

Un approccio integrato per la gestione
efficace dei rischi di inquinamento delle acque
da contaminanti emergenti



Perfluorinated compounds
HOlistic ENvironmental
Interinstitutional eXperience

Prevenire, Garantire, Promuovere

Progetto LIFE PHOENIX

lifephoenix.eu

ENTE COORDINATORE



REGIONE DEL VENETO

PARTNER ASSOCIATI



REGIONE DEL VENETO
AZIENDA
Z E R O



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



WITH THE CONTRIBUTION OF THE LIFE FINANCIAL
INSTRUMENT OF THE EUROPEAN UNION
LIFE16ENV/IT/000488 - LIFE PHOENIX

This publication reflects only the author's view and the European Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

LIFE PHOENIX: analisi di PFAS in acque e terreni

F. Zanon – M. Prenzato – C. Cecchinato

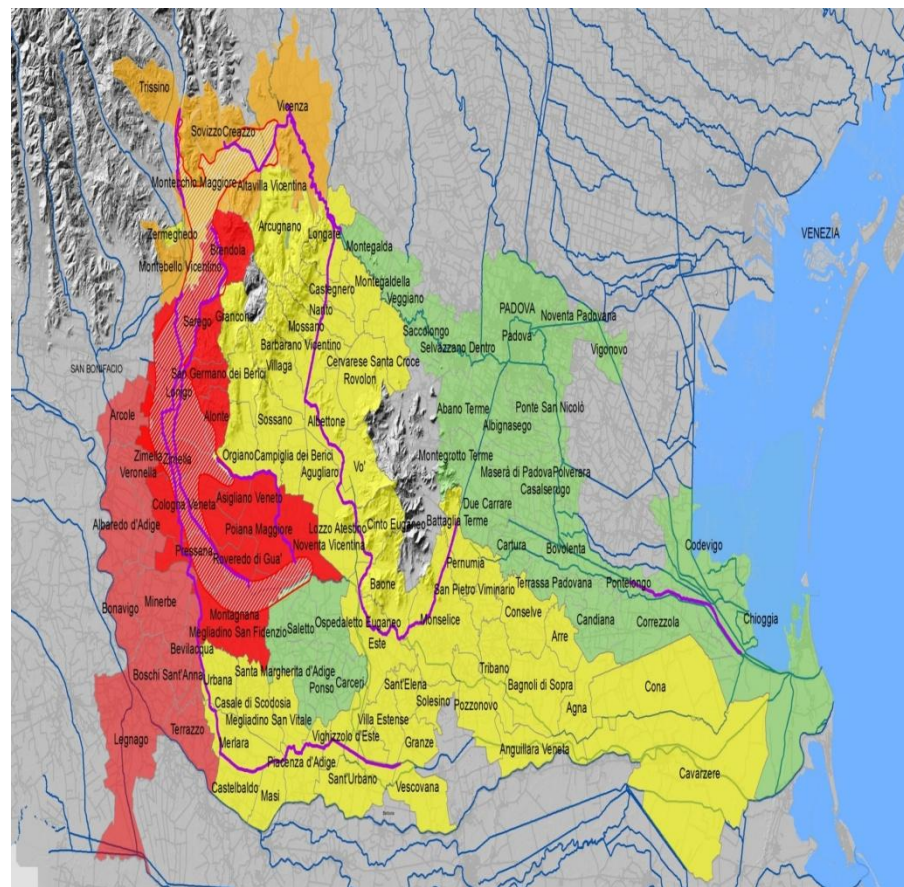
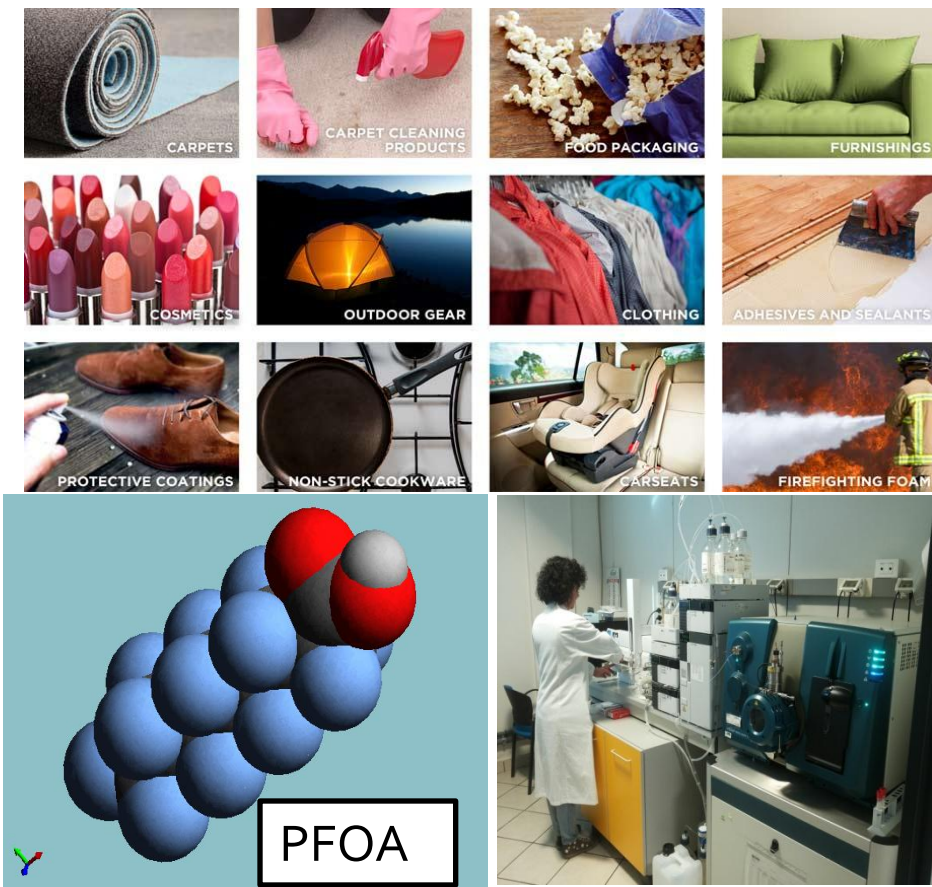
Laboratorio Veneto EST - VENEZIA

Venezia, 6 ottobre 2020



WITH THE CONTRIBUTION OF THE LIFE FINANCIAL
INSTRUMENT OF THE EUROPEAN UNION
LIFE16ENV/IT/000488 - LIFE PHOENIX

PFAS catena corta:
PFC**As C ≤ 7** e **PF**S**As C ≤ 5**



<https://www.sixclasses.org/>

Elenco dei PFAS analizzati nel 2017

denominazione	abbreviazione	CAS n
acido perfluoro n-butanoico	PFBA	375-22-4
acido perfluoro n-pentanoico	PFPeA	2706-90-3
acido perfluoro n-esanoico	PFHxA	307-24-4
acido perfluoro n-eptanoico	PFHpA	375-85-9
acido perfluoro n-ottanoico	PFOA	335-67-1
acido perfluoro n-nonanoico	PFNA	375-95-1
acido perfluoro n-decanoico	PFDeA	335-76-2
acido perfluoro n-undecanoico	PFUnA	2058-94-8
acido perfluoro n-dodecanoico	PFDoA	307-55-1
acido perfluoro n-butansolfonico	PFBS	375-73-5
acido perfluoro n-esansolfonico	PFHxS	355-46-4
acido perfluoro n-ottansolfonico	PFOS	1763-23-1

9 acidi
perfluoro
alchil-
carbossilici

3 perfluoro
alchil-solfonici

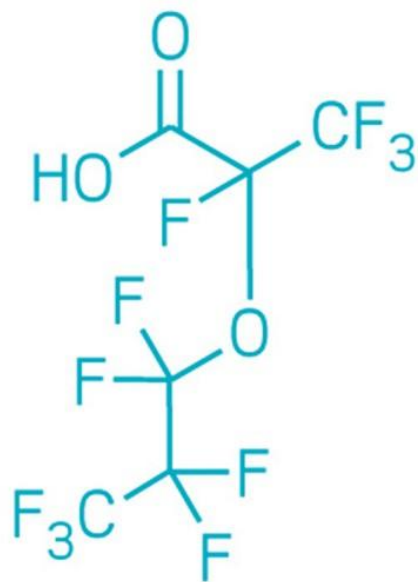
HFPO-DA

acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptafluoropropossi)propanoico

e il relativo sale ammonico (CAS 62037-80-3)

SALE AMMONICO = FDR 902

FORMA ACIDA = FDR 903

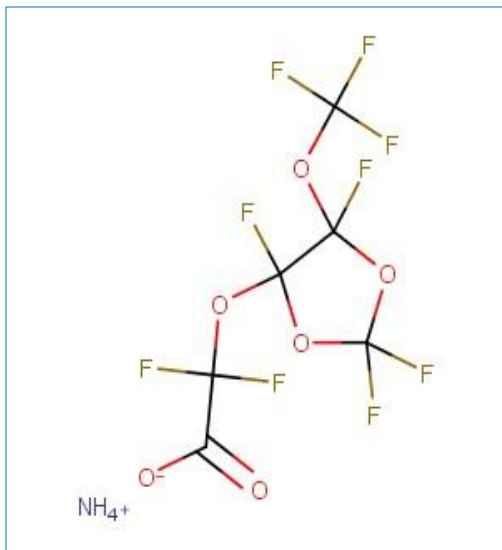


**Hexafluoropropylene
oxide dimer acid,
HFPO-DA, CAS 13252-13-6**

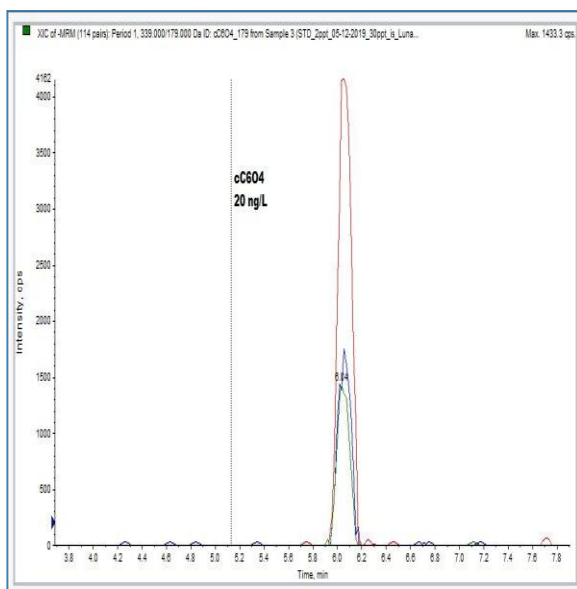
Il sale ammonico è utilizzato al posto dello PFOA nella produzione di polimeri fluorurati nel processo denominato **GEN-X**, messo a punto dalla società DuPont® che ha cominciato a utilizzarlo negli USA dal 2005.

cC6O4

(CAS 1190931-27-1)



- Molecola disegnata e prodotta per sostituire PFOA
- Più piccola di PFOA, è un etere ciclico con soli **5 atomi di carbonio fluorurati** e quindi può essere assimilata alla classe dei PFAS a catena corta.



FLUOROTELOMERI



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente



arpav

4:2-FTS (4:2-FluoroTelomerSulfonate);
6:2-FTS (6:2-FluoroTelomerSulfonate);
8:2-FTS (8:2-FluoroTelomerSulfonate);
HFPO-DA (Perfluoro 2-Propoxy-Propanoic Acid);

I **fluorotelomeri** sono sostanze con una parte di molecola perfluorurata. Una volta rilasciati nell'ambiente possono dare luogo alla formazione di acidi perfluorocarbossilici (PFOA, PFNA, etc.).

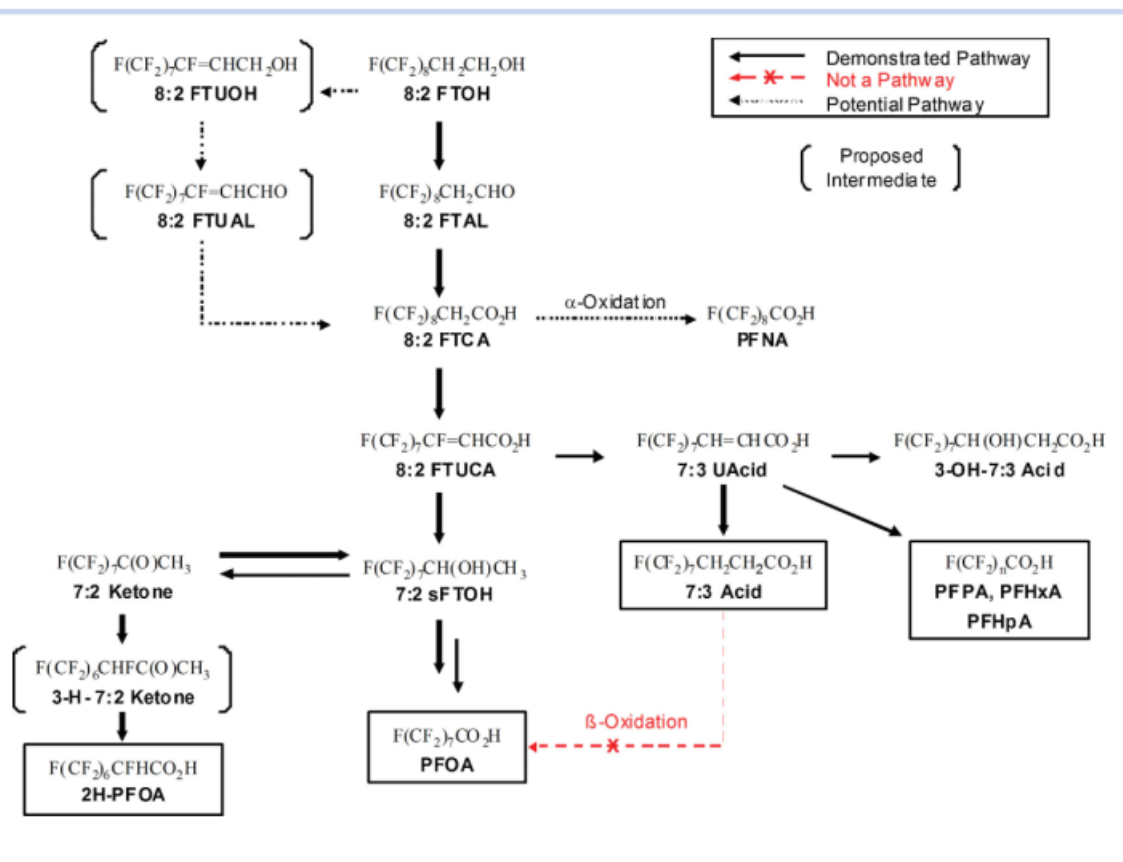


Figure 5. Aerobic biotransformation pathways for 8:2 fluorotelomer alcohol (8:2 FTOH). Adapted from Wang et al. (2009).

Figura tratta da: Integr Environ Assess Manag 7, 2011—RC Buck et al.



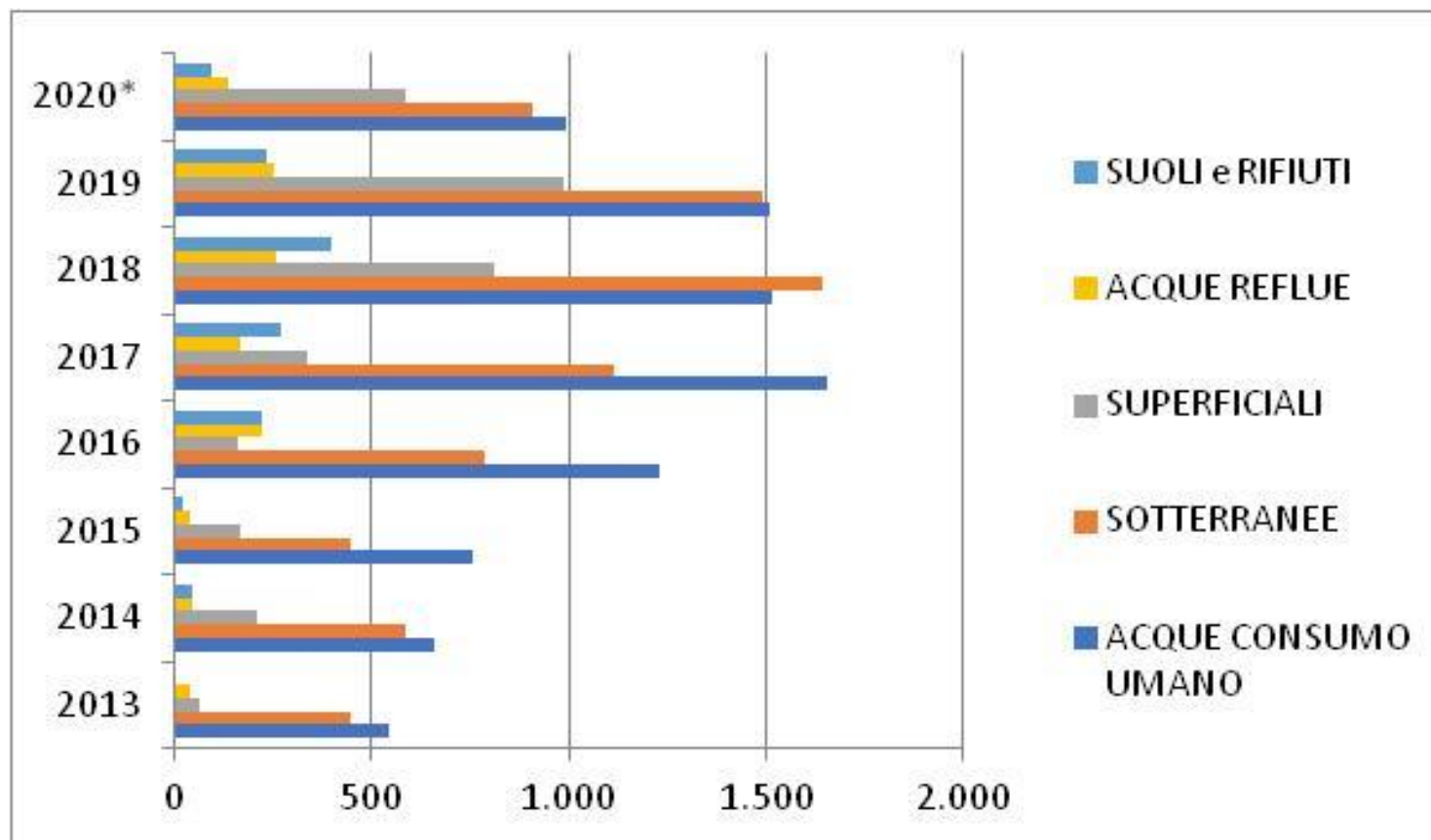
WITH THE CONTRIBUTION OF THE LIFE FINANCIAL
INSTRUMENT OF THE EUROPEAN UNION
LIFE16ENV/IT/000488 - LIFE PHOENIX

n° campioni analizzati dai Laboratori ARPAV 2013 - 2020

MATRICE	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*	TOTALE
ACQUE CONSUMO UMANO	540	658	755	1.231	1.653	1.514	1.507	992	8.850
ALIMENTI		12	18	194	450	137	9		820
SOTTERRANEE	443	583	447	785	1.116	1.641	1.490	910	7.415
SUPERFICIALI	62	209	168	160	338	809	986	583	3.315
ACQUE REFLUE	36	47	40	220	167	256	252	138	1.156
SUOLI e RIFIUTI		42	23	221	267	399	230	94	1.276
ACQUEMARE e LAGUNA		4		41	7	21	114	58	245
VARIE	17	3	4	6	99	167	143	26	465
TOTALE ANNUO	1.098	1.558	1.455	2.858	4.097	4.944	4.731	2.801	
									23.542
SIERI**					8.471	17.596	17.187	5.974	49.228
*dati aggiornati al 30 settembre 2020									
**dati aggiornati al 31 agosto 2020									

n° campioni 2013 – 2020

(principali tipologie sieri esclusi)



*dati aggiornati al 30 settembre 2020



Valori di Riferimento: Acque consumo umano

2014

Parere **ISS prot. n. 1584** del 16/01/2014 - nota Min. Salute n. 2565 del 29.01.2014 indica "limiti di performance (obiettivo): PFOS 30 ng/L, PFOA, 500 ng/L, altri PFAS 500 ng/L.

2017

In Regione Veneto **DGRV 1590/2017**: somma **PFOS + PFOA < 90 ng/L**; somma altri PFAS < **300 ng/L**. Per zona rossa **DGRV 1591/2017** somma **PFOS + PFOA < 40 ng/L**.

2019

Parere **ISS n. 13637/2019** trasmesso con nota **Min. Salute n. 21454 del 12/07/2019** indicando :

1. **GenX e C6O4** ricompresi **nella somma di altri PFAS < 0.5 microg/L** e **singolo parametro < 0.1 microg/L** sulla base della proposta di direttiva comunitaria.
2. **La rappresentanza italiana propone valori più stringenti: PFOS < 0.065 microg/L; PFOA < 0.030 microg/L** e **somma < 0.1 microg/L**



Consiglio
dell'Unione europea

**Bruxelles, 24 febbraio 2020
(OR. en)**

**Fascicolo interistituzionale:
2017/0332(COD)**

**6060/1/20
REV 1**

**ENV 78
SAN 48
CONSOM 25
CODEC 109**

NOTA PUNTO "I/A"

Origine:	Segretariato generale del Consiglio
Destinatario:	Comitato dei rappresentanti permanenti/Consiglio
n. doc. prec.:	5813/20
n. doc. Comm.:	5846/18 - COM(2017) 753 final + ADD 1
Oggetto:	Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano (rifusione) - Accordo politico

PROPOSTA di Direttiva EU 24 febbraio 2020 per la qualità delle acque destinate al consumo umano

Allegato I PARTE B Parametri chimici

PFASs - Total	0,50 µg/L	Per "PFAS - totale" si intende la totalità delle sostanze per- e polifluoro alchiliche. Tale valore si applica esclusivamente dopo l'elaborazione di orientamenti tecnici per il controllo di tale parametro in conformità dell'articolo 13, paragrafo 7. Gli Stati membri possono quindi decidere di utilizzare uno o entrambi i parametri "PFAS - totale" o "Somma di PFAS"
Sum of PFASs *	0,10 µg/L	Per "somma di PFAS" si intende la somma di tutte le sostanze per- e polifluoro alchiliche ritenute preoccupanti per le acque destinate al consumo umano di cui all'allegato III, parte B, punto 3. Si tratta di un sottoinsieme di sostanze PFAS – totale contenenti un gruppo perfluoroalchilico con tre o più atomi di carbonio (vale a dire – CnF2n–, n ≥ 3) o un perfluoroalchiliche del tipo CnF2n– con n ≥ 3 o perfluoroalchiliteri con 2 o più C del tipo –CnF2nOCmF2m–, n e m ≥ 1

*Le seguenti sostanze rilevanti da analizzare sono: Perfluorobutanoic acid (PFBA) - Perfluoropentanoic acid (PFPA) - Perfluorohexanoic acid (PFHxA) - Perfluoroheptanoic acid (PFHpA) - Perfluorooctanoic acid (PFOA) - Perfluorononanoic acid (PFNA) - Perfluorodecanoic acid (PFDA) - Perfluoroundecanoic acid (PFUnDA) - Perfluorododecanoic acid (PFDoDA) - Perfluorotridecanoic acid (PFTTrDA) - Perfluorobutanesulfonic acid (PFBS) - Perfluoropentanesulfonic acid (PFPS) - Perfluorohexanesulfonic acid (PFHxS) - Perfluoroheptane sulfonic acid (PFHpS) - Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) - Perfluorononane sulfonic acid (PFNS) - Perfluorodecane sulfonic acid (PFDS) - Perfluoroundecane sulfonic acid - Perfluorododecane sulfonic acid - Perfluorotridecane sulfonic acid

SCIENTIFIC OPINION



ADOPTED: 9 July 2020

doi: 10.2903/j.efsa.2020.6223

Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food

TWI (tolerable weekly intake) somma **PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS**
pari a **4.4 ng/kg bw**

La precedente Scientific Opinion del 2018 stabiliva **TWI PFOA 6 ng/kg bw** e
TWI PFOS 150 ng/kg bw

LIMITI "AMBIENTALI " PARERI ISS

2015

Bonifiche: parere ISS prot. n. 18668 del 23/06/2015 definisce i seguenti **valori**

CSC PFOA bonifiche suoli e acque sotterranee:

acque sotterranee 0.5 µg/L;

suoli ad uso verde 0.5 mg/kg

suoli uso industriale 5 mg/kg

2016

Scarichi Provincia di Vicenza Parere ISS prot. 9818/2016 (nota MATTM prot. 8584/2016) per scarichi nei corpi idrici valori limiti di performance: PFOS 0.03 microg/L; per PFOA, PFBA e PFBS 0.5 microg/L , altri PFAS 500 ng/L

2018

Parere ISS prot. 7213/2018 reso al NOE – CC e da questo trasmesso alla Regione del Veneto (06.04.2018) contenente **CSC per acque e suolo** ridefinendo per i suoli i limiti PFOA e introducendo limiti per nuovi composti quali i **benzotrifluoruri**

NORME "AMBIENTALI"

- ❖ **D. Lgs. n. 172/2015** in attuazione della Dir. 2013/39/UE ha introdotto Standard di Qualità (SQ) per 6 PFAS nelle **acque superficiali** (dal 22.12.2018)
- ❖ **DM 06 luglio 2016** in attuazione della Dir. 2014/80/UE ha introdotto Standard di Qualità per alcuni (4) PFAS nelle **acque sotterranee**
- ❖ **Regolamento (UE) 2019/1021** del 20/06/2019 relativo agli inquinanti organici persistenti. ALLEGATO IV di cui all'art. 7 specifico per i **RIFIUTI** fissa per **PFOS** e suoi derivati un limite di **50 mg/kg**

Ad oggi non sono definiti a livello nazionale/comunitario limiti per scarichi idrici ed emissioni in atmosfera

Acque SUPERFICIALI

D. Lgs. n. 172/2015

Sostanza	tabella	Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo		Standard di qualità ambientale espresso come concentrazione massima ammissibile		Standard di qualità ambientale
		Acque superficiali interne (fiumi e laghi)	Altre acque di superficie	Acque superficiali interne (fiumi e laghi)	Altre acque di superficie	biota
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/kg
PFOS	1/A	0.00065	0.00013	36	7.2	9.1
PFBA	1/B	7	1.4	-	-	-
PFPeA	1/B	3	0.6	-	-	-
PFHxA	1/B	1	0.2	-	-	-
PFBS	1/B	3	0.6	-	-	-
PFOA	1/B	0.1	0.02	-	-	-

Acque SOTTERRANEE

Decreto MATTM 06 luglio 2016

Tabella 3- Valori soglia da considerare per la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee

PARAMETRO	Numero Chemical Abstracts Service (CAS)	VALORI SOGLIA ($\mu\text{g L}^{-1}$)	VALORI SOGLIA* ($\mu\text{g L}^{-1}$) (interazione acque superficiali)
COMPOSTI PERFLUORURATI			
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	2706-90-3	3	
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	307-24-4	1	
Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)	375-73-5	3	
Acido perfluorooctanoico (PFOA)	335-67-1	0,5	0,1
Acido perfluorooctansolfonico (PFOS)	1763-23-1	0,03	$6,5 \times 10^{-4}$

LOQ acque naturali

Per 12 PFAS $C_nF_{2n-1}COOH$ e $C_nF_{2n-1}SO_3H$:

Iniezione Diretta **LOQ = 5 ng/L**

PFOS:

1. SPE on line **acque interne** ai sensi del D. Lgs. 172/2015 **LOQ= 0.2 ng/L**
2. SPE on line **acque marine e lagunari** ai sensi del D. Lgs. 172/2015 **LOQ= 0.04 ng/L**



LOQ 5 ng/L
0.5 g in 2.500.000 L x 40 vasche
= 100.000.000 L

Metodi di analisi PFAS

- ❖ **Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052** Composti perfluoroalchilici: metodo LC-MSMS (iniezione diretta o SPE on-line) per Acque Naturali non salate
 - ❖ **ISO 21675:2019(en)** Water quality — Determination of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in water — Method using solid phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) per Acque di mare
 - ❖ **Metodo ASTM D7979-19** per Acque di scarico (2019)
 - ❖ **Metodo ASTM D7968-17a** per Terreni (2017)
- ❖ **Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.051** Composti perfluoroalchilici: metodo LC-HRMS (iniezione diretta o SPE on-line)
 - ❖ **Metodo EPA 537.1 2020** Determination of selected Per- and Poly fluorinated alkyl substances in drinking water by solid phase extraction and liquid chromatography/tandem mass spectrometry;

INTERCONFRONTI TRA LABORATORI



BIPEA acque superficiali e acque di scarico

LGC AQUACHECK acque per consumo umano

1° Esercizio Interlaboratorio matrice Biota ARPA / CNR



Strumentazione: HPLC massa triploQ

1. Iniezione del campione liquido e separazione cromatografica



2. le molecole separate vengono introdotte nella sorgente



3. Qui vengono trasformate in ioni molecolari in fase gassosa

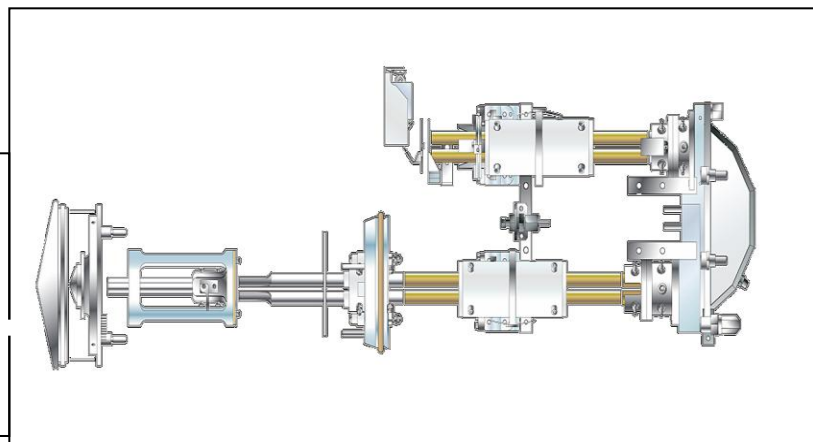
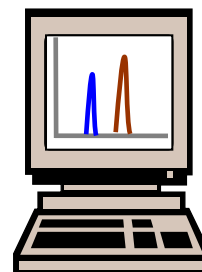
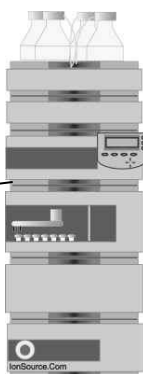


4. Gli ioni sottoposti ad un campo elettrico percorrono traiettorie oscillanti in base a m/z



5. Gli ioni sono quindi selezionati e frammentati nei quadrupoli

6. Gli ioni vengono rilevati e il segnale dato dal rapporto massa/carica viene registrato



Metodo Acque - INIEZIONE DIRETTA

Condizioni cromatografiche

Colonna analitica Luna PS Omega C18 5 μ m 150 x 4.6 m; Eluizione a gradiente:

CH₃CN/MeOH 80:20

acetato di ammonio 2 mM

Flusso: 1 mL/min

Volume iniezione: da 100 μ L a 500 μ L

Temperatura colonna: 40 gradi °C

corsa 25 min

Colonna pre-iniettore Xterra MS C18 3.5 μ m 2.1 x 5 mm

Spettrometro di massa

Ab Sciex Triple Quad 6500

Ion Spray ESI –

Sorgente T = 350 °C

Multiple Reaction Monitoring (MRM)

Taratura con standard interni marcati

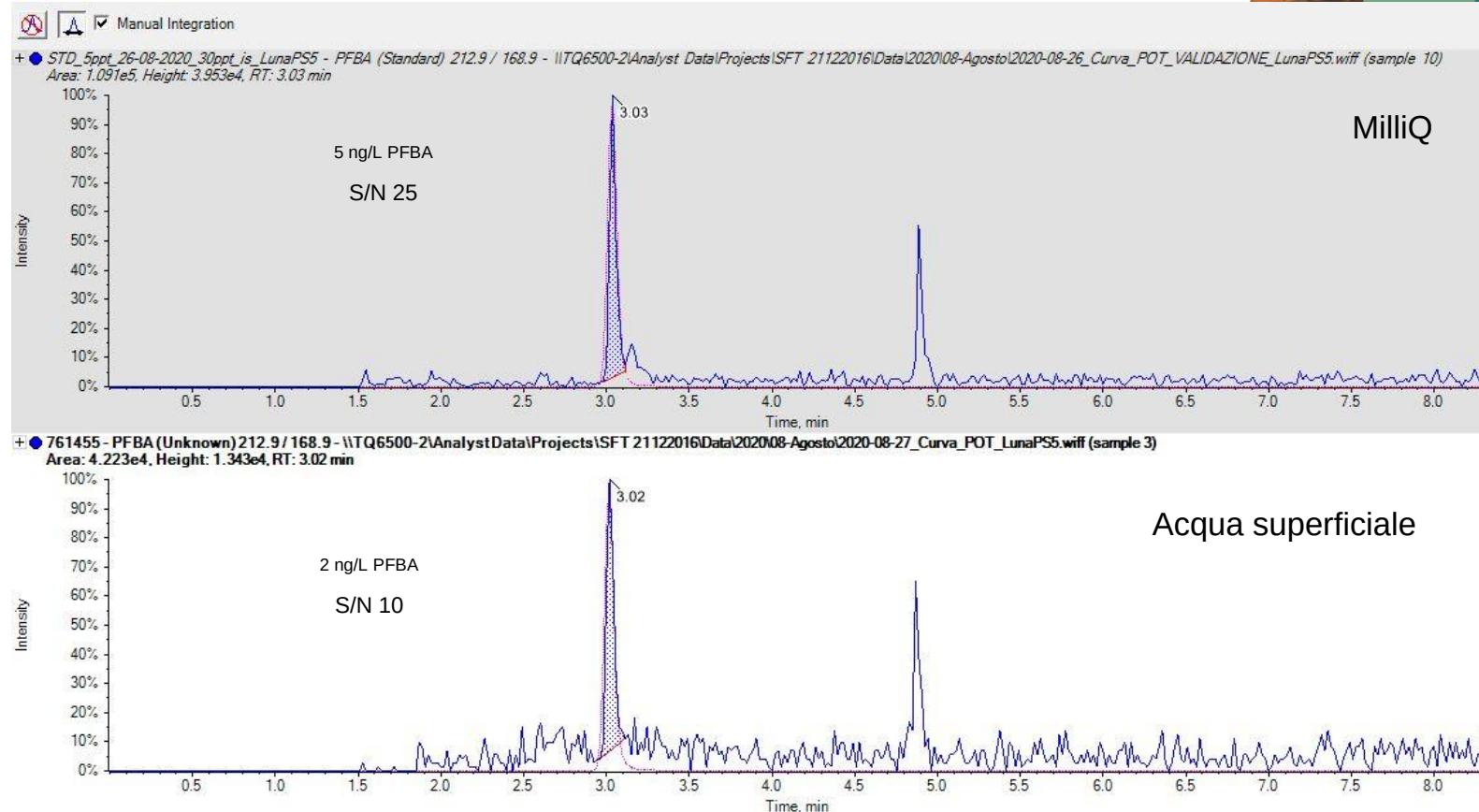
A 500 μ L di campione vengono addizionati 500 μ L di Metanolo allo 0.2% di acido acetico contenenti 60 ng/L di Mix IS direttamente in vial di polipropilene

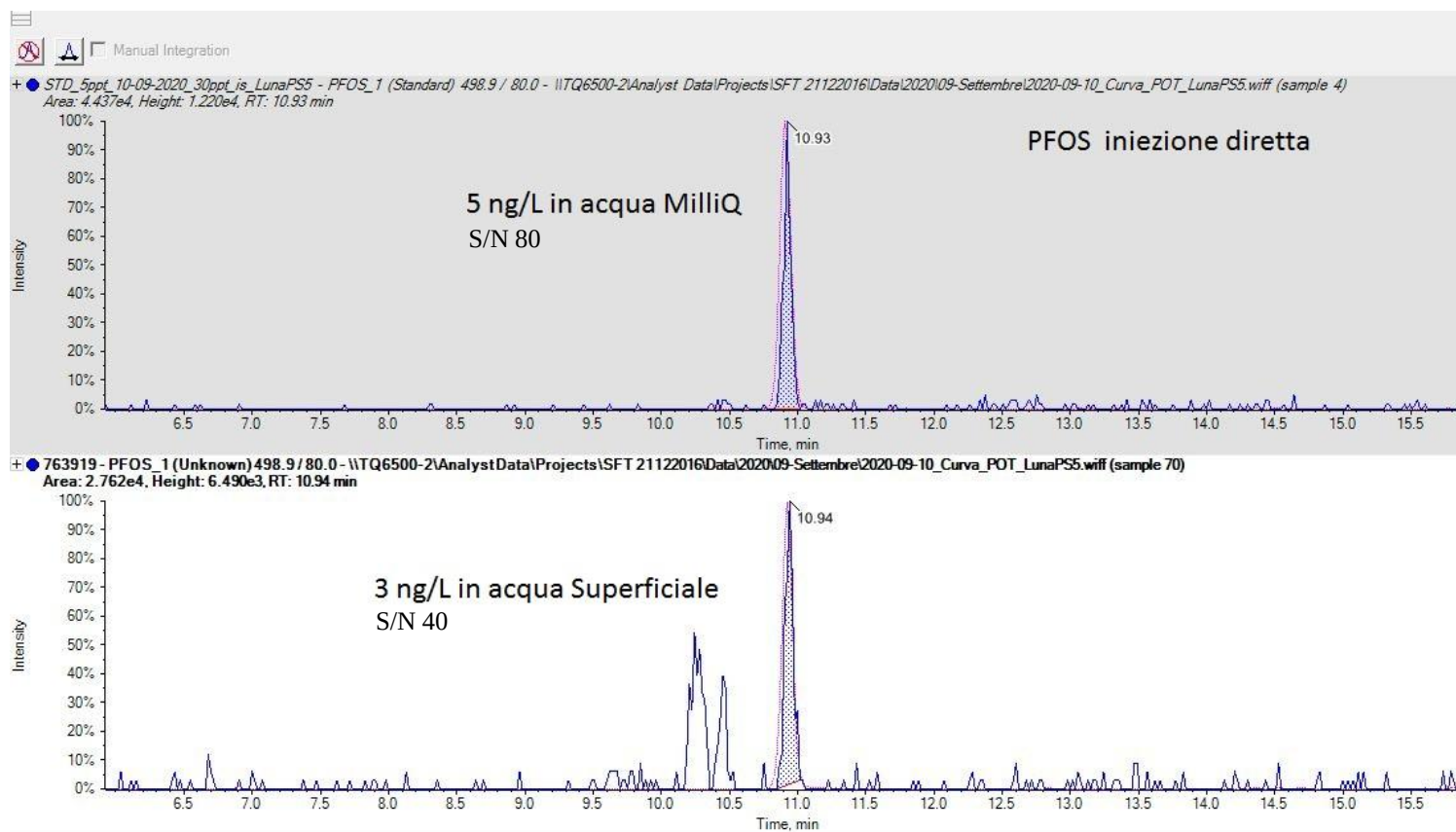
12 PFAS LOQ 5 ng/L

Range 5-500 ng/L

C₆O₄ LOQ 40 ng/L

Range 40-5000 ng/L





acque superficiali

Metodo SPE-ONLINE per

PFOS<0.2ng/L

Preparazione Campione

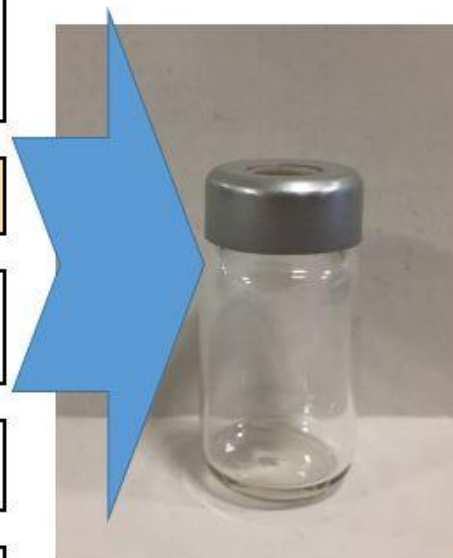
Prelevare il campione TQ addizionato
di 2 ng/L di standard marcato in vial di vetro da 7 ml

caricare in SPE ONLINE (HLB da 2 cm)
flussando acqua a 2.2 ml/min

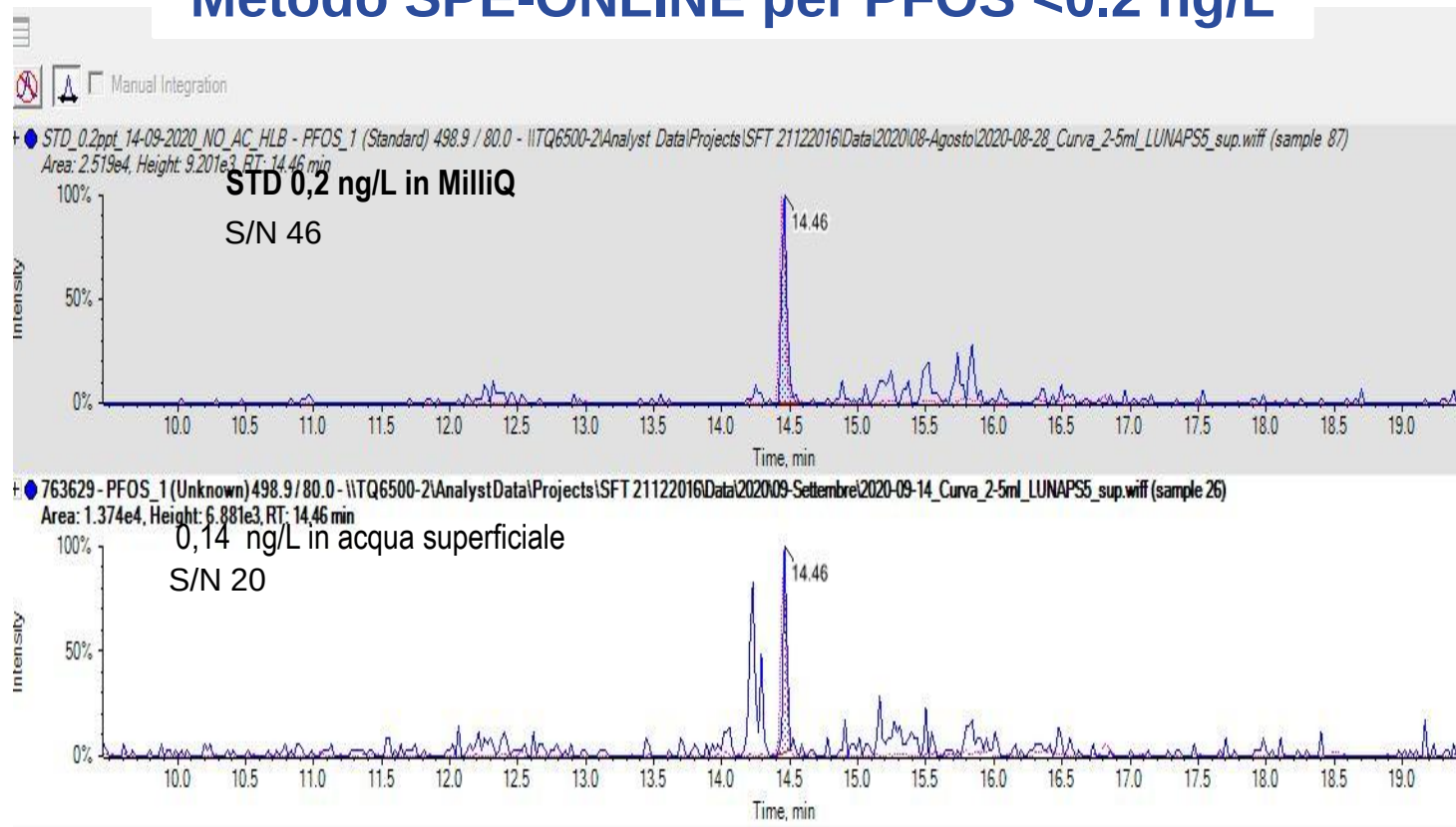
Eluire in gradiente con:
Fase A (2mM ammonio acetato 5% Metanolo)
Fase B (Metanolo-Acetonitrile 20-80)

Colonna cromatografica LUNA PS5 Phenomenex

Volume iniettato 2.5 ml



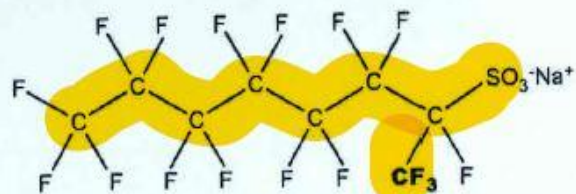
Analisi in campioni di acque superficiali Metodo SPE-ONLINE per PFOS <0.2 ng/L



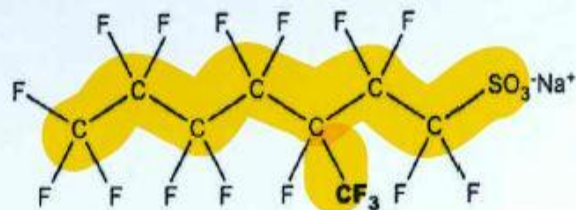
PFOS e suoi ISOMERI



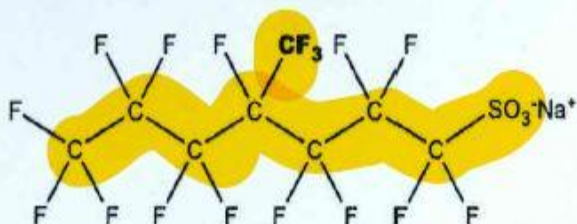
Sodium perfluoro-1-methylheptanesulfonate* (P1MHpS)



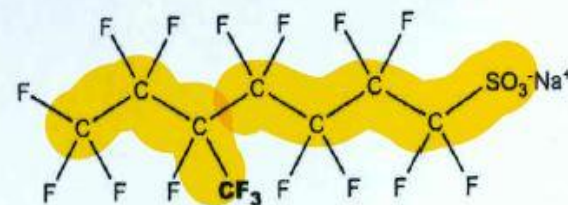
Sodium perfluoro-3-methylheptanesulfonate (P3MHpS)



Sodium perfluoro-4-methylheptanesulfonate (P4MHpS)

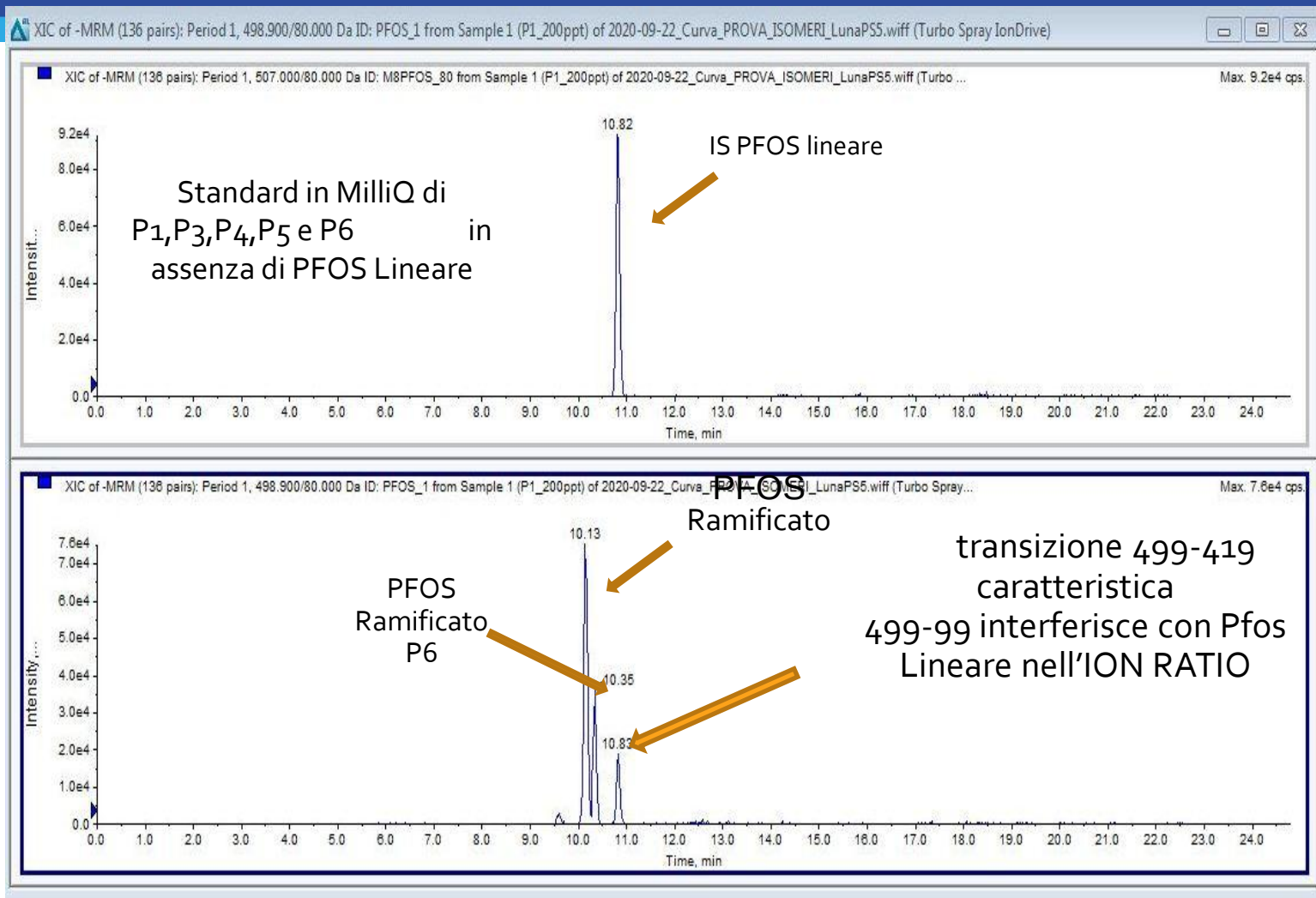


Sodium perfluoro-5-methylheptanesulfonate (P5MHpS)



Sodium perfluoro-6-methylheptanesulfonate (P6MHpS)





In sintesi:

- Il metodo separa nettamente il PFOS lineare da P₃, P₄, P₅, P₆
- Il PFOS P₁MHpS co-eluisce con il lineare
- Il non rispetto dell' ION RATIO 499-80/499-99 e' un primo segnale della sua presenza. Il controllo della transizione caratteristica 499-419 da conferma
- Il P₆MHpS si separa anche dagli altri isomeri
- Il P₃MHpS, P₄MHpS e P₅MHpS non sono distinguibili né con le transizioni né dal punto di vista cromatografico.
- La quantificazione viene effettuata sul lineare e mediando i valori delle 2 transizioni principali 499-80 e 499-99 a cui rispondono tutti gli isomeri anche se in maniera diversa.

Analisi TERRENI preparativa

Preparazione Campione

L'intera aliquota di terreno viene essicata a 40 gradi per non meno di 76 ore

Il campione viene macinato e setacciato con maglia 2 mm

La parte setacciata viene ulteriormente macinata ed omogeneizzata



Analisi in Terreni Metodo ASTM D7979-17

Preparazione Campione

2 g di terreno secco precedentemente addizionati di STD interno, vengono estratti con 10 ml di metanolo al 50% e agitati in vortex per 1 minuto

Portare a pH circa 9 aggiungendo 50 μ L di NH_4OH diluito 1:5 e agitare in Vortex per 1 minuto

I campioni vengono posti sotto agitazione per 1 ora a 20 rpm in rotatore automatico. Successivamente si procede con la centrifugazione per 10 minuti a 1900 giri/min

Filtrare il surnatante con filtri di acetato di cellulosa 0.20 μm precedentemente lavati con metanolo e asciugati aspirando aria 2-3 volte

Portare a circa pH 3 con acido acetico conc e diluire opportunamente in acqua i campioni

Volume iniettato 500 μL



Metodo TERRENI

Condizioni cromatografiche

Colonna analitica Luna PS Omega C18 5 μm 150 x 4.6 m; Eluizione a gradiente:

$\text{CH}_3\text{CN}/\text{MeOH}$ 80:20

acetato di ammonio 2 mM

Flusso: 1 mL/min

Volume iniezione: da 100 μL a 500 μL

Temperatura colonna: 40 gradi $^{\circ}\text{C}$

corsa 25 min

Colonna pre-iniettore Xterra MS C18 3.5 μm 2.1 x 5 mm

Spettrometro di massa

Ab Sciex Triple Quad 6500

Ion Spray ESI –

Sorgente T = 350 $^{\circ}\text{C}$

Multiple Reaction Monitoring (MRM)

Taratura con standard interni marcati

500 μL di campione estratto in vial di polipropilene

12 PFAS LOQ 0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ s.s.

C_6O_4 LOQ 0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ s.s.

Qualità del dato

5 ng/L			5 ng/L				
Analita	Ripet	Stretta	Recupero	Analita	Ripet	Stretta	Recupero
	CV%	LOQ			CV%	LOQ	
PFBA	11.4%	104%		HFPO-DA	8.8%	97%	
PFPeA	10.5%	109%		4:2_FTS	10.7%	104%	
PFBS	11.6%	93%		6:2_FTS	9.7%	108%	
PFHxA	9.6%	102%		8:2_FTS	11.6%	113%	
PFHpA	7.4%	102%		ADONA	4.8%	96%	
PFHpS	15.1%	107%		FOSA	6.0%	107%	
PFHxS	9.7%	109%		PFPeS	6.7%	88%	
PFOA	6.2%	96%		PFNS	5.9%	83%	
PFNA	5.1%	108%		PFDeS	14.1%	110%	
PFDA	4.7%	105%		PFHxDA	12.1%	92%	
PFOS	8.3%	101%		PFTeDA	5.4%	111%	
PFUnDA	4.0%	84%		PFTrDA	5.8%	97%	
PFDoDA	4.8%	103%		PFODA	15.8%	43%	
				10:2_FTS	14.6%	113%	
40 ng/L							
	Analita	Ripet	Stretta	Recupero			
		CV%	LOQ				
	C604	12.7%	106%				
Calcoli effettuati su 10 ripetizione di un'acqua superficiale							



Alcuni dati della Validazione metodo acque

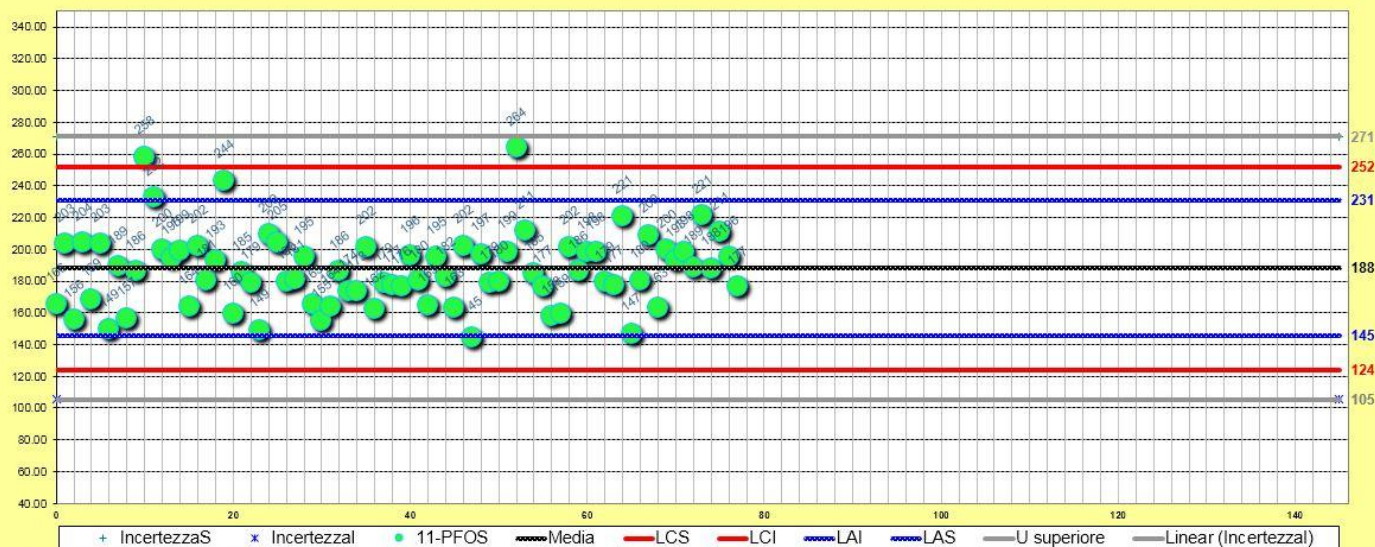
Ripetibilità stretta al limite di quantificazione

Recupero al limite di quantificazione

- Gli analiti evidenziati in verde sono accreditati
- Gli analiti evidenziati in giallo sono le nuove molecole aggiunte e validate oggetto del prossimo accreditamento

Per ogni analita vengono seguite 2 carte di controllo
(40 ng/L e 400 ng/L al 10% e al 40% del range di taratura)

11-PFOS



10 punti > Media	FALSE
10 punti < Media	FALSE
7 tendenza pos	FALSE
7 tendenza neg	FALSE

Punto tra LCI e LAI
Punto tra LAS e LCS
Punto tra Incertezza I e LCI o tra LCS e Incertezza S
Punto oltre Incertezza I o Incertezza S

CC 40%

Ultimo	176.6	ng/L
ng/L	Data	Op
165.6	CC_200ppt_26-09-2019_25ppt_is_Kinetex_CC	CC
203.4	CC_200ppt_02-10-2019_25ppt_is_Kinetex_PM	PM
155.7	CC_200ppt_03-10-2019_25ppt_is_Kinetex_CC	CC
204.0	CC_200ppt_07-10-2019_30ppt_is_LunaPSS_PM	PM
168.5	CC_200ppt_08-10-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
203.4	CC_200ppt_10-10-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
149.5	CC_200ppt_17-10-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
189.1	CC_200ppt_24-10-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
156.8	CC_200ppt_30-10-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
186.1	CC_200ppt_05-11-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
258.4	CC_200ppt_05-11-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
232.4	CC_200ppt_06-11-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
200.0	CC_200ppt_07-11-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
194.9	CC_200ppt_08-11-2019_30ppt_is_New_LunaPS	PM
199.3	CC_200ppt_14-11-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
163.9	CC_200ppt_15-11-2019_30ppt_is_New_LunaPS	CC
202.3	CC_200ppt_19-11-2019_30ppt_is_LunaPSS_CC	CC
180.7	CC_200ppt_28-11-2019_30ppt_is_LunaPSS_CC	CC
192.8	CC_200ppt_04-12-2019_30ppt_is_LunaPSS_CC	CC
243.6	CC_200ppt_05-12-2019_30ppt_is_LunaPSS_CC	CC
159.6	CC_200ppt_12-12-2019_30ppt_is_LunaPSS_CC	CC
185.3	CC_200ppt_18-12-2019_30ppt_is_LunaPSS_CC	CC
179.2	CC_200ppt_27-12-2019_30ppt_is_LunaPSS_CC	CC
149.3	CC_200ppt_02-01-2020_30ppt_is_LunaPSS_PM	PM
209.2	CC_200ppt_09-01-2020_30ppt_is_LunaPSS_CC	CC
204.5	CC_200ppt_14-01-2020_30ppt_is_LunaPSS_PM	PM
179.6	CC_200ppt_15-01-2020_30ppt_new_is_LunaPS	CC
181.1	CC_200ppt_15-01-2020_30ppt_old_is_LunaPSS	CC
195.0	CC_200ppt_22-01-2020_30ppt_is_LunaPSS	CC

Metodi altre matrici

- ❖ Metodo PD CEN/TS 15968:2010 per Tessuti e Articoli (REACH)
- ❖ Metodo interno su BIOTA e PESCI
- ❖ Metodo interno per Emissioni a camino.
- ❖ Metodo ISO 21675:2019(E) per acque di mare



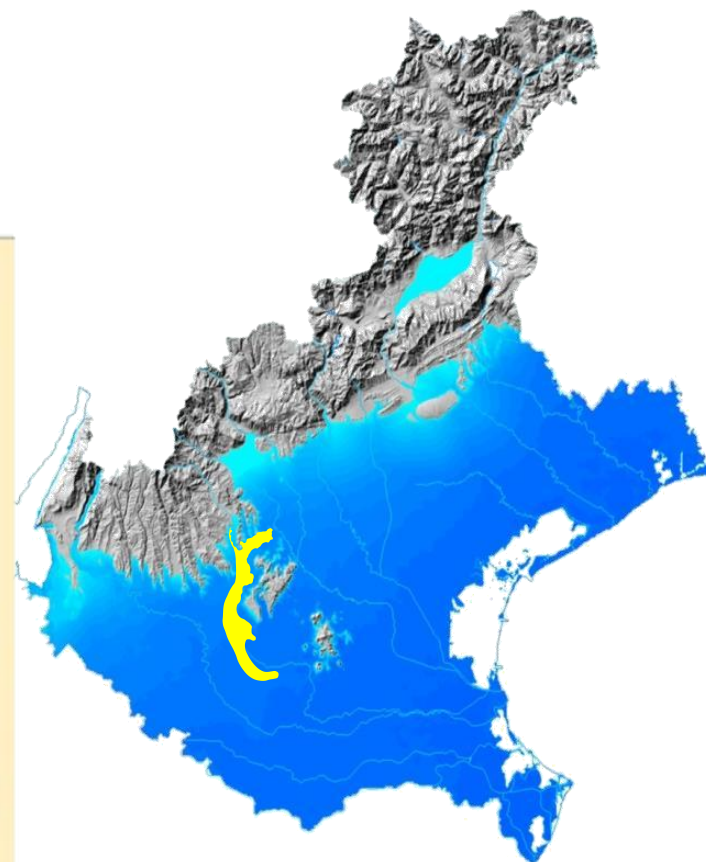
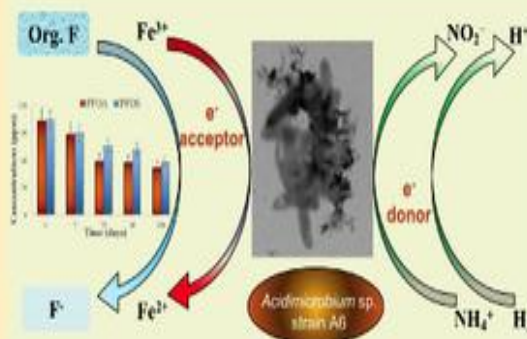
Defluorination of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) by *Acidimicrobium* sp. Strain A6

Shan Huang and Peter R. Jaffe*

Department of Civil and Environmental Engineering, Princeton University, Princeton, New Jersey 08544, United States

Supporting Information

ABSTRACT: Incubations with pure and enrichment cultures of *Acidimicrobium* sp. strain A6 (A6), an autotroph that oxidizes ammonium to nitrite while reducing ferric iron, were conducted in the presence of PFOA or PFOS at 0.1 mg/L and 100 mg/L. Buildup of fluoride, shorter-chain perfluorinated products, and acetate was observed, as well as a decrease in Fe(III) reduced per ammonium oxidized. Incubations with hydrogen as a sole electron donor also resulted in the defluorination of these PFAS. Removal of up to 60% of PFOA and PFOS was observed during 100 day incubations, while total fluorine (organic plus fluoride) remained constant throughout the incubations. To determine if PFOA/PFOS or some of their degradation products were metabolized, and since no organic carbon source except these PFAS was added, dissolved organic carbon (DOC) was tracked. At concentrations of 100 mg/L, PFOA/PFOS were the main contributors to DOC, which remained constant during the pure A6 culture incubations. Whereas in the A6 enrichment culture, DOC decreased slightly with time, indicating that as defluorination of PFOS/PFOA occurred, some of the products were being metabolized by heterotrophs present in this culture. Results show that A6 can defluorinate PFOA/PFOS while reducing iron, using ammonium or hydrogen as the electron donor.



www.arpa.veneto.it



GRAZIE PER
L'ATTENZIONE