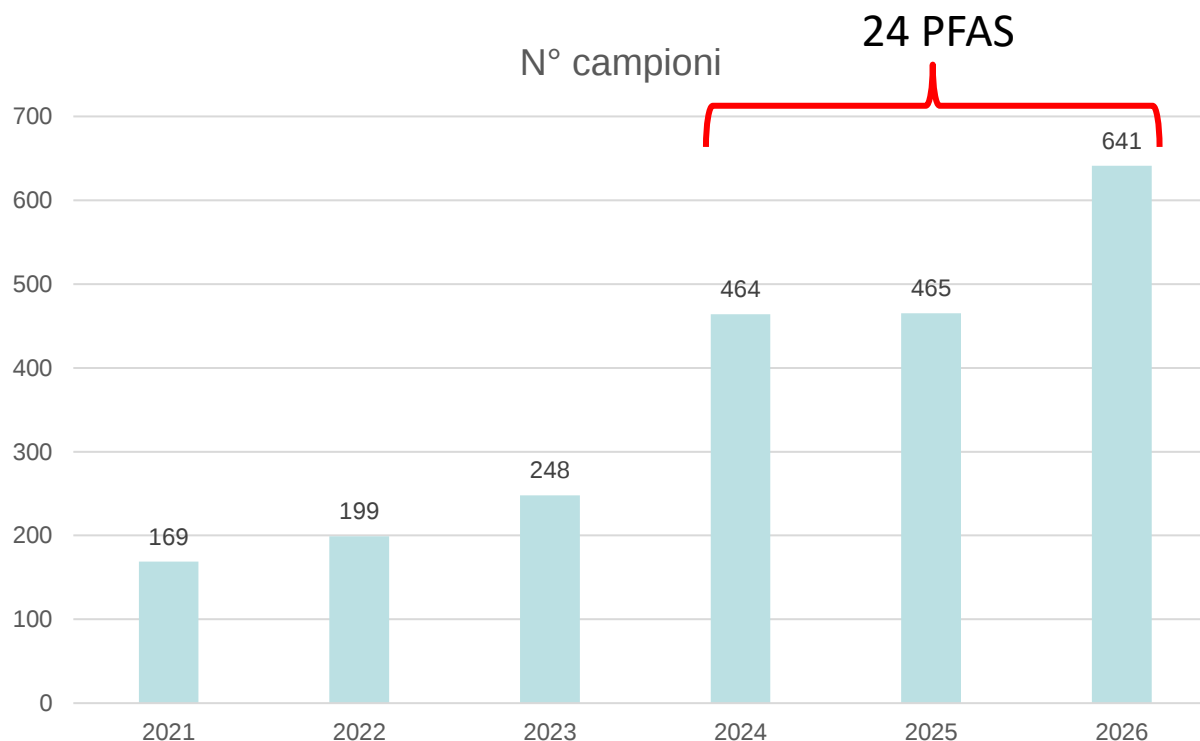
- il metodo suggerisce di utilizzare un contenitore più piccolo, ad esempio usando la Falcon in PP da 15 ml al posto di quella da 50 ml, per ridurre il diametro e quindi la superficie dell'acqua a contatto con l'aria;
- **la cosa fondamentale** è che, al momento dell'arrivo in reparto, al campione venga aggiunta una quantità di metanolo pari a quella dell'acqua campionata.

Nella pratica, quindi, è **importante PRELEVARE UNA QUANTITÀ D'ACQUA INFERIORE ALLA METÀ DEL RECIPIENTE**, così da ridurre la quantità di metanolo da usare ed evitare travasi in recipienti più grandi che potrebbero comportare il rischio di perdite e contaminazioni:

- usando una Falcon da **50** ml bisogna prelevare **20** ml
- usando una Falcon da **15** ml bisogna prelevare **5** ml

- Metanolo 30%: C1 - C7
- Metanolo 50%: C8 - C14
- Metanolo > 50% per catene fluorurate con C > 14

Monitoraggio PFAS del LP Milano

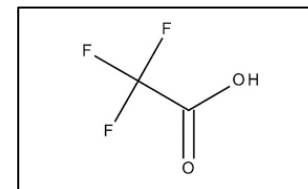


In corso: estensione del metodo per MFS/ADV

Estensione del metodo UNI EN 17892:2024 ai nuovi composti: messa a punto e validazione secondo ISO 17025

Acido trifluoroacetico (TFA)

Limite 10 µg/L



Caratteristiche

- **Formula chimica:** CF_3COOH
- Appartiene ai **PFAS a catena ultra corta (PFCA)**.
- È **altamente solubile, mobile e persistente**: non si degrada naturalmente e non è rimovibile con i normali trattamenti idrici.
- Si forma dalla **degradazione di oltre 2000 sostanze fluorurate**.
- È **ampiamente diffuso**: presente in acque meteoriche, sotterranee, superficiali e perfino oceaniche.



Fonti di contaminazione

1. Antropiche principali:

- Degradazione di refrigeranti di nuova generazione (HFO, HFC) → principale causa di accumulo globale.
- Pesticidi e biocidi → rilascio diffuso nei suoli e acque agricole.
- Processi industriali e di trattamento reflui → rilascio diretto o secondario di precursori.
- Discariche e inceneritori → rilascio da prodotti fluoropolimerici

2. Possibili fonti naturali (dibattute):

- Emissioni vulcaniche sottomarine, processi geogenici o idrotermali, ma senza prove conclusive

Effetti sulla salute

Studi in corso

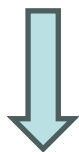
CURIOSITÀ: a bassa concentrazione, il TFA viene utilizzato come agente di accoppiamento ionico in cromatografia liquida (HPLC) di composti organici, in particolare peptidi e piccole proteine.

Metodo interno per TFA

ALLERTA AGOSTO 2025

**VALIDAZIONE
DEL METODO**

agosto 2025



LC-MS/MS

**MONITORAGGIO
REGIONALE**

settembre 2025



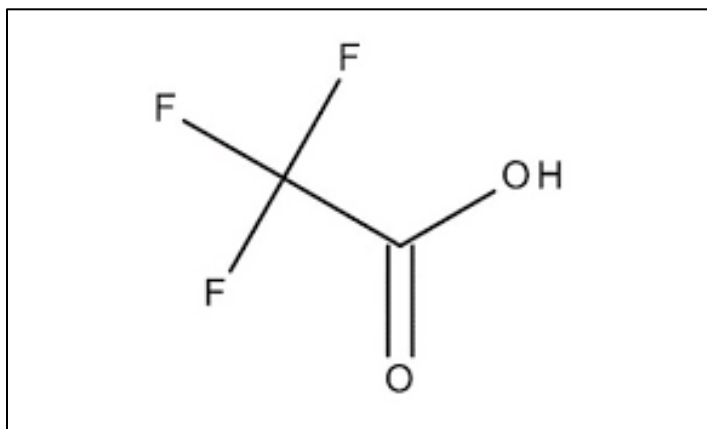
LOQ $\leq 2,5 \mu\text{g/l}$
($\leq 30\%$ del limite di $10 \mu\text{g/l}$)
Per iniezione diretta

CRITICITÀ: LA CONTAMINAZIONE DEI SOLVENTI

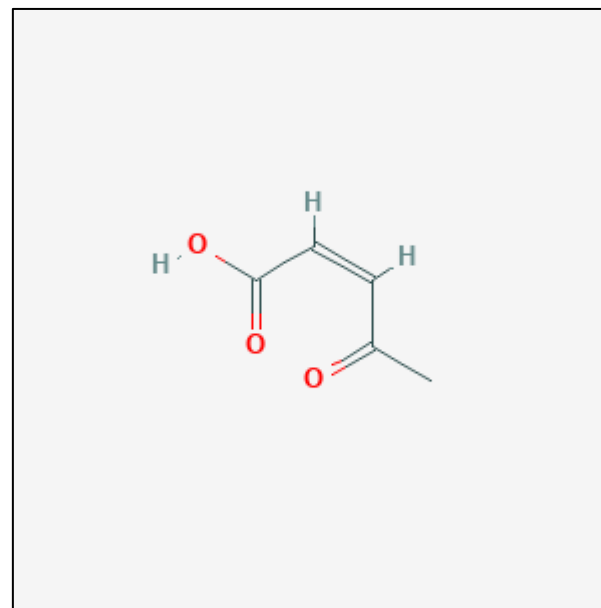
Vengono utilizzate delle ulteriori colonne cromatografiche installate a monte dell'autocampionatore che "ritardano" l'uscita del TFA relativo al sistema e ai solventi, impedendo alla contaminazione di interferire con l'analisi del campione

INTERFERENTE

Trifluoroacetic acid
(Peso Molecolare=114.10 g/mol)



Cis-acetyl acrylic acid
(Peso Molecolare=114.10 g/mol)

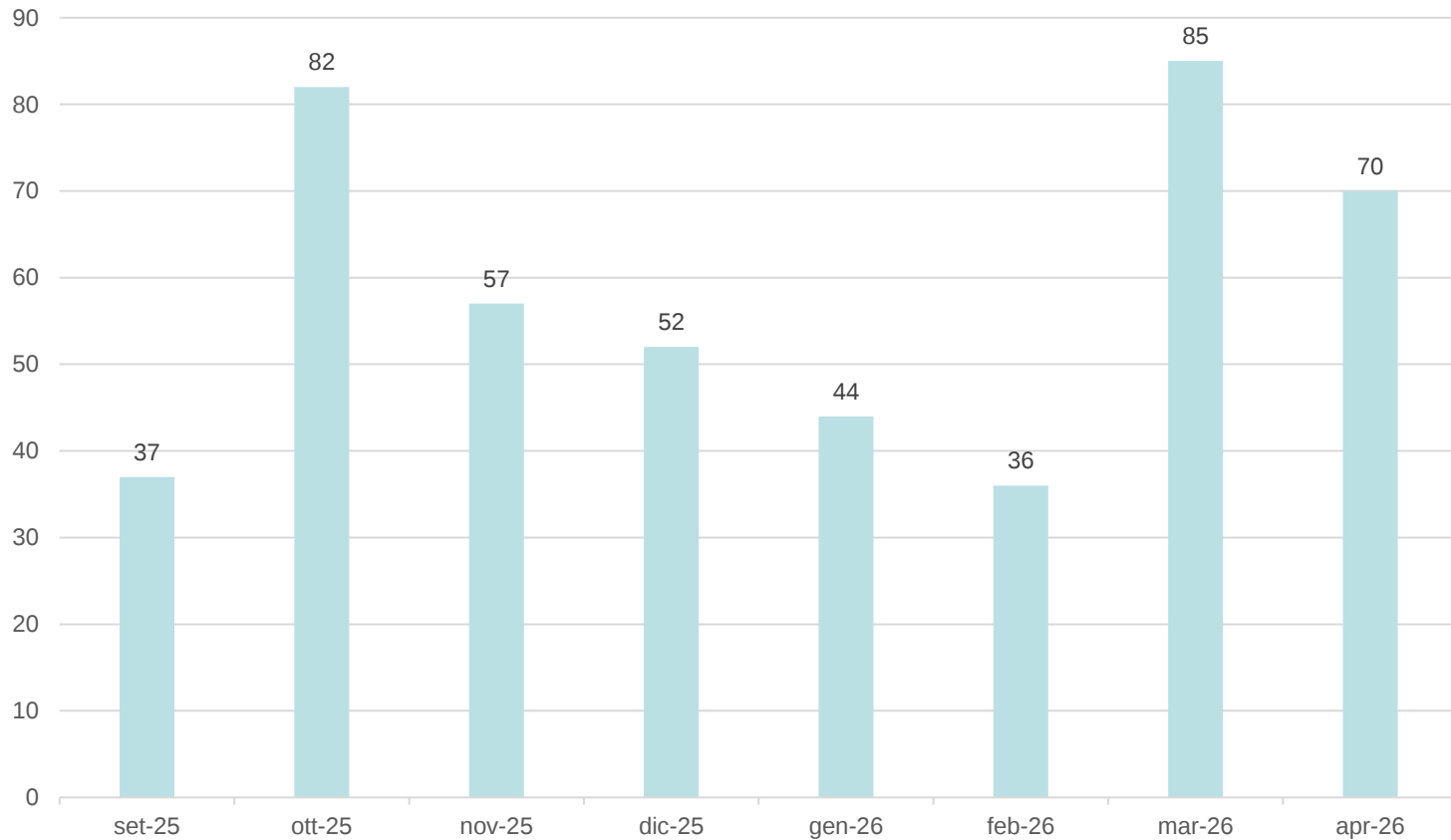


STESSO PESO MOLECOLARE!!!!

È noto principalmente come **intermedio metabolico** e composto studiato in ambito biochimico e microbiologico. In particolare è stato identificato come metabolita prodotto da alcuni ceppi di **Escherichia coli**

Monitoraggio TFA del LP Milano

n° campioni





Gruppo di Lavoro 2025-2026

Gestori acque
Laboratori pubblici
Laboratori di Ricerca
Istituto Superiore di Sanità

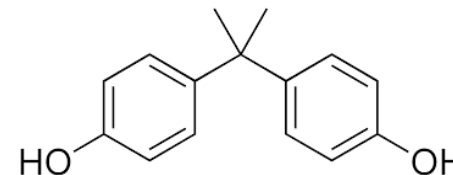
Revisione del documento
ISS.CBA.052



Tutti i PFAS, anche
ULTRA-CORTI
(TFA)

Bisfenolo A (BPA)

Limite 2,5 µg/L (nelle acque)



Il **bisfenolo A (BPA)** è una sostanza chimica usata prevalentemente in associazione con altre sostanze per produrre alcune **plastiche e resine**. Il BPA è contenuto ad esempio nel **policarbonato**, un tipo di plastica trasparente e rigida utilizzata per produrre erogatori di acqua, contenitori da stoccaggio e **bottiglie riutilizzabili per bevande**. La sostanza viene utilizzata anche per produrre resine epossidiche usate in **pellicole/rivestimenti** di lattine e in contenitori per bibite e alimenti.

Sostanze chimiche come il BPA utilizzate nei **recipienti** per alimenti possono **migrare** in piccole quantità negli alimenti e bevande in essi contenuti. Ecco perché gli esperti scientifici dell'EFSA ne rivedono periodicamente la sicurezza, alla luce di nuovi dati.

ALTRO QUADRO NORMATIVO EUROPEO

2024: la Commissione europea ha introdotto il divieto di usare il bisfenolo A (BPA) nei materiali a contatto con gli alimenti, alla luce dell'ultima valutazione del rischio eseguita dall'EFSA.

2020: l'impiego del BPA è inoltre vietato negli scontrini di carta termica

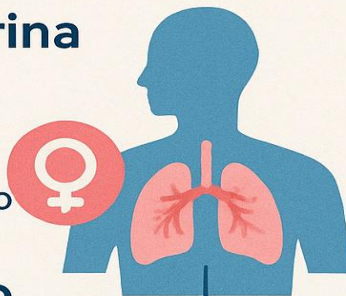
2018 (settembre): è vietato l'uso del BPA nelle bottiglie di plastica e nelle confezioni contenenti alimenti per neonati e bambini di età inferiore a tre anni.

2018 (febbraio): l'UE ha introdotto limiti più severi sul contenuto di BPA nei materiali a contatto con gli alimenti. Tali limiti sono stati ricavati dalla soglia giornaliera temporanea tollerabile stabilita dall'EFSA nel 2015.

2011: la Commissione europea ha vietato l'uso del BPA per la produzione dei biberon in policarbonato.

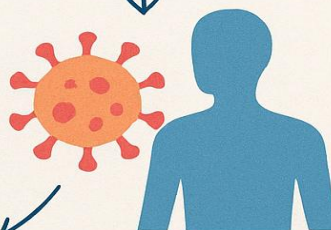
Interferenza endocrina

agisce come un perturbatore endocrino, mimando l'azione degli estrogeni e alterando l'equilibrio ormonale del corpo



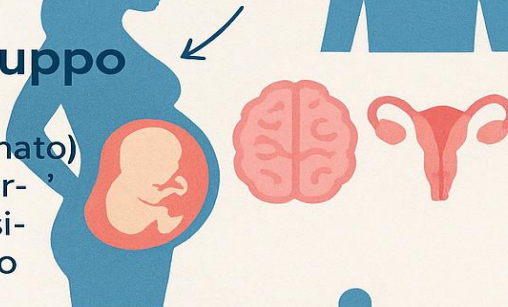
Sistema immunitario

studi recenti hanno suggerito che il BPA possa danneggiare il sistema immunitario anche a basse dosi



Effetti sullo sviluppo

l'esposizione durante lo sviluppo (feto e neonato) è considerata particolarmente critica, con possibili effetti sullo sviluppo cerebrale e il sistema riproduttivo



Altri potenziali effetti

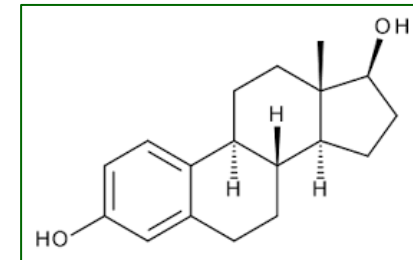
alcuni studi hanno collegato l'esposizione a obesità, diabete e problemi cardiovascolari



Effetti sulla salute

17- β - estradiolo

Valore indicativo 1 ng/L (nelle acque)



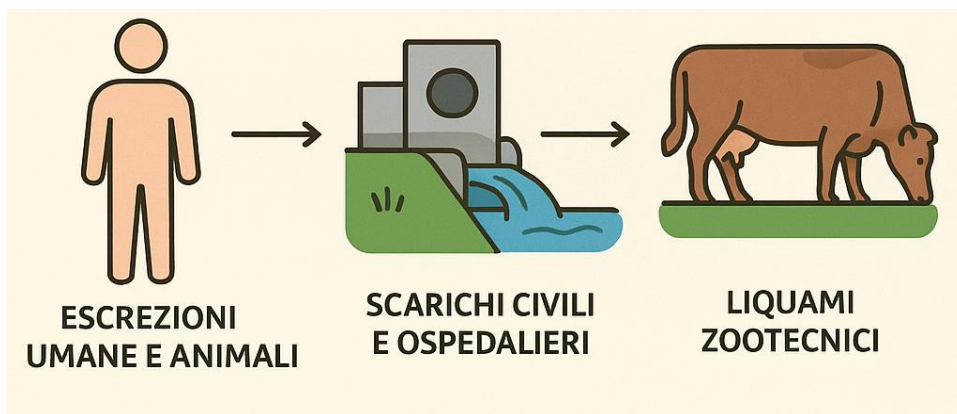
Il **17- β -estradiolo (E2)** è considerato un contaminante emergente perché, pur essendo un **ormone naturale** prodotto dal corpo umano e da altri vertebrati, può avere effetti dannosi sull'ambiente acquatico anche a concentrazioni molto basse. È un ormone steroideo della famiglia degli estrogeni, prodotto principalmente dalle ovaie nelle femmine, ma anche in piccole quantità nei maschi (nei testicoli e nel surrene). È responsabile della regolazione del ciclo mestruale, dello sviluppo dei caratteri sessuali secondari e di molte funzioni metaboliche.

Fonti di contaminazione

Il 17- β -estradiolo entra nell'ambiente principalmente attraverso:

- Escrezioni umane e animali → viene eliminato con urine e feci.
- Scarichi civili e ospedalieri → gli impianti di depurazione spesso non riescono a rimuoverlo completamente.
- Liquami zootecnici → l'uso di reflui animali come fertilizzanti può portare l'ormone nel suolo e poi nelle acque superficiali o sotterranee.

Poiché è bioattivo anche a concentrazioni di ng/L, può interferire con la fisiologia degli organismi acquatici.



EFFETTI SULL'AMBIENTE



**INTERFERENZA
ENDOCRINA**



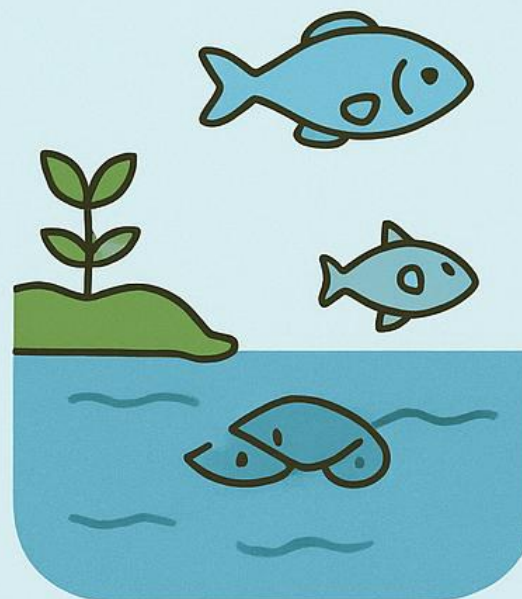
**FEMMINILIZZAZIONE
DEI PESCI MASCHI**



**ALTERAZIONI
RIPRODUTTIVE**



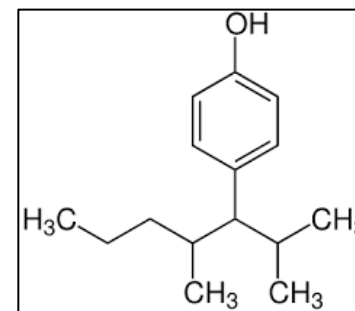
**ACCUMULO NEI
SEDIMENTI**



BIOACCUMULO

Nonilfenolo

Valore indicativo 300 ng/L (nelle acque)



Il **nonilfenolo (NP)** è considerato un contaminante emergente perché è una sostanza chimica persistente, tossica e capace di interferire con il sistema endocrino degli organismi viventi — ma non era inizialmente riconosciuto come pericoloso. Solo negli ultimi anni, grazie a studi ambientali e tossicologici più approfonditi, la sua presenza e i suoi effetti sono diventati una preoccupazione crescente.

Il nonilfenolo è un composto organico appartenente alla famiglia dei alchilfenoli. È usato come **intermedio chimico nella produzione di nonilfenolo etossilati (NPE)** — tensioattivi molto utilizzati in detersivi, prodotti industriali e agricoli.

Fonti di contaminazione

1. Degradazione dei nonilfenolo etossilati (NPE):

- Gli NPE si trovano in **detergenti industriali, prodotti per la pulizia, tessili e cosmetici**.
- Nei depuratori e nell'ambiente, si degradano **parzialmente** formando **nonilfenolo**, che è **più tossico e meno biodegradabile**.

2. Scarichi industriali: provenienti da industrie tessili, chimiche, cartarie e metallurgiche.

3. Acque reflue urbane e fanghi di depurazione: gli impianti di trattamento **non eliminano completamente** il nonilfenolo, che può finire:

- nelle **acque superficiali e sotterranee**,
- o nei **terreni**, quando i fanghi sono usati come fertilizzanti.



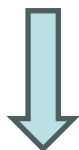
Effetti sulla salute e sull'ambiente

- **Interferente endocrino:** imita gli estrogeni naturali, alterando il sistema ormonale di pesci, anfibi e mammiferi.
- **Persistente e bioaccumulabile:** si degrada lentamente e può accumularsi nei sedimenti e negli organismi acquatici.
- **Effetti ecotossicologici:** femminilizzazione dei pesci maschi, riduzione della fertilità, alterazioni dello sviluppo e del comportamento.

Metodo interno per BPA, Estradiolo e Nonilfenolo

SVILUPPO DEL
METODO

Marzo 2026



VALIDAZIONE

In corso,
termine entro
giugno 2026



LC-MS/MS

LOQ

$\leq 0,75 \mu\text{g/l}$ per BPA (DLgs 102/2025 LOQ $\leq 30\%$ del limite di $2,5 \mu\text{g/l}$)

$\leq 0,001 \mu\text{g/l}$ per 17- β -estradiolo (Decisione EU 679/2022)

$\leq 0,300 \mu\text{g/l}$ per nonilfenolo (Decisione EU 679/2022)

Per iniezione diretta

CONCLUSIONI

Il laboratorio come sentinella della salute pubblica



Monitoraggio precoce dei contaminanti emergenti

L'identificazione tempestiva di sostanze emergenti consente di intercettare potenziali rischi prima che possano tradursi in impatti significativi sulla popolazione.



Metodi analitici avanzati e affidabili

L'impiego di tecniche ad alta sensibilità, come la LC-MS/MS, permette di rilevare contaminanti a livelli di traccia garantendo qualità, accuratezza e robustezza del dato.



Supporto alle decisioni di prevenzione

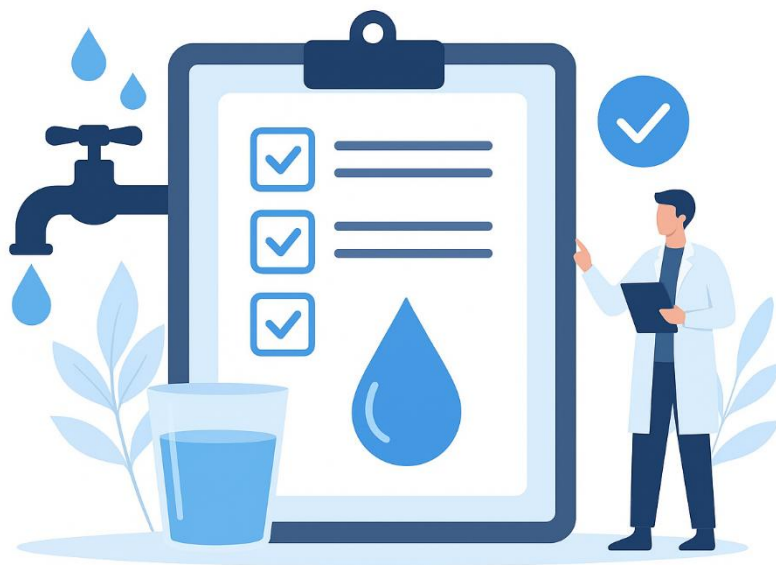
Le informazioni prodotte dal laboratorio rappresentano uno strumento essenziale per la valutazione del rischio e per l'adozione di misure di controllo basate su evidenze scientifiche.



Preparazione alle future sfide ambientali e sanitarie

L'evoluzione continua dei contaminanti emergenti richiede capacità di adattamento, sviluppo di nuove metodiche e rafforzamento della sorveglianza per rispondere alle future esigenze di tutela della salute.

Grazie per l'attenzione



Il dato analitico non rappresenta il punto di arrivo dell'attività di laboratorio, ma il punto di partenza per le azioni di prevenzione e tutela della salute pubblica.