

Contaminazione da PFAS: Studio preliminare sulla loro presenza nella matrice aria in Umbria

M.Galletti ; F.Castellani; A.Pileri; E.Marchetti

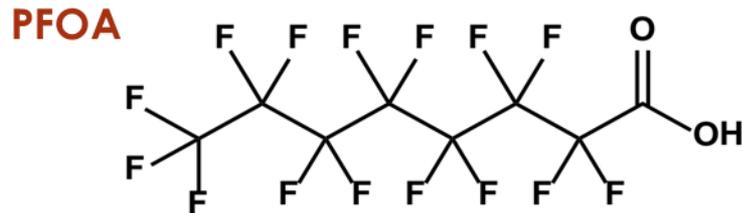
GIORNATE DI STUDIO
LA CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO
V EDIZIONE
Terni, 21-22 Novembre 2022



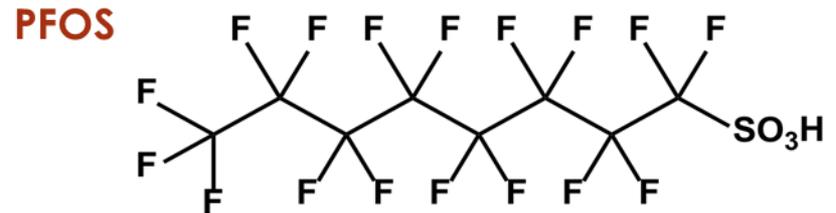
PFAS: cosa sono?

Composti di sintesi costituiti da una catena alchilica di lunghezza variabile completamente fluorurata (da 4 a 16 atomi di carbonio) e da un gruppo funzionale idrofilo (gruppo carbossilico oppure un gruppo solfonico).

I composti più studiati tra i PFAS sono PFOA (acido perfluoro-ottanoico) e PFOS (acido perfluoro-ottansolfonico), poiché ritenuti più pericolosi per l'uomo e tra i più diffusi in ambiente, soprattutto nelle acque di falda e superficiali.



Acido **Perfluorooctanoico**



Acido **Perfluorooctansolfonico**

Caratteristiche:

- **Proprietà idro- e oleofobiche**
- **Resistenza alla degradazione**
- **Termoresistenti**
- **Inerzia chimica**
- **Poco costosi**

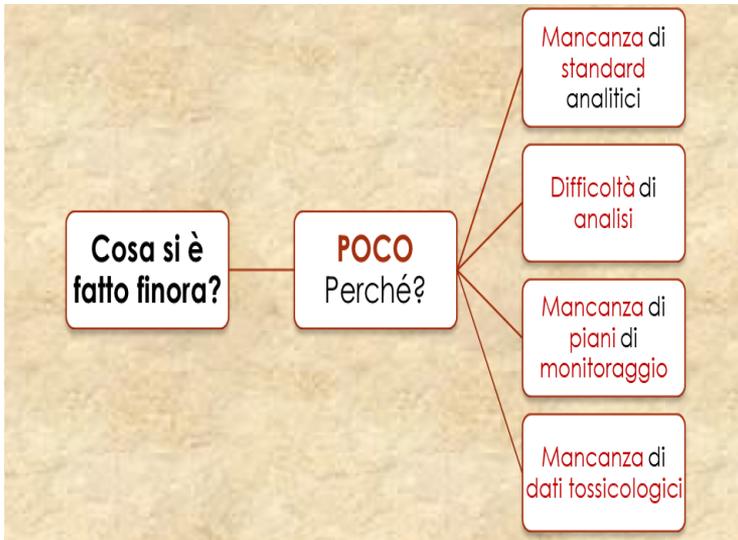
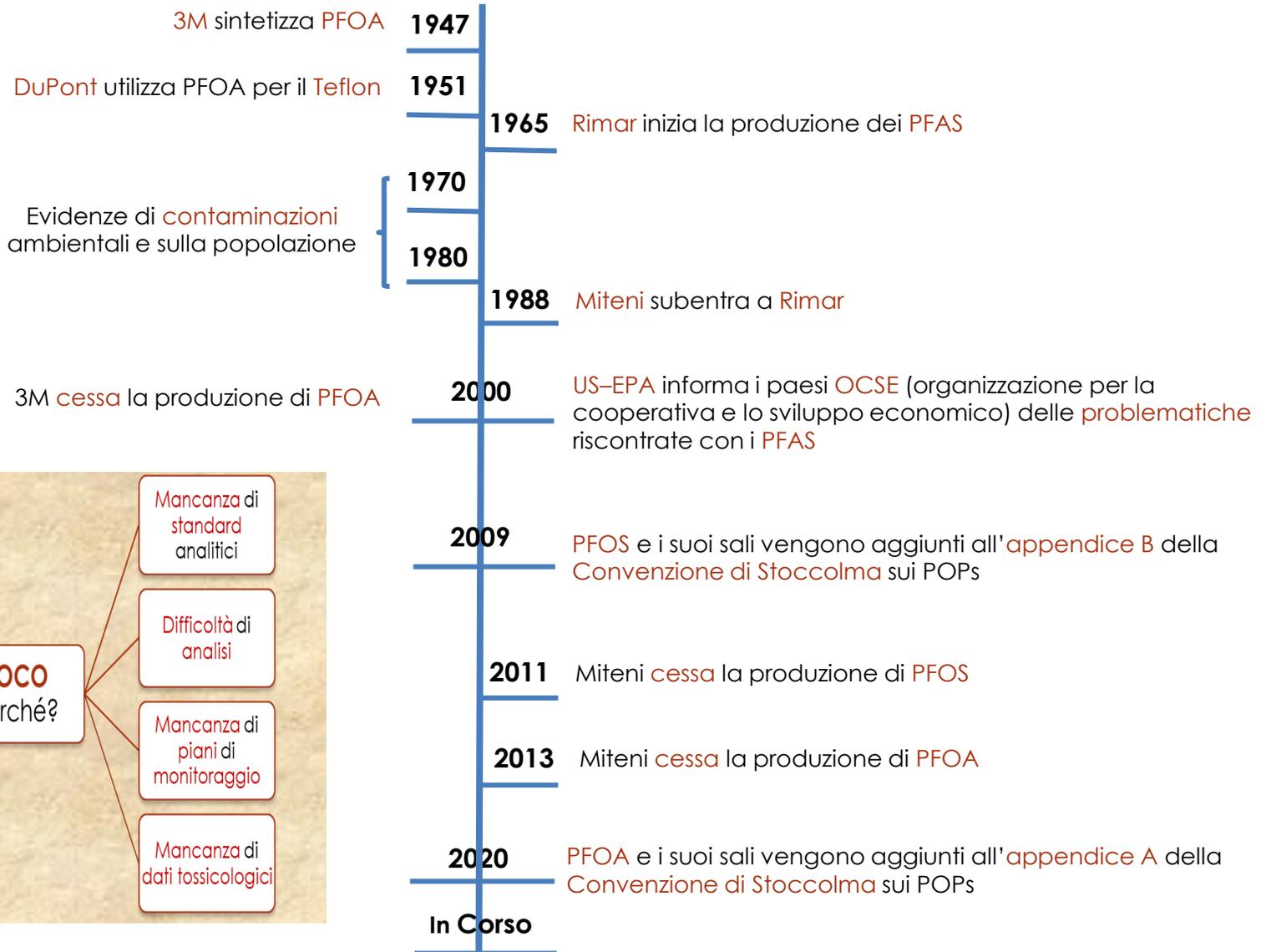


Numerosi Usi:

- Rivestimenti Protettivi
- Schiume antincendio
- Additivi per vernici
- Additivi per pesticidi
- Abbigliamento impermeabile
- Materiali per la microelettronica



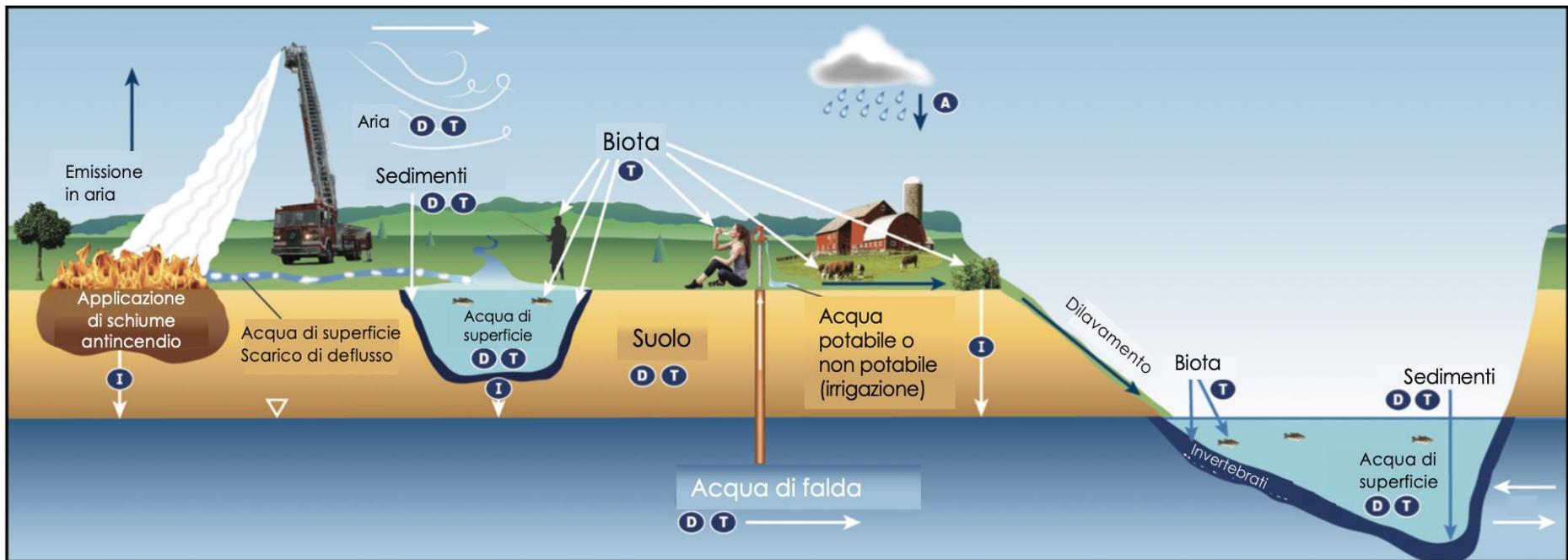
STORIA DEI PFAS



- PFAS di nuova generazione**
- Catene carboniose più corte
 - Introduzione di atomi di ossigeno nella catena

Come si diffondono i PFAS nell'ambiente

- Sversamento dei reflui industriali
- Smaltimento di prodotti contenenti PFAS (incenerimento, discariche)
- Rilascio da prodotti contenenti PFAS
- Spargimento di fanghi come ammendanti

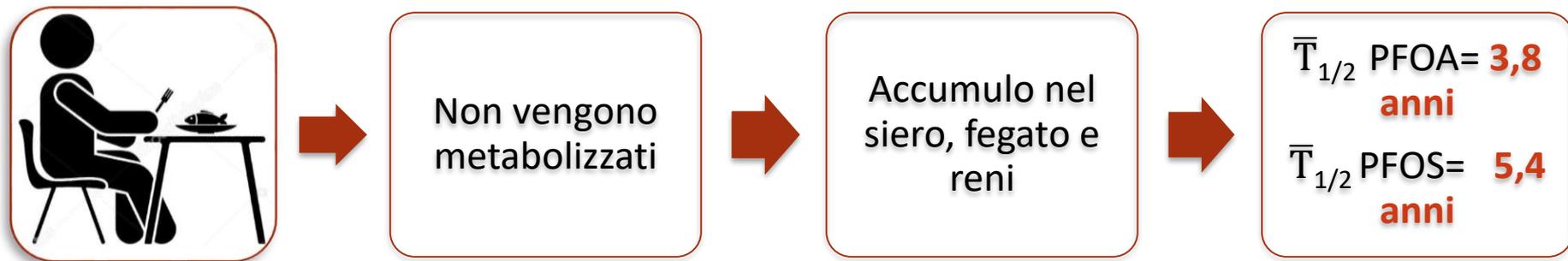


A Deposizioni Atmosferiche **D** Diffusione/Dispersione/Avvezione **I** Infiltrazione **T** Trasformazione dei precursori (abiotica/biotica)

- Emivita di **PFOS** nell'ambiente: **41 anni**
- Emivita di **PFOA** nell'ambiente: **10 anni**

PFAS: Fonti di esposizione ed effetti sulla salute

- Fonti di esposizione: **contatto dermico, via inalatoria, catena trofica**
- Catena trofica: **acqua potabile, cibi contaminati (pesce, frutta, uova e carne)**



Effetti sulla salute:

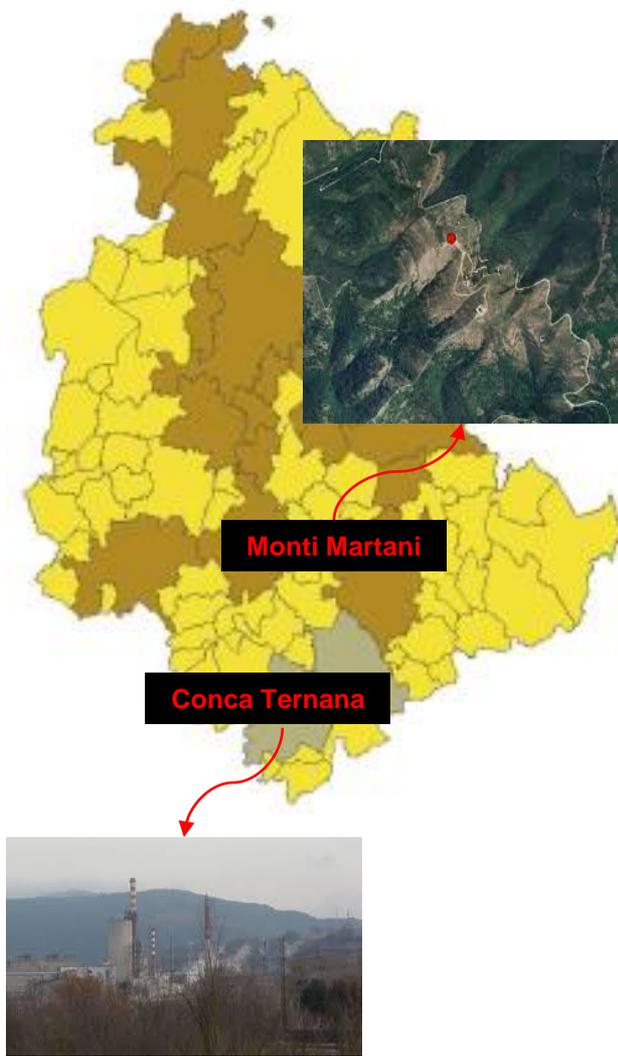
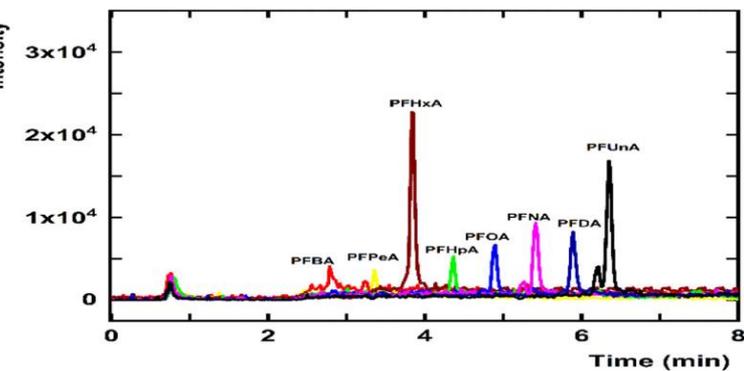
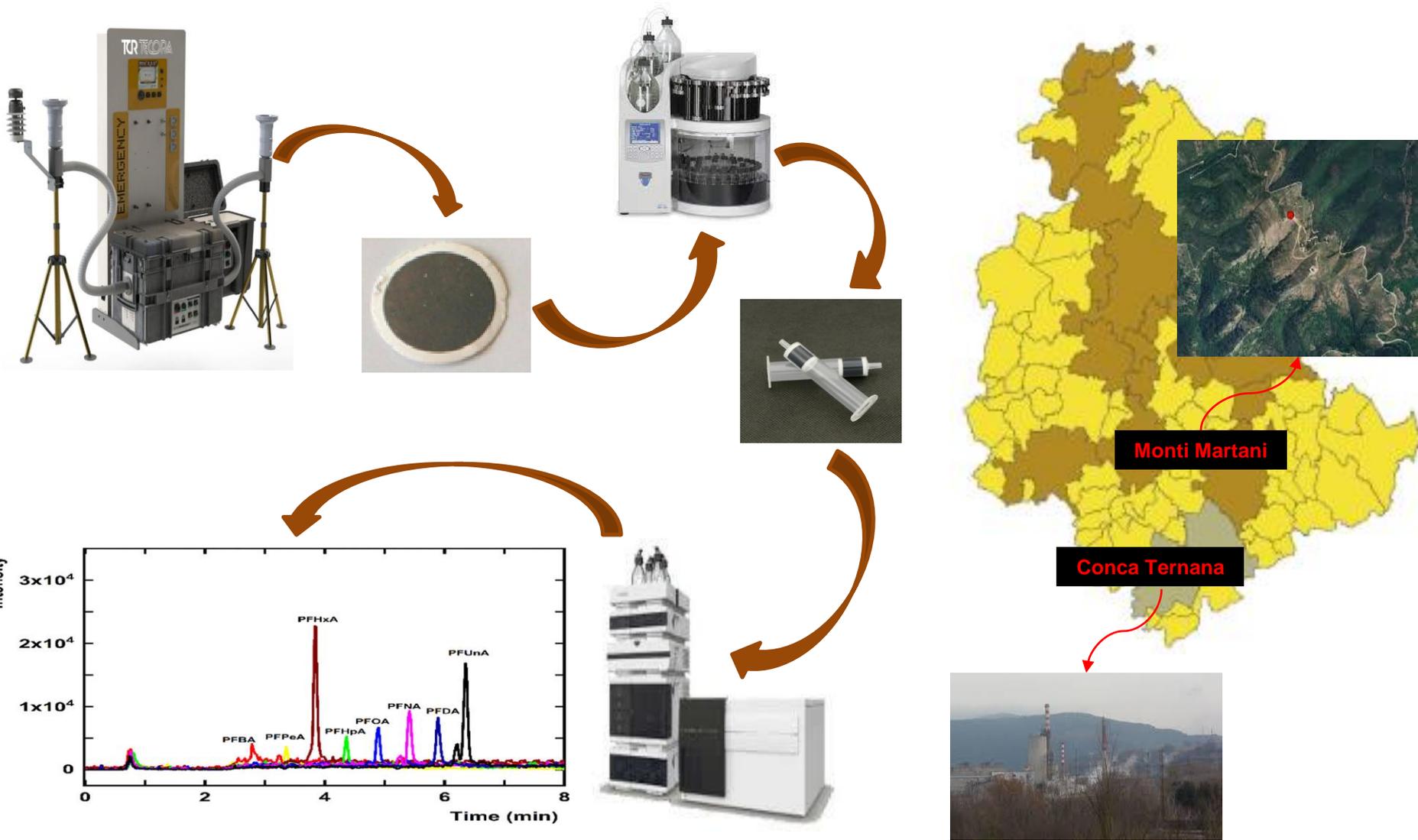
- 2016: **IARC** classifica **PFOA** come «**possibile cancerogeno per l'uomo**» (gruppo 2B)
- 2016: **US-EPA** classifica **PFOA e PFOS** come **potenzialmente cancerogeni per l'uomo**
- Principale organo bersaglio: il **fegato** (necrosi, accumulo di lipidi)
- **Alterazioni nel metabolismo dei lipidi:** aumento del colesterolo nel sangue
- **Capacità di attraversare la placenta:** aumento della mortalità prenatale
- **Distruttori Endocrini:** diminuzione dei livelli di testosterone nel sangue, infertilità
- **Effetti sul sistema nervoso:** impatti negativi su memoria e apprendimento, disturbi dello spettro autistico

I PFAS nel PM10: Confronto con la letteratura

Table 2 Perfluorinated alkyl substances in atmospheric particulate matter ($\mu\text{g m}^{-3}$)^a

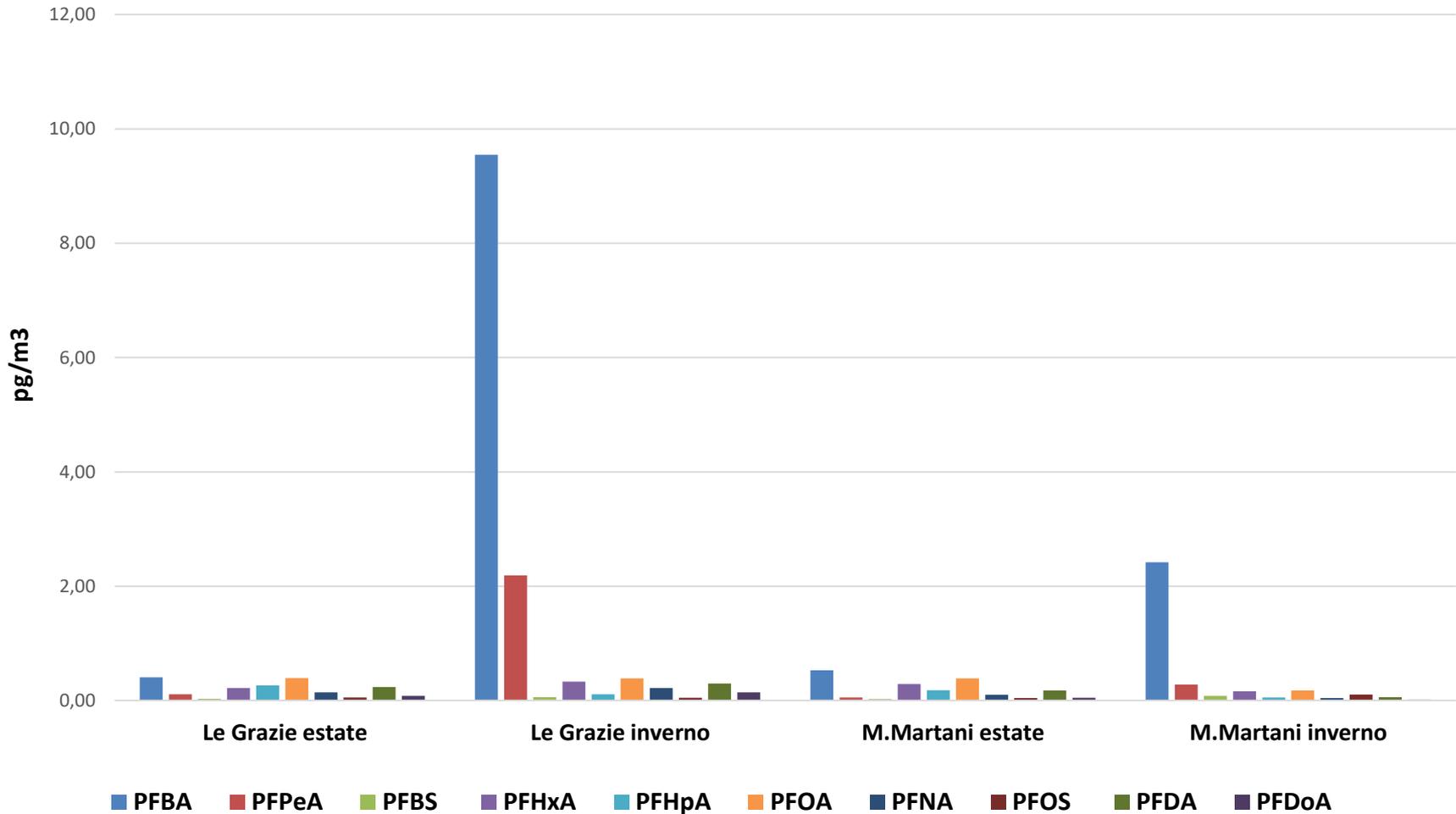
| Ref. | Year ^b | Site | Type ^c | Σ PFAS ^d | Σ PFCAs | Σ PFASs | Σ FASAs |
|------|--------------------|--|-------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------|
| 34 | 2004 | Cornwallis Island, Nunavut, Canada | RM | nq ^e to >59 (9) | — | — | nq to >6 (2) |
| 61 | 2005 | Waldhof, Germany | RR | 2–20 (8) | — | — | nq (2) |
| 61 | 2005 | Hamburg, Germany | U | 4–29 (8) | — | — | nq (2) |
| 70 | 2005 | Atlantic Ocean: Germany to S. Africa | M | 0.05–6.6 (9) | nd ^f – 3.3 (6) | 0.05–2.7 (2) | — |
| 62 | 2005 | North Atlantic, Canadian Archipelago | M/RM | 9 (6) | — | — | — |
| 62 | 2006 | Toronto, Canada | SU | 7 (6) | — | — | — |
| 96 | 2005 | Kjeller, Norway | RR | (6) | 1.42–1.67 (1) | 0.89–1.13 (1) | 0.76–0.80 (1) |
| 96 | 2005 | Manchester, UK | U | (6) | 15.7–455 (1) | 7.1–51 (1) | nq (1) |
| 96 | 2005–2006 | Hazelrigg, UK | SR | (6) | 6.3–828 (1) | 0.9–2.6 (1) | nq – 0.2 (1) |
| 96 | 2006 | Mace Head, Ireland | C/RR | (6) | 3.1–16 (1) | <1.8 (1) | nq (1) |
| 97 | 2006 | Albany, NY, USA | U | 2.05–6.04 (12) | 3 (6) | 0.6 (3) | 0.3 (1) |
| 98 | 2007 | US Atlantic coast | C | 0.1–188 (7) | — | — | <0.02 (2) |
| 98 | 2007 | Sable Island, Nova Scotia, Canada | M | 0.2–10.6 (7) | — | — | <0.02 (2) |
| 98 | 2007 | Bermuda | M | 0.14–10.7 (7) | — | — | <0.02 (2) |
| 99 | 2007 | North Sea, Germany | M | 4–49 (26) | 3.0–7.9 (9) | 0.1–3.2 (4) | nd – 17 (5) |
| 100 | 2007–2008 | N. Atlantic Ocean, Baltic Sea, Germany | M/SR | 4.3 (16) | — | — | 0.7 (5) |
| 100 | 2007–2008 | S. Atlantic Ocean, Southern Ocean | M/RM | 0.8 (16) | — | — | nd (5) |
| 101 | 2007–2008 | Barsbüttel, Germany | SR | 3.1 ± 5.7 (21) | 1.0 ± 1.3 (11) | 1.5 ± 3.1 (2) | 0.0 ± 0.1 (3) |
| 101 | 2007–2008 | Geesthacht, Germany | SR | 1.8 ± 3.5 (18) | 0.8 ± 1.1 (11) | 0.7 ± 1.9 (2) | nd (3) |
| 66 | 2007–2008 | Geesthacht, Germany | SR | 2.8 (18) | (11) | (4) | (1) |
| 30 | 2007–2008 | Canadian Arctic | RM | 0.9–10 (11) | <0.04–0.18 (4) | — | <0.1 to 0.3 (2) |
| 102 | 2009 | Lüneburg and Lüchow, Germany | SR/SU | >0.1 to >24.5 (13) | nq – 22 (9) | nq – 5 (3) | nd – 1.7 (1) |
| 10 | 2009 | Northern Germany | I/RR/U | 0.3–42 (13) | 0.1–41 (9) | nq – 2 (3) | nd – 0.7 (1) |
| 103 | 2010 | Alicante, Spain | I/RR/RS | 6.05–38.8 (12) | (7) | (4) | — |
| 104 | 2010 | Zurich, Switzerland | U | (3) | 7.7 (1) | 2.3 (1) | — |
| 104 | 2010 | Mt. Uetliberg, Switzerland | RM | (3) | 1.7 (1) | 1.7 (1) | — |
| 50 | 2010 | Toronto, Canada | SU | 1.66–9.68 (32) | 0.03–1.05 (14) | <0.001–4.23 (4) | <0.092–0.41 (3) |
| 69 | 2010 | Japan Sea to Arctic Ocean | M/RM | 2.2–13 (13) | — | — | 0.1–0.24 (3) |
| 105 | 2011 | Shanghai and Zhejiang, China | U | 0.4 to <15 (12) | — | — | nd (3) |
| 106 | 2011–2012 | Büsum, Germany | C | 0.2–2.2 (12) | — | — | nq to 0.4 (3) |
| 107 | 2012–2013 | Karachi, Pakistan | C/I/U | 4.29–39.0 (11) | 6.5 (5) | 1.7 (1) | 1.0 (3) |
| 52 | 2012–2014 | Křešín, Czech Republic | RR | 0.65 (20) | nq – 1.99 (10) | 0.02–0.77 (5) | FASA/Es: nd – 0.16 |
| 58 | 2013 | Beijing, China | U | 3–290 (14) | 2–275 (10) | 0.2–50 (4) | — |
| 64 | 2013–2015 | Shanghai, China | C/U | 0.26–1.90 (8) | (6) | (2) | — |
| 31 | 2014s ^g | Weifang, China | I | 864 (23) | 801 (9) | 56 (3) | nd (2) |
| 31 | 2014w ^h | Weifang, China | I | 480 (23) | 381 (9) | 15 (3) | 0.5 (2) |
| 31 | 2014s | Tianjin, China | C/I | 719 (23) | 143 (9) | 535 (3) | 18.3 (2) |
| 31 | 2014w | Tianjin, China | C/I | 756 (23) | 86 (9) | 7 (3) | 424 (2) |

Monitoraggio PFAS in atmosfera nella regione UMBRIA



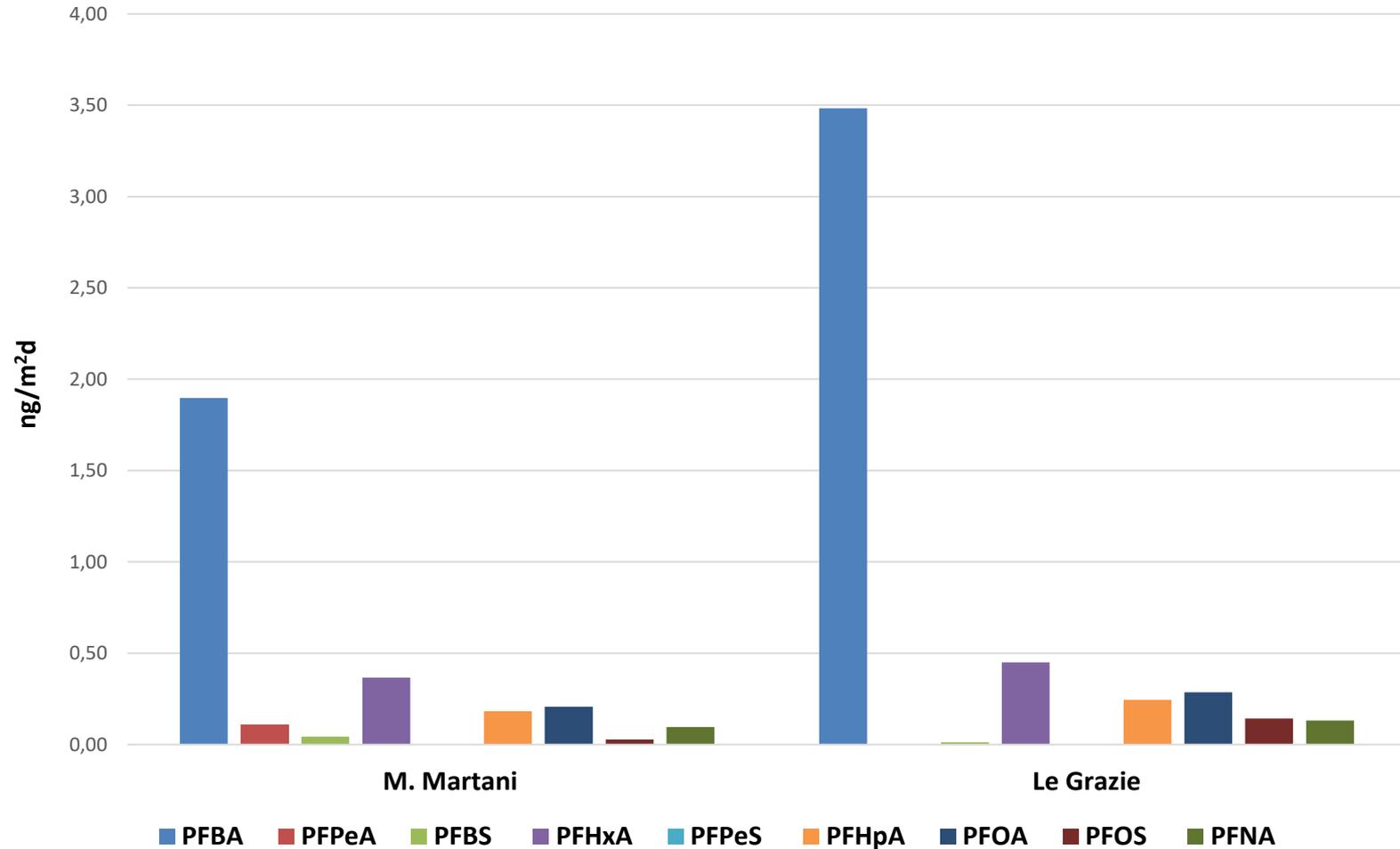
I PFAS nel PM10: stazione rurale dei Monti Martani (MM) e stazione urbana Le Grazie (LG)

- **LG:** $2 \text{ pg/m}^3 < \Sigma\text{PFAS} < 18 \text{ pg/m}^3$
- **MM:** $2 \text{ pg/m}^3 < \Sigma\text{PFAS} < 4 \text{ pg/m}^3$

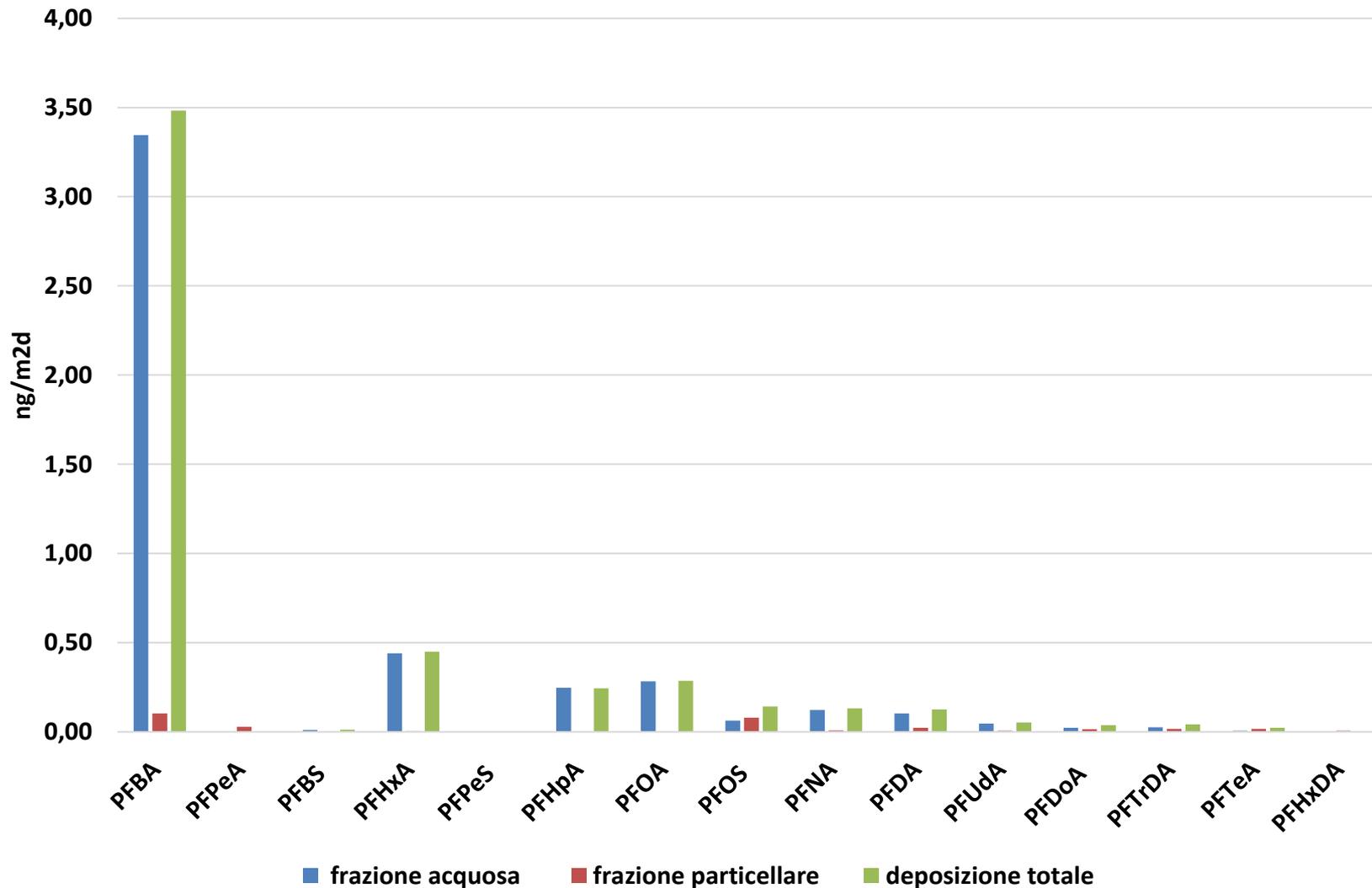


I PFAS nelle deposizioni: stazione rurale dei Monti Martani (MM) e stazione urbana Le Grazie (LG)

3 ng/m²d < ΣPFAS < 5 ng/m²d

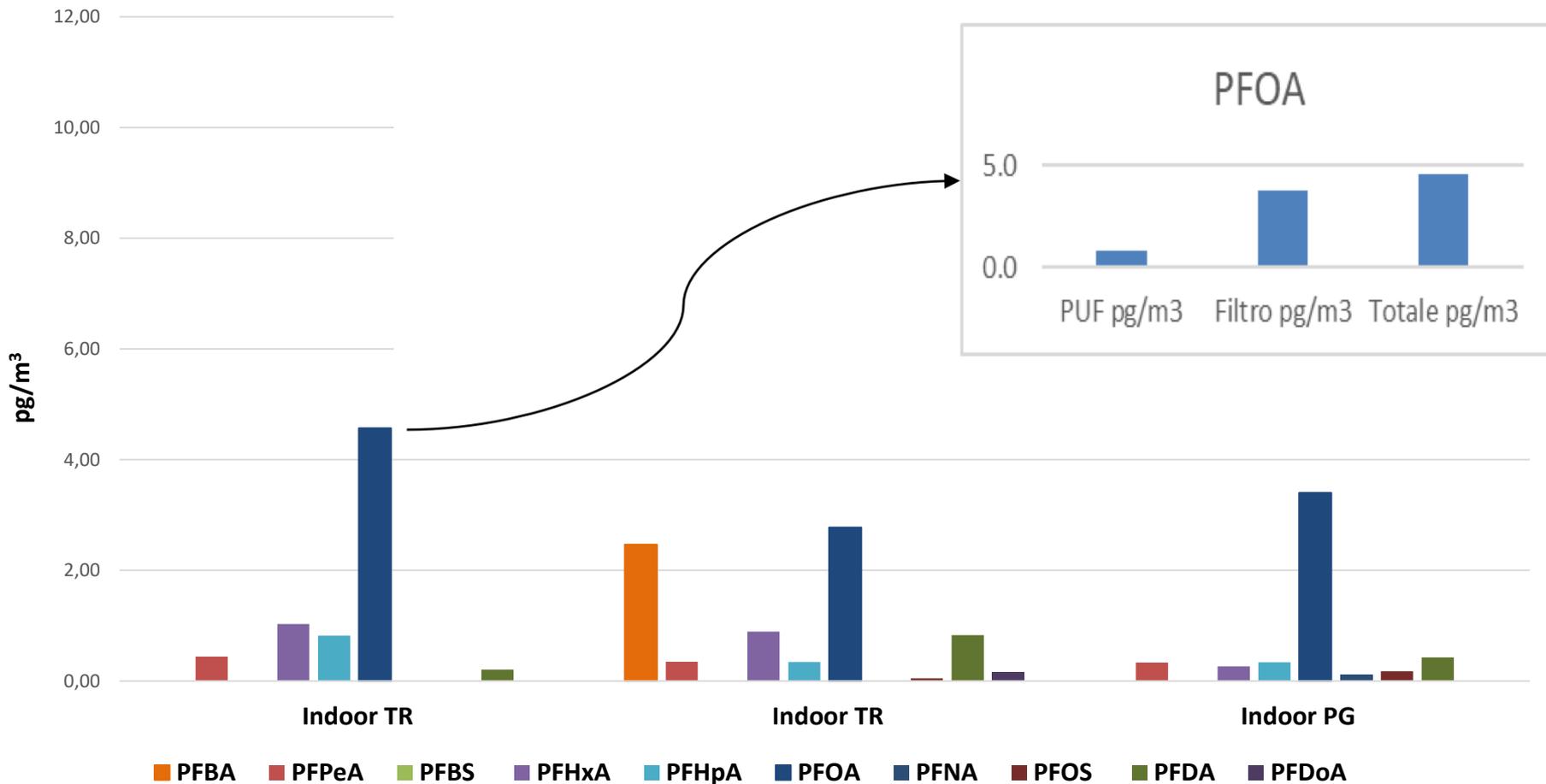


I PFAS nelle deposizioni: ripartizione tra frazione secca e umida



I PFAS nel PM10 indoor: Uffici e Laboratori ARPA TR e PG

- $4 \text{ pg/m}^3 < \Sigma \text{PFAS} < 8 \text{ pg/m}^3$



I PFAS: verso la normativa



Settembre 2020: EFSA fissa una **dose alimentare settimanale tollerabile** (Tollerable Weekly Intake, TWI) di $4,4 \text{ ng kg}^{-1} \text{ bw}$ per PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS



Gennaio 2021: Direttiva 2020/2184/UE concernente la qualità delle **acque destinate al consumo umano** fissa i **valori limite** per i PFAS (C4-C13): $0,5 \mu\text{g L}^{-1}$ per singolo composto e $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ per la somma



Stima **intake per inalazione** di aria con concentrazione di PFAS di 40 pg/m^3 : $\sim 0,1 \text{ ng/Kg bw}$ a settimana (nessuna indicazione normativa visti i bassi livelli di esposizione)

Grazie per l'attenzione

Un ringraziamento particolare ai colleghi del servizio reti di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA UMBRIA

