

# PIANO DI SORVEGLIANZA SANITARIA SULLA POPOLAZIONE ESPOSTA A PFAS

## Rapporto n. 17 - Maggio 2023

Dati estratti dall'applicativo regionale Qlik Screening PFAS il 18/04/2023

### INDICE

I. Estensione e adesione al Piano di Sorveglianza .....	p.2
II. Risultati al primo round di sorveglianza .....	p.4
III. Risultati al secondo round di sorveglianza .....	p.9
IV. Sorveglianza sanitaria degli ex-lavoratori della ditta RIMAR-MITENI .....	p.11
V. Sintesi .....	p.15
VI. APPENDICE - Concentrazioni di PFAS nel siero in altre popolazioni .....	p. 16

### Per una corretta lettura del rapporto:

È importante sapere che:

- ⇒ I PFAS sono composti chimici di produzione industriale presenti in molti oggetti di uso comune, ad esempio pentole antiaderenti, contenitori per alimenti, tessuti e pellami impermeabilizzati.
- ⇒ Nei Paesi occidentali, l'intera popolazione è esposta a basse dosi di PFAS soprattutto attraverso il cibo e la polvere domestica. Nell'Area Rossa della Regione Veneto, i residenti sono stati esposti a dosi elevate di PFAS attraverso l'acqua potabile.
- ⇒ Per alcuni tipi di PFAS, l'eliminazione dall'organismo è molto lenta, pertanto essi tendono ad accumularsi progressivamente nel sangue nell'arco della vita.

**Abbreviazioni:** LOQ=limite di quantificazione; PFBA=acido perfluorobutanoico; PFBS=acido perfluorobutansulfonico; PFPeA=acido perfluoropentanoico; PFHxA=acido perfluoroesanoico; PFHxS=acido perfluoroesansulfonico; PFHpA=acido perfluoroeptanoico; PFOA=acido perfluoroottanoico; PFOS=acido perfluoroottansulfonico; PFNA=acido perfluorononanoico; PFDeA=acido perfluorodecanoico; PFUnA=acido perfluoroundecanoico; PFDoA=acido perfluorododecanoico; P5=5° percentile; P95=95° percentile.

**Avvertenza:** i dati riportati potranno subire aggiornamenti legati all'arrivo di nuovi referti e/o all'inclusione di soggetti che in precedenza non avevano aderito.

## Estensione ed Adesione al Piano di Sorveglianza

Il Piano di Sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a PFAS ha preso avvio a Dicembre 2016. L'emergenza sanitaria legata alla pandemia di COVID-19 ha determinato ripetute sospensioni delle attività che hanno rallentato l'avanzamento del Piano. Al 18.04.2023 il primo turno di chiamata (round) di sorveglianza della popolazione eleggibile è sostanzialmente completato e si contano più di 106 mila soggetti residenti nell'Area Rossa invitati, con 63.923 visite effettuate; per oltre 61 mila persone l'iter di primo livello è concluso e sono disponibili gli esiti completi delle indagini eseguite (Figura 1).

Il secondo round, attualmente in corso, ha preso avvio a settembre 2020 presso l'ULSS 8 Berica e ad aprile 2023 presso l'ULSS 9 Scaligera. Al 18.04.2023, si contano complessivamente 13.674 aderenti al secondo round.

La Figura 2 rappresenta Estensione e Adesione al Piano di Sorveglianza, per le due Aziende ULSS e per turno di chiamata (round).

Figura 1 - Volumi di attività complessivi - 1° round

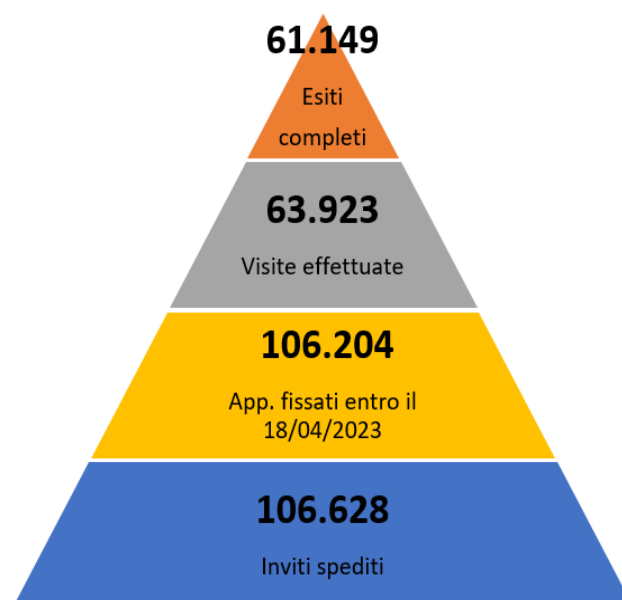
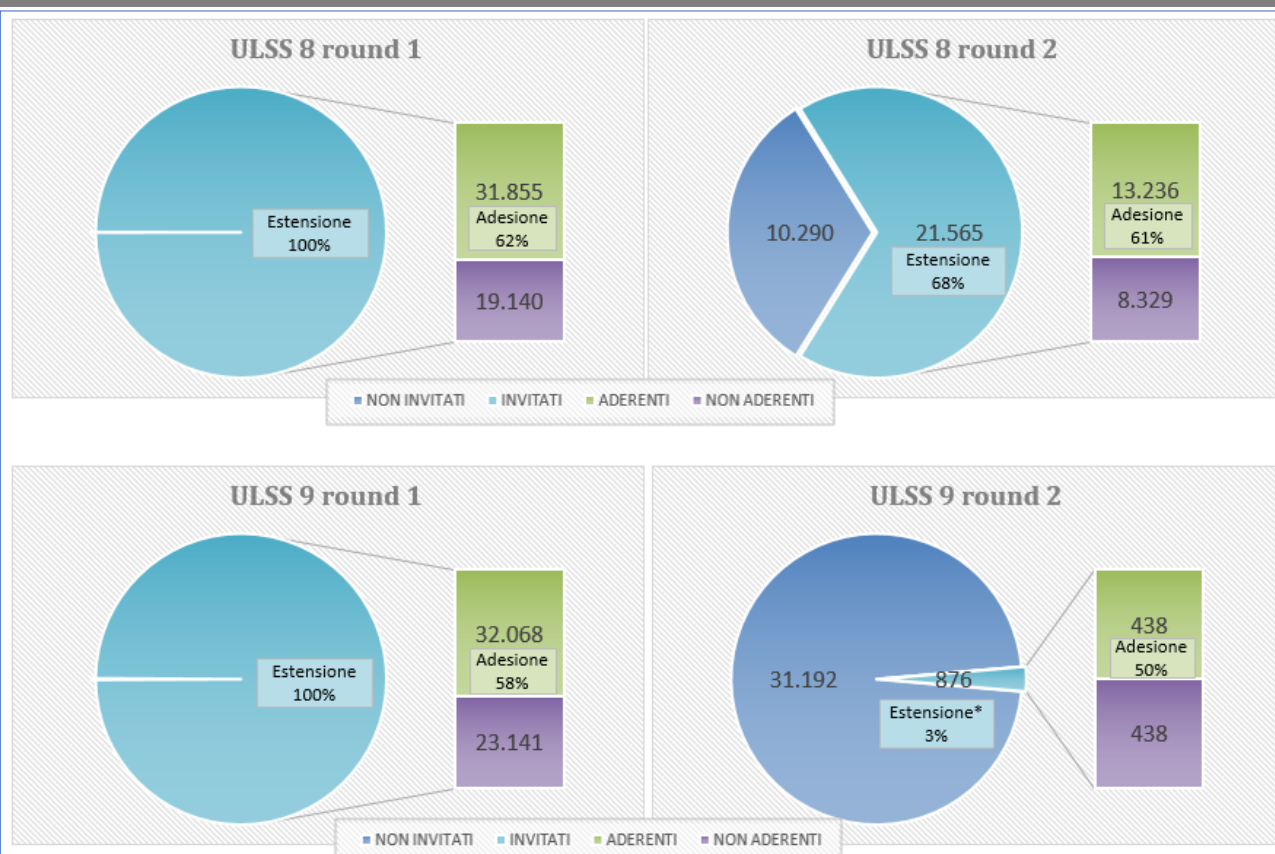


Figura 2 - Estensione e Adesione al Piano di Sorveglianza, per ULSS e per round di sorveglianza



\*Il numero di aderenti al primo round dell'Ulss 9 Scaligera non è ancora definitivo perchè mancano gli esiti degli ultimi appuntamenti previsti entro fine maggio, pertanto il denominatore dell'estensione al secondo round potrà subire ancora qualche modifica.

In Tabella 1 è riportata l'estensione degli inviti della popolazione eleggibile al primo round per coorte di nascita in ciascuna delle due ULSS. Complessivamente, gli inviti relativi al primo round di screening sono stati proposti a tutta la popolazione eleggibile, a meno di una piccola quota di ragazzi sotto i 14 anni, residenti nell'ULSS 9, per la quale l'appuntamento è fissato entro la fine di maggio 2023.

**Tabella 1 - Estensione del Piano di sorveglianza per ULSS e coorti di nascita - 1° round di sorveglianza**  
P= età pediatrica (<14 anni all'invito)

**Legenda: livello di estensione**

**raggruppato in cinque fasce**

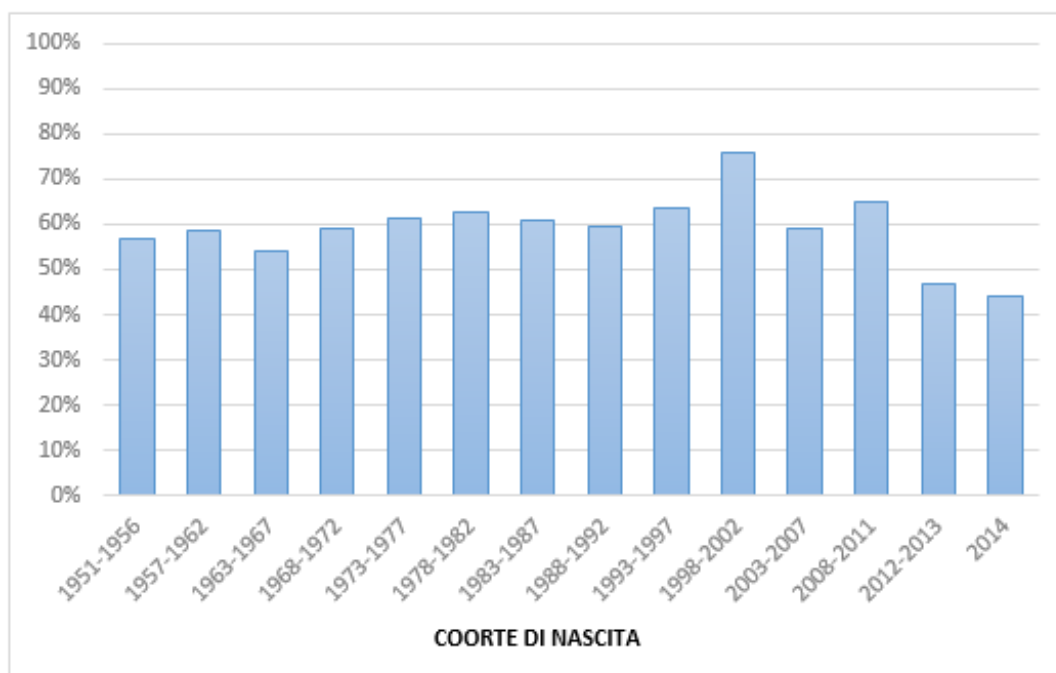
✓	95% - 100%
	75% - 94%
	50% - 74%
	25% - 49%
	0% - 24%

ULSS di presa in carico	COORTE DI NASCITA							
	1951 - 2002	2003 - 2004	2005 - 2006	2007	2008 - 2009 (P)	2010 - 2011 (P)	2012 (P)	2014 (P)
508	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
509	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

In Figura 3 è rappresentata l'adesione per coorti di nascita al Piano di Sorveglianza, che attualmente si attesta intorno al 60% sull'intera popolazione invitata.

Si osserva un'adesione inferiore al 50% nelle ultime coorti pediatriche invitate (2012-2014).

**Figura 3 - Adesione al Piano di sorveglianza per coorti di nascita - 1° round di sorveglianza**



## Esami bioumorali - Risultati del 1° round di sorveglianza

La Tabella 2 mostra, per i vari indicatori bioumorali analizzati nel Piano di Sorveglianza, la percentuale di soggetti, aderenti al primo round, con valori fuori norma e la relativa mediana calcolata, con suddivisione dei soggetti per classi d'età compiuta al momento della chiamata al Piano di Sorveglianza. Si osservano generalmente valori mediani più elevati e una percentuale maggiore di valori fuori norma nelle classi più anziane, soprattutto per gli esami relativi alla funzionalità renale, all'emoglobina glicata (HbA1c) e al profilo lipidico.

**Tabella 2 - Esami bioumorali - Valori mediani e % di valori fuori norma, per classe d'età**

Esame		Classi di età (anni)							
		< 14	14-18	19-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65+
		n= 4.332	n= 7.958	n= 4.695	n= 8.231	n= 10.552	n= 10.754	n=9.551	n=5.076
<b>Creatinina</b> (mg/dl)	Mediana	0,52	0,76	0,83	0,82	0,81	0,82	0,84	0,85
	% fuori norma	0,14%	0,49%	1,26%	1,13%	1,22%	1,52%	3,29%	5,58%
<b>eGFR</b> (ml/min/1,73 mq)	Mediana	170	131	112	105	100	93	86	81
	% fuori norma	0,05%	2,00%	9,69%	17,91%	27,65%	42,29%	61,75%	72,03%
<b>Acido urico</b> (mg/dl)	Mediana	3,8	4,8	4,7	4,6	4,5	4,7	4,9	5,1
	% fuori norma	2,79%	3,91%	3,26%	3,39%	3,89%	6,00%	9,48%	11,15%
<b>ALT</b> (U/L)	Mediana	17	15	17	18	19	21	21	20
	% fuori norma	5,70%	1,72%	3,92%	5,95%	5,68%	6,57%	6,93%	4,24%
<b>AST</b> (U/L)	Mediana	27	21	21	21	21	22	23	23
	% fuori norma	3,53%	1,46%	2,11%	1,97%	1,76%	2,27%	3,50%	3,25%
<b>HbA1c</b> (mmol/mol)	Mediana	34	34	33	33	34	35	38	40
	% fuori norma	3,55%	0,33%	0,40%	0,32%	0,64%	2,38%	6,05%	11,11%
<b>Colesterolo totale</b> (mg/dl)	Mediana	159	147	159	176	185	200	204	195
	% fuori norma	13,02%	7,48%	17,44%	34,09%	45,40%	61,73%	65,98%	56,90%
<b>Colesterolo HDL</b> (mg/dl)	Mediana	58	53	56	58	57	58	59	58
	% fuori norma	5,15%	11,23%	8,33%	8,78%	9,96%	8,71%	8,22%	8,43%
<b>Colesterolo LDL</b> (mg/dl)	Mediana	87	78	82	96	107	120	122	114
	% fuori norma	12,49%	6,95%	12,01%	26,42%	40,86%	56,55%	59,41%	48,76%
<b>Trigliceridi</b> (mg/dl)	Mediana	57	68	79	84	86	86	92	97
	% fuori norma	2,49%	3,91%	8,03%	10,91%	12,39%	10,40%	10,44%	9,71%
<b>TSH</b> (mIU/L)	Mediana	2,20	1,88	1,79	1,69	1,65	1,66	1,64	1,71
	% fuori norma	4,16%	4,54%	4,69%	3,98%	4,61%	4,86%	5,44%	6,21%
<b>Albuminuria</b> (mg/g creat)	Mediana	5	4	3	3	4	4	4	5
	% fuori norma	5,08%	9,91%	6,16%	4,34%	5,14%	4,42%	4,06%	6,05%

### Note metodologiche:

- vengono riportati solo i dati grezzi senza alcun aggiustamento per le abitudini di vita rilevate nell'intervista
- il colesterolo LDL è stato calcolato con la formula di Friedewald
- per gli esami bioumorali dei soggetti di età ≥14 anni sono stati considerati fuori norma i seguenti valori: creatinina maschi >1,30 mg/dl, femmine >1,00 mg/dl; eGFR ≤90 ml/min/1,73 mq; acido urico maschi >7,2 mg/dl, femmine >6,0 mg/dl; ALT maschi >50 U/L, femmine >35 U/L; AST maschi >50 U/L, femmine >35 U/L; HbA1c ≥48 mmol/mol; colesterolo totale ≥190 mg/dl; colesterolo HDL maschi ≤39 mg/dl, femmine ≤43 mg/dl; colesterolo LDL ≥115 mg/dl; trigliceridi >175 mg/dl; TSH <0,27 mIU/L oppure >4,20 mIU/L; albuminuria ≥30 mg/g creat. Per i soggetti di età <14 anni alcuni parametri hanno soglie diverse.

**Abbreviazioni:** eGFR= velocità di filtrazione glomerulare stimata

## PFAS nel siero - Risultati del 1° round di sorveglianza

Per rappresentare le concentrazioni di 12 congeneri PFAS rilevate nel siero dei soggetti aderenti al Piano di Sorveglianza sanitaria, la popolazione è stata suddivisa in gruppi in base all'anno di nascita e all'anno di invito. Questa stratificazione è stata effettuata perché sia l'età sia il periodo di effettuazione delle analisi possono influire sulle concentrazioni di PFAS nel siero. In Tabella 3 viene rappresentata la percentuale di soggetti con concentrazioni superiori al limite di quantificazione (LOQ), pari a 0,5 ng/ml. Risulta evidente che tre congeneri (PFOA, PFOS e PFHxS) sono presenti nel siero in concentrazioni quantificabili nella quasi totalità dei soggetti, di qualunque età. Segue il PFNA, quantificabile complessivamente nel 50% dei soggetti ma con marcate differenze in base all'età e all'anno di invito: la % di soggetti con PFNA quantificabile è più elevata tra le persone più anziane e tra quelle invitate meno recentemente. Per gli altri congeneri le % di soggetti con valori quantificabili sono tutte <50%.

In Tabella 4 sono rappresentate le concentrazioni rilevate (media, mediana, 5° e 95° percentile) per tutti e 12 i congeneri PFAS nella popolazione adulta e pediatrica. In Tabella 5, vengono rappresentati i quattro congeneri principali, PFOA, PFOS, PFHxS e PFNA, stratificando la popolazione in base all'anno di nascita e all'anno di invito. Per tutti e quattro i congeneri si osserva un andamento crescente delle concentrazioni all'aumentare dell'età. Inoltre, soprattutto per PFOA e PFHxS, si osserva che in ciascun gruppo di coorti di nascita le concentrazioni tendono a essere più elevate negli individui esaminati più indietro nel tempo, ossia a minore distanza temporale dall'interruzione dell'esposizione per via idropotabile. Per quanto riguarda il PFNA si osservano valori inferiori e un intervallo più ristretto, rispetto agli altri tre congeneri.

**Tabella 3 - PFAS nel siero - Percentuale di valori quantificabili per classi di nascita e anno di invito.**

La scala dei colori è una rappresentazione visiva della variazione dei valori (il rosso per i valori maggiori, il verde per quelli minori e il giallo per quelli medi). NB: le categorie con numerosità <50 soggetti non sono state rappresentate

Anno nascita	Anno invito	N	% sup LOQ											
			PFBA	PFDeA	PFDoA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS
1951-1961	2019-2020	3480	4,8	31,8	0,3	1,7	0,1	73,5	99,9	0,0	2,5	1,6	99,3	99,9
	2021-2023	7263	3,0	24,0	0,2	0,9	0,3	59,3	99,7	0,2	3,3	0,9	97,9	99,7
1962-1971	2017-2018	1472	1,7	23,0	0,1	1,2	0,1	65,2	100,0	0,0	2,0	0,9	98,9	99,7
	2019-2020	8443	1,6	26,3	0,3	0,9	0,1	58,9	99,8	0,0	4,2	0,7	96,9	99,8
	2021-2023	1771	0,6	24,7	0,2	0,2	0,2	56,2	99,7	0,1	3,4	0,3	97,6	99,9
1972-1981	2017-2018	7042	0,8	19,5	0,1	0,5	0,1	51,7	99,9	0,0	2,7	0,4	96,9	99,8
	2019-2020	4841	0,6	18,3	0,4	0,2	0,0	45,4	99,8	0,0	3,5	0,4	95,4	99,7
	2021-2023	78	2,6	19,2	1,3	1,3	1,3	38,5	100,0	1,3	2,6	1,3	92,3	98,7
1982-1991	2017-2018	7783	0,4	20,1	0,5	0,6	0,0	49,9	99,8	0,0	7,1	1,0	96,5	99,5
	2019-2020	847	0,5	14,1	0,5	0,1	0,0	41,9	99,5	0,0	2,0	0,0	93,6	99,9
	2021-2023	100	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	21,0	93,0	0,0	0,0	0,0	84,0	98,0
1992-2002	2017-2018	8721	3,7	24,1	1,3	2,3	0,5	52,2	99,9	0,2	6,9	5,8	98,4	99,8
	2019-2020	899	0,2	12,0	0,4	0,2	0,0	32,9	100,0	0,0	0,9	0,2	94,0	99,8
	2021-2023	263	0,8	6,1	0,8	0,8	0,8	15,2	98,5	0,8	1,9	0,8	87,8	97,3
2003-2004	2019-2020	1848	0,4	7,3	0,2	0,8	0,0	24,0	100,0	0,0	0,3	0,5	95,8	99,6
2005-2006	2019-2020	96	0,0	6,3	0,0	1,0	0,0	12,5	100,0	0,0	0,0	0,0	91,7	100,0
	2021-2023	1167	0,9	4,2	0,2	0,4	0,1	8,7	99,5	0,1	0,1	0,9	89,6	98,8
2007	2021-2023	660	0,6	2,3	0,0	0,2	0,2	4,9	99,7	0,0	0,2	0,2	88,8	98,3
2008-2009(P)	2017-2018	182	0,6	10,4	1,7	1,1	0,0	39,0	99,5	0,0	1,7	1,1	98,9	98,9
	2019-2020	1713	0,1	5,9	0,1	0,5	0,0	24,6	99,9	0,0	0,4	0,4	96,1	99,3
2010-2011(P)	2019-2020	873	0,2	11,9	0,2	0,2	0,0	32,9	99,8	0,0	0,3	0,3	96,7	99,4
	2021-2023	552	0,5	2,9	0,2	0,2	0,2	6,9	99,1	0,4	0,4	0,5	78,4	94,9
2012-2013(P)	2021-2023	746	0,5	3,9	0,3	0,1	0,1	7,8	99,6	0,5	0,4	0,4	74,9	95,2
2014 (P)	2021-2023	257	0,8	2,7	0,0	0,0	0,0	7,4	99,6	0,0	0,0	0,0	77,8	97,3

Tabella 4 - PFAS nel siero (ng/ml) - Percentili di distribuzione e media dei 12 congeneri PFAS

Età < 14 anni (n=3.331)												
Congenere PFAS	PFBA	PFDeA	PFDaA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS
P5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8
Media	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	23,0	<0,5	<0,5	<0,5	2,0	2,4
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	17,9	<0,5	<0,5	<0,5	1,7	2,0
P95	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	60,9	<0,5	<0,5	<0,5	4,9	5,0
Età ≥ 14 anni (n=56.155)												
Congenere PFAS	PFBA	PFDeA	PFDaA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS
P5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,4	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	1,3
Media	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	64,8	<0,5	<0,5	<0,5	6,8	5,1
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	38,1	<0,5	<0,5	<0,5	3,9	4,0
P95	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	214,3	<0,5	<0,5	<0,5	22,7	12,0

Tabella 5 - PFAS nel siero - Media e percentili di distribuzione per classi di nascita e anno di invito.

La scala dei colori è una rappresentazione visiva della distribuzione dei valori del singolo congenere PFAS (il rosso per i valori maggiori, il verde per quelli minori e il giallo per quelli medi).

NB: le categorie con numerosità <50 soggetti non sono state riportate in tabella

			PFOA				PFOS				PFHxS				PFNA			
Anno nascita	Anno invito	N	P5	Me-dia	Me-diana	P95	P5	Media	Me-diana	P95	P5	Media	Me-diana	P95	P5	Mean	Me-diana	P95
1951-1961	2019 -2020	3480	9,8	111,3	78,5	309,8	2,0	6,2	5,3	13,1	1,5	11,7	8,8	31,6	0,4	0,7	0,6	1,3
	2021 -2023	7263	3,2	81,9	50,4	265,3	1,6	6,6	5,3	15,3	0,7	9,4	6,2	28,2	0,4	0,6	0,5	1,2
1962-1971	2017 -2018	1472	9,1	91,8	64,7	264,7	1,6	5,5	4,7	12,0	1,1	9,9	7,3	28,0	0,4	0,6	0,5	1,2
	2019 -2020	8443	3,6	71,2	41,1	240,7	1,4	5,8	4,6	13,8	0,6	7,9	4,7	25,8	0,4	0,6	0,5	1,2
	2021 -2023	1771	3,1	58,9	34,3	187,0	1,4	5,2	4,1	12,1	0,6	7,1	4,5	22,4	0,4	0,6	0,5	1,1
1972-1981	2017 -2018	7042	3,6	62,0	33,7	217,7	1,2	4,8	3,8	11,0	0,6	6,9	3,7	24,2	0,4	0,6	0,5	1,0
	2019 -2020	4841	2,3	42,8	22,1	149,0	1,3	4,8	3,7	11,4	0,5	5,4	2,9	19,2	0,4	0,5	0,4	1,0
	2021 -2023	78	1,2	26,6	12,9	112,2	0,7	4,3	3,5	10,2	0,4	5,3	3,0	19,2	0,4	0,5	0,4	1,0
1982-1991	2017 -2018	7783	3,3	60,5	34,8	203,3	1,3	4,7	3,8	10,5	0,5	6,3	3,7	20,8	0,4	0,5	0,4	1,0
	2019 -2020	847	1,5	31,4	15,1	118,7	1,2	3,8	3,0	9,3	0,4	3,8	2,0	13,4	0,4	0,5	0,4	1,0
	2021 -2023	100	0,4	20,8	8,5	93,8	0,6	3,0	2,3	7,6	0,4	3,7	1,7	12,4	0,4	0,4	0,4	0,6
1992-2002	2017 -2018	8721	7,2	65,2	50,6	170,3	1,5	4,7	3,8	10,3	0,7	4,8	3,7	12,2	0,4	0,5	0,5	1,0
	2019 -2020	899	2,5	28,6	20,1	81,4	1,1	3,3	2,7	7,2	0,4	2,7	2,0	8,0	0,4	0,5	0,4	0,8
	2021-2023	263	0,8	15,9	9,8	48,5	0,6	2,9	2,5	6,1	0,4	2,3	1,6	6,4	0,4	0,4	0,4	0,6
2003-2004	2019 -2020	1848	4,2	28,7	24,2	67,0	1,1	2,9	2,5	6,2	0,5	2,3	2,0	5,2	0,4	0,4	0,4	0,7
2005-2006	2019 -2020	96	2,2	21,9	19,0	52,0	1,0	2,1	1,8	4,3	0,4	2,0	1,8	4,6	0,4	0,4	0,4	0,6
	2021-2023	1167	1,6	12,9	9,9	33,0	0,7	2,1	1,8	4,5	0,4	1,5	1,2	3,5	0,4	0,4	0,4	0,5
2007	2021 -2023	660	1,7	9,8	7,9	22,4	0,7	2,1	1,7	4,4	0,4	1,3	1,1	2,7	0,4	0,4	0,4	0,4
2008-2009(P)	2017-2018	182	7,7	30,7	25,8	69,1	1,1	3,3	2,4	5,4	0,7	2,5	2,1	5,5	0,4	0,5	0,4	0,8
	2019 -2020	1713	4,6	26,8	21,7	64,4	0,9	2,4	2,0	4,9	0,5	2,2	1,9	5,0	0,4	0,4	0,4	0,7
2010-2011(P)	2019 -2020	873	3,9	23,6	17,9	64,2	1,1	2,8	2,4	5,6	0,5	2,1	1,8	5,2	0,4	0,4	0,4	0,8
	2021-2023	552	1,2	7,8	5,6	23,6	0,4	1,6	1,3	3,7	0,4	1,0	0,8	2,6	0,4	0,4	0,4	0,5
2012-2013(P)	2021-2023	746	1,1	7,8	5,0	22,5	0,5	1,7	1,4	4,0	0,4	1,1	0,8	2,7	0,4	0,4	0,4	0,5
2014 (P)	2021-2023	257	1,2	8,2	4,9	24,4	0,5	1,6	1,2	4,2	0,4	1,1	0,8	3,1	0,4	0,4	0,4	0,5

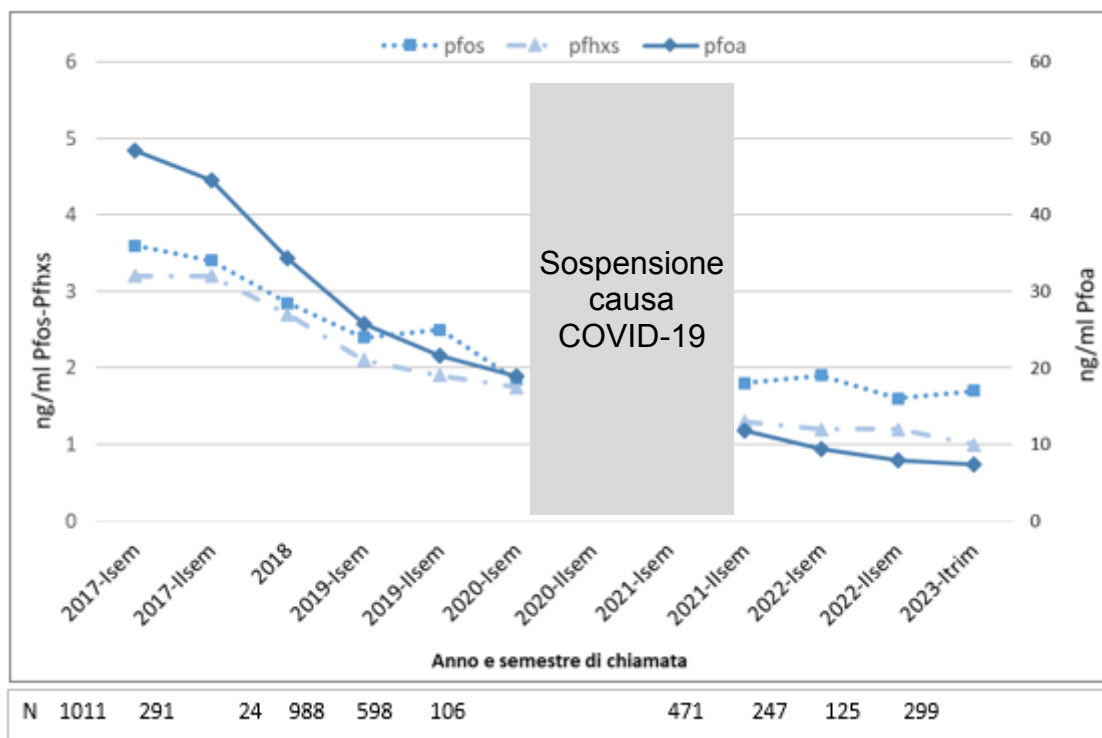
**Note metodologiche:** i valori di PFAS sono espressi in ng/ml e arrotondati alla prima cifra decimale; per le analisi riportate in Tabella 5, ai campioni con valori < LOQ è stato attribuito un valore pari a LOQ/√2. Il percentile rappresenta il valore sotto il quale è raccolta la percentuale dei soggetti indicata, ad esempio: 5° percentile indica il valore sotto il quale si posiziona il 5% delle osservazioni.



Considerato che l'esposizione per via idro-potabile della popolazione residente nell'Area Rossa si è drasticamente ridotta a partire dall'estate del 2013, grazie all'installazione di filtri a carboni attivi in grado di rimuovere i PFAS dall'acqua degli acquedotti, con il trascorrere del tempo ci si attende una progressiva riduzione delle concentrazioni di PFAS nel siero dei residenti. La Figura 4 mostra l'andamento nel tempo delle concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS nei soggetti che al momento del prelievo avevano un'età di 14-15 anni: come atteso, si osserva una tendenza alla riduzione delle concentrazioni sieriche.

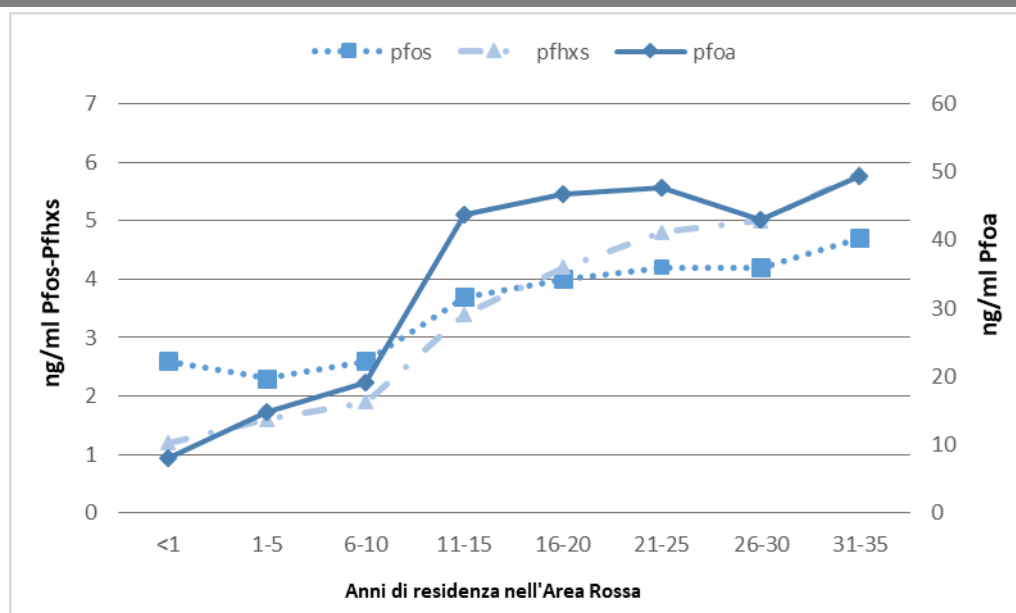
**Figura 4 - Concentrazioni mediane di PFOA, PFOS e PFHxS nei soggetti di 14-15 anni al prelievo, per semestre**

*NB: l'anno 2018 non è stato suddiviso in semestri a causa del basso numero di soggetti invitati*



Poiché PFOA, PFOS e PFHxS si accumulano progressivamente nell'organismo, è atteso che, all'aumentare della durata dell'esposizione a queste sostanze, si osservi un aumento delle loro concentrazioni nel siero. Quest'ipotesi appare confermata dai dati rappresentati in Figura 5, che mostrano un aumento delle concentrazioni sieriche mediane all'aumentare del numero di anni di residenza nell'Area Rossa.

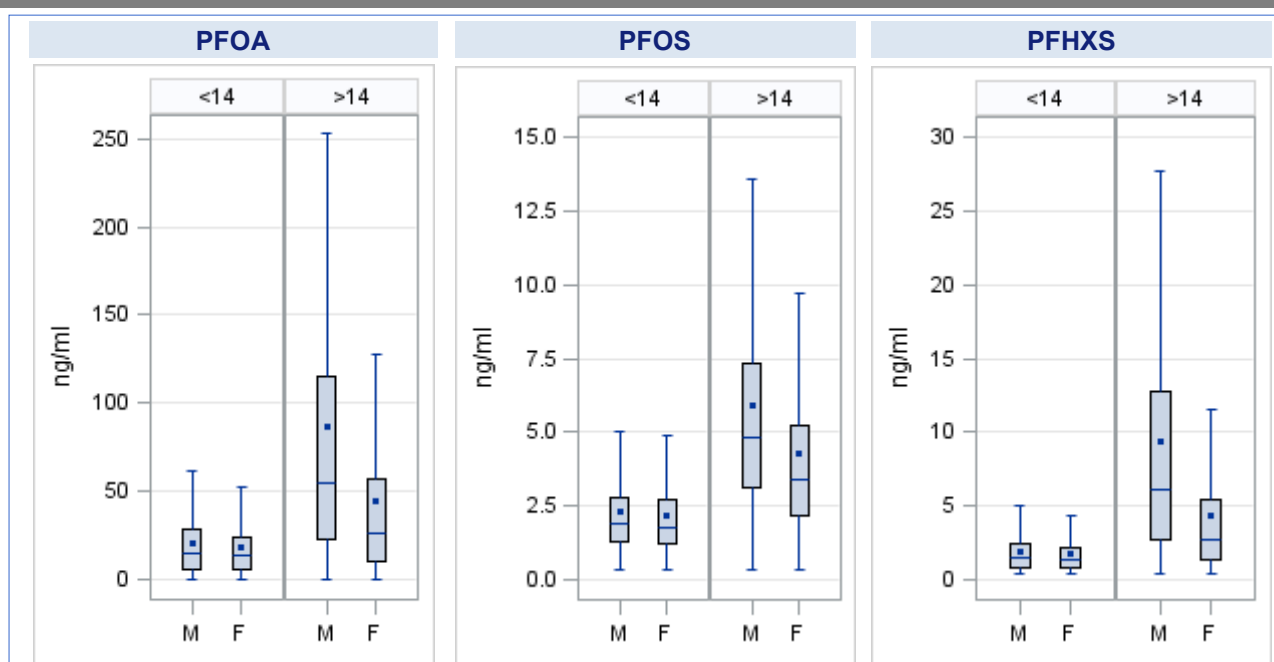
**Figura 5 - Concentrazioni mediane di PFOA, PFOS e PFHxS per durata della residenza in Area Rossa**



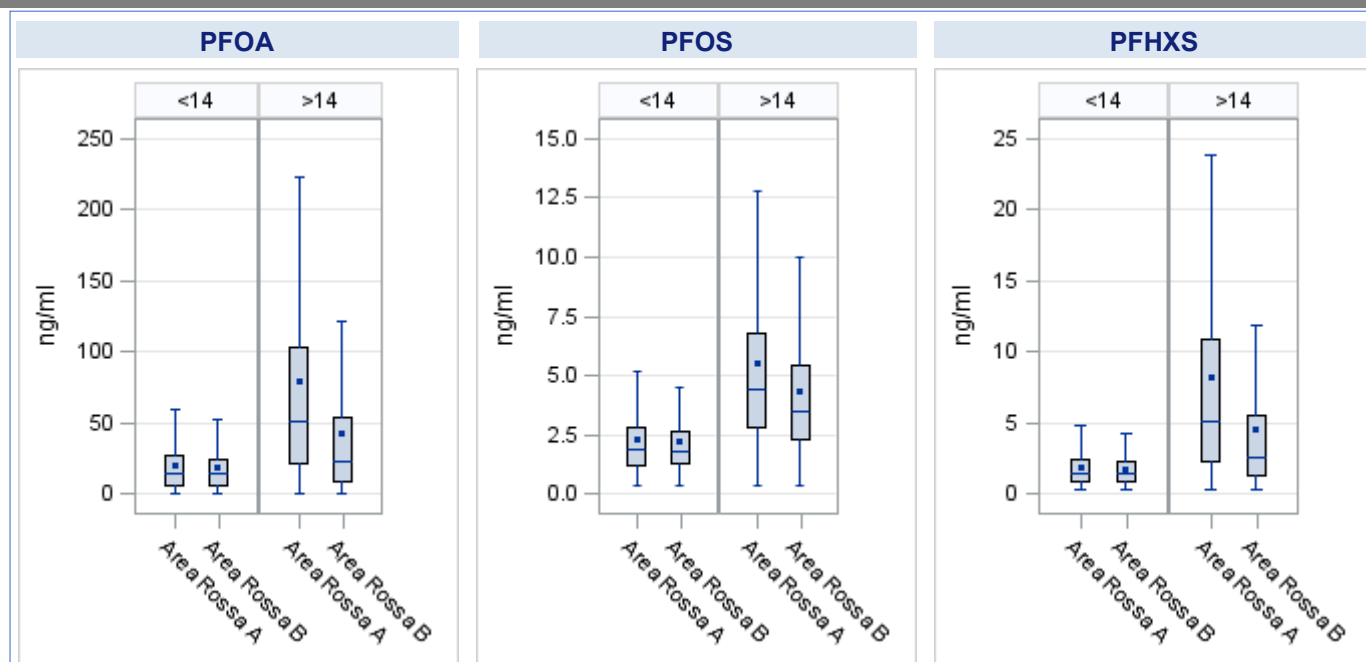
Le concentrazioni sieriche di PFAS variano a seconda del genere, dell'età e della zona di residenza (Area Rossa A oppure B). Come illustrato in Figura 6, i valori di PFOA, PFOS e PFHxS risultano mediamente più elevati nei maschi rispetto alle femmine e nei soggetti di età >14 anni rispetto a quelli di età <14 anni. La differenza fra generi è influenzata dalla fascia d'età, risultando più marcata nel gruppo di soggetti di età >14 anni. Inoltre, si osservano concentrazioni mediamente più elevate tra i residenti nell'Area Rossa A rispetto ai residenti nell'Area Rossa B (Figura 7). Anche in questo caso, la differenza risulta più pronunciata nel gruppo di soggetti di età >14 anni.

Per spiegare questi dati, si consideri che il bioaccumulo di PFAS è proporzionale alla durata dell'esposizione, a sua volta correlata all'età del soggetto. Pertanto, eventuali differenze nella velocità di bioaccumulo diventano più evidenti con l'età. Le femmine durante l'età fertile bioaccumulano meno PFAS rispetto ai maschi, a causa dell'escrezione attraverso le mestruazioni, la gravidanza e l'allattamento. I residenti nell'Area Rossa A, dove la contaminazione ha interessato non solo la rete acquedottistica ma anche matrici ambientali come le acque sotterranee, mostrano un maggiore bioaccumulo rispetto ai residenti dell'Area Rossa B, in cui sono stati coinvolti solo gli acquedotti.

**Figura 6 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS suddivise per genere**



**Figura 7 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS nelle Aree Rossa A e B**





## PFAS nel siero - Risultati in itinere del 2° round di sorveglianza

Da settembre 2020 ad aprile 2023, i soggetti che hanno completato il secondo round di sorveglianza, e per i quali sono disponibili gli esiti, sono complessivamente 11.470. La distribuzione per età è mostrata in Figura 8.

Su questi 11.470 individui è stato quindi possibile mettere a confronto le concentrazioni di PFAS nel siero rilevate al 1° round con quelle rilevate al 2° round. La distanza temporale media tra i due round è di 3 anni e 10 mesi (min= 2 anni e 7 mesi; max= 5 anni e 9 mesi). In Figura 9 sono rappresentati, mediante boxplot, i valori minimi, massimi, medi e mediani, nonché la deviazione standard, delle concentrazioni di PFOA, PFOS e PFHxS rilevate nel siero al 1° e al 2° round. Si nota un evidente calo delle concentrazioni sieriche per tutti e tre i composti. Il calo più pronunciato riguarda il PFOA, con la concentrazione mediana scesa da 41.7 ng/ml del 1° round a 15.8 ng/ml del 2° round, corrispondente a un decremento del 62%. Nel caso di PFOS e PFHxS il decremento osservato tra 1° e 2° round è stato rispettivamente del 24% (mediana scesa da 4.1 a 3.1 ng/ml) e del 38% (mediana scesa da 3.9 a 2.4 ng/ml).

Figura 8 - Distribuzione per età dei soggetti sottoposti al 2° round di sorveglianza.

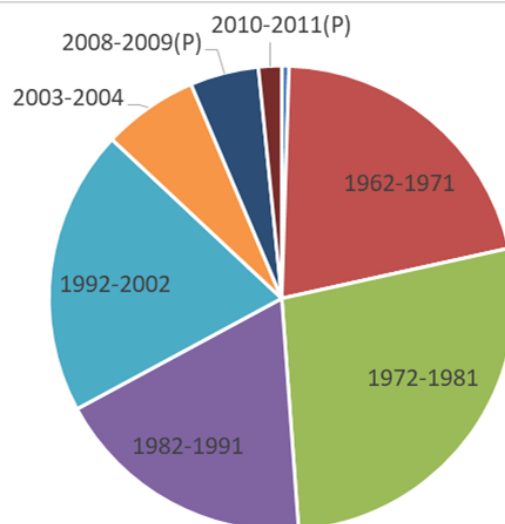
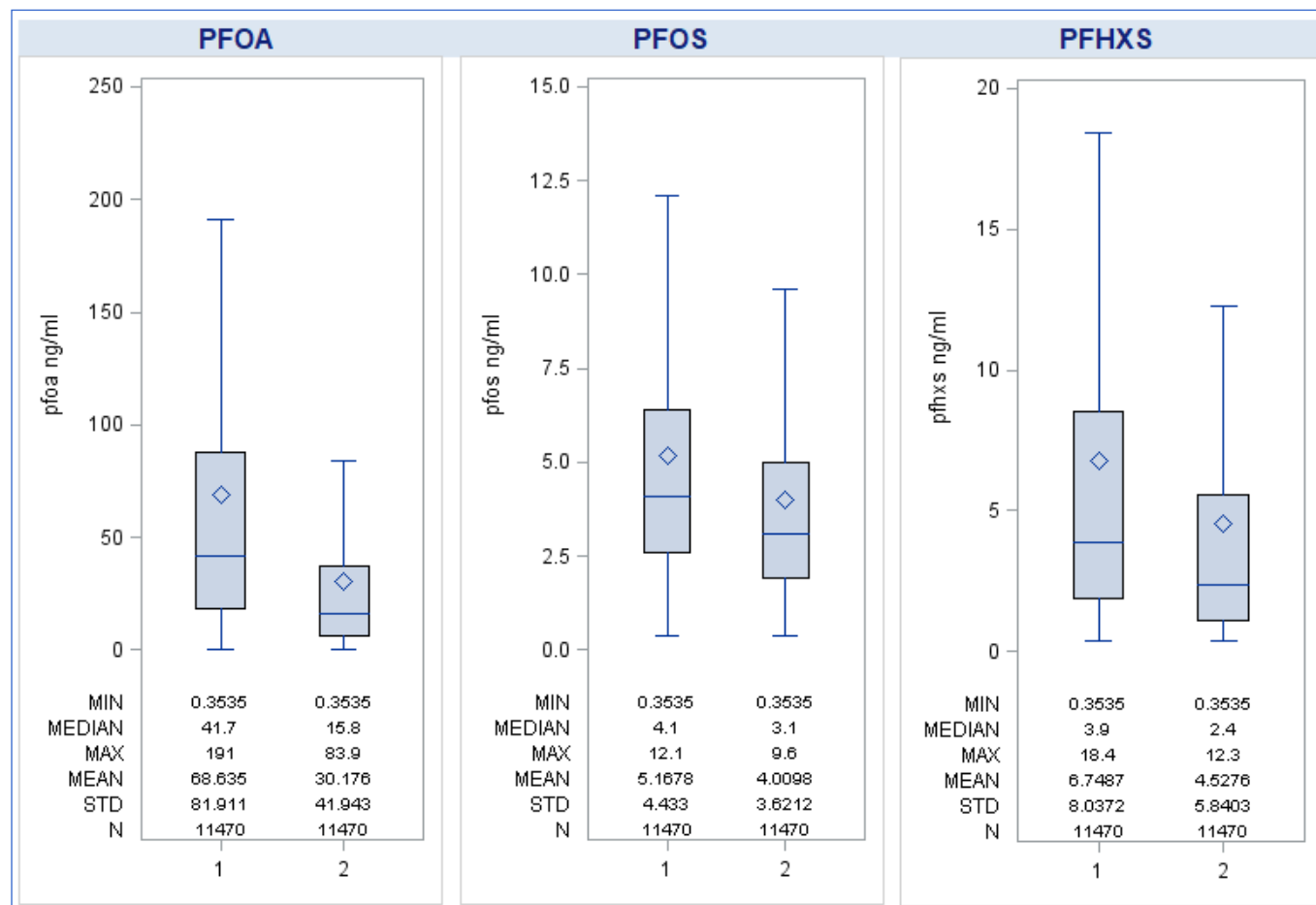


Figura 9 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS - Confronto tra 1° e 2° round di sorveglianza



In Figura 10 vengono rappresentati gli stessi dati della Figura 9, suddividendo però la popolazione in base al sesso. Si osserva che il decremento percentuale di concentrazioni sieriche di PFAS tra 1° e 2° round è più pronunciato nelle femmine rispetto ai maschi. Più in dettaglio, la mediana di PFOA si è ridotta del 66% nelle femmine e del 57% nei maschi; la mediana di PFOS si è ridotta del 29% nelle femmine e del 21% nei maschi; la mediana di PFHxS si è ridotta del 46% nelle femmine e del 32% nei maschi. La Figura 11 illustra il calo delle concentrazioni di PFOA, PFOS e PFHxS tra 1° e 2° round stratificando la popolazione in base alla residenza nell'Area Rossa A oppure B. Come si può osservare anche dalla variazione % delle mediane, entrambi i gruppi sono interessati da un calo delle concentrazioni, tuttavia esso è un po' più marcato nei residenti dell'Area Rossa A.

Figura 10 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS - Confronto tra 1° e 2° round stratificato per sesso

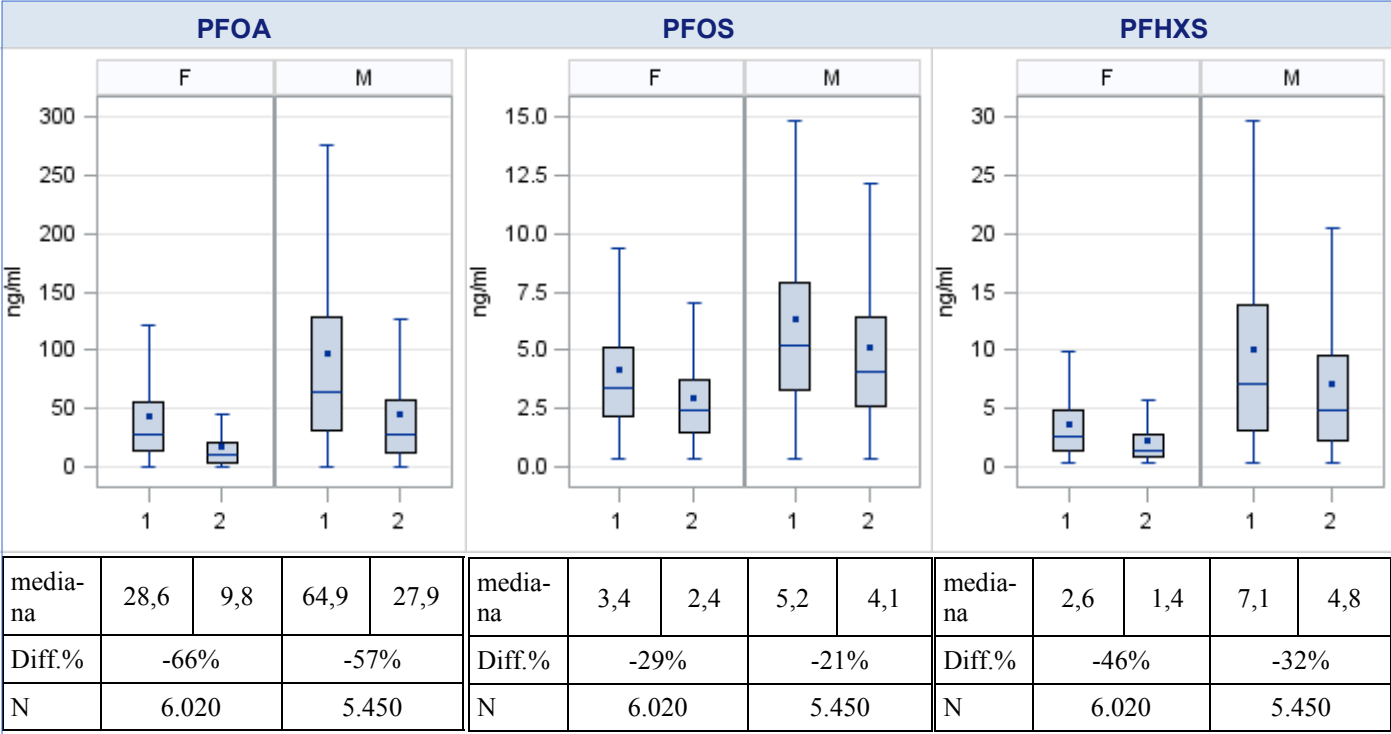
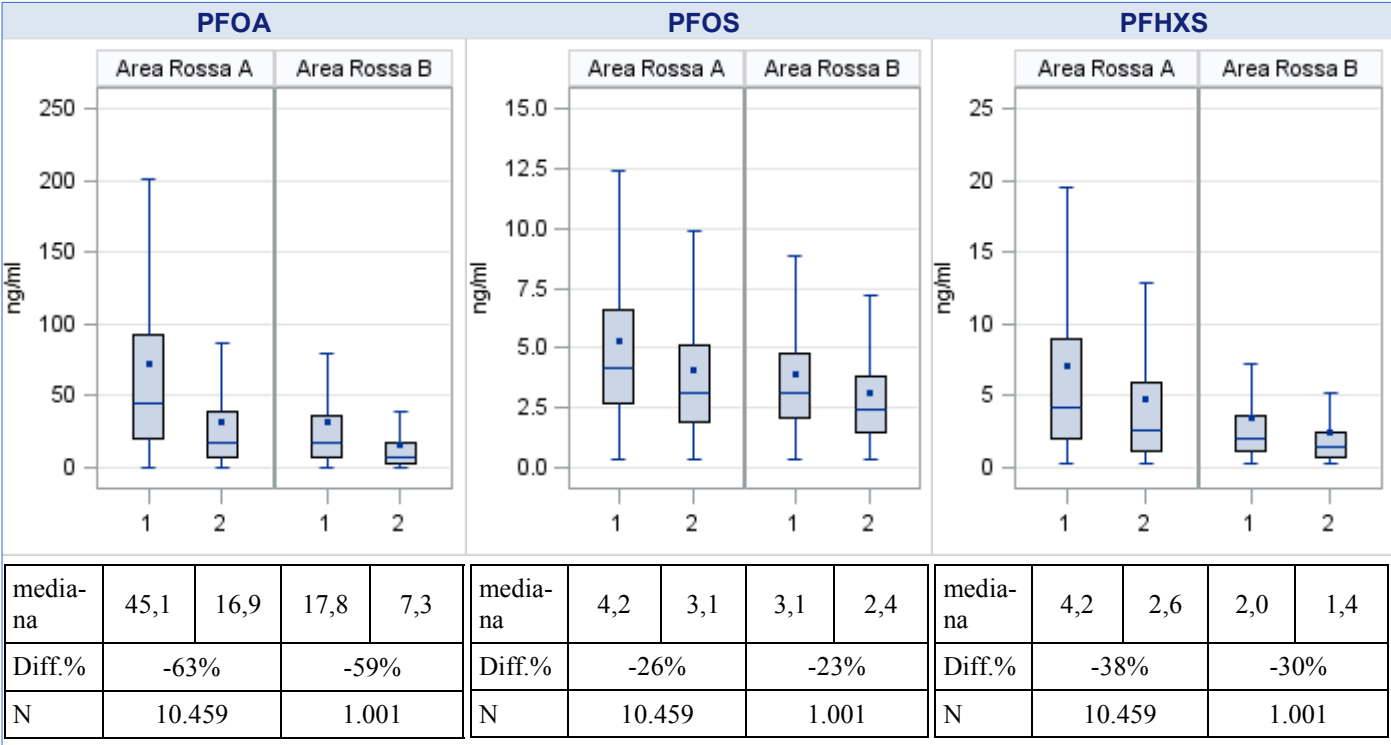


Figura 11 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS - Confronto tra 1° e 2° round stratificato per area rossa A e B



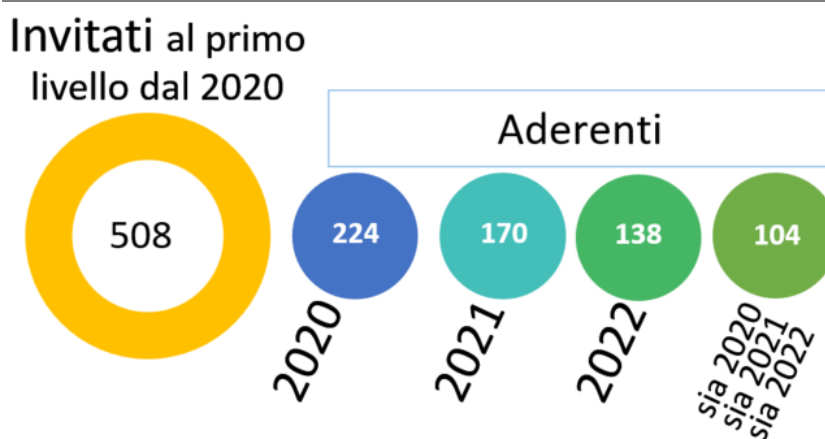
## SORVEGLIANZA SANITARIA DEGLI EX-LAVORATORI DELLA DITTA RIMAR-MITENI

In base alla DGR n. 1495 del 15.10.2019, tutti gli ex-lavoratori della ditta RIMAR-MITENI hanno diritto ad uno specifico programma di sorveglianza sanitaria che viene gestito dall'Azienda ULSS 8 Berica. Il programma di sorveglianza ricalca le modalità organizzative di quello dedicato alla popolazione generale, prevedendo però alcuni accertamenti di laboratorio e strumentali aggiuntivi. La DGR 1495/2019 ha previsto in prima battuta una cadenza annuale della sorveglianza, con possibilità di successiva rimodulazione della periodicità.

Come rappresentato in Figura 12, l'intera popolazione eleggibile (n=508 ex-lavoratori) è stata invitata una prima volta nel 2020, una seconda volta nel 2021 e una terza volta nel 2022. Gli aderenti sono stati 224 nel 2020, 170 nel 2021 e 138 nel 2022. Un sottoinsieme di 104 soggetti ha aderito a tutte e tre le chiamate di sorveglianza.

L'83% degli ex-lavoratori sottoposti a sorveglianza sono maschi, con un'età mediana di 57 anni nel 2020 e di 60 anni nel 2022.

Figura 12 - Ex-lavoratori invitati e aderenti nel 2020, 2021 e 2022



La Tabella 6 illustra i risultati degli esami bioumorali: vengono indicati la percentuale di individui con risultati al di fuori dell'intervallo di normalità e la distribuzione dei valori osservati. Gli intervalli di normalità sono riportati in Tabella 7.

In aggiunta agli esami elencati in Tabella 6, il protocollo di sorveglianza sanitaria prevede anche la determinazione di due marcatori di epatite virale di tipo B (Antigene S – HBsAg) e di tipo C (anticorpi anti-HCV). È risultato positivo all'HBsAg lo 0,45% degli individui testati nel 2020 e nessuno di quelli testati nel 2021 e nel 2022. È risultato positivo agli anticorpi anti-HCV il 2,68% degli individui testati nel 2020, il 2,35% nel 2021 e il 2,9% nel 2022.

In Tabella 8 sono riportate le concentrazioni sieriche dei 14 diversi congeneri PFAS determinati, distinguendo i soggetti esaminati per anno di chiamata. Si sottolinea che i tre gruppi sono composti da persone in parte diverse, in quanto solo 104 soggetti hanno aderito a tutte e tre le chiamate. Il PFOA è risultato quantificabile in tutti gli individui esaminati e ha mostrato le concentrazioni più elevate rispetto agli altri congeneri (per il 2020 mediana 78,8 ng/ml, con massimo fino a oltre 13.000 ng/ml; per il 2021 mediana 48,2 ng/ml con massimo 8.700 ng/ml; per il 2022 mediana 32,6 ng/ml con massimo 6.116 ng/ml); anche PFOS e PFHxS sono risultati quantificabili in tutti o quasi tutti gli individui con concentrazioni significative, anche se più contenute rispetto al PFOA; gli altri congeneri invece sono risultati non quantificabili in una larga proporzione di soggetti e, laddove quantificabili, si sono attestati su concentrazioni modeste. In generale si osserva un andamento decrescente delle concentrazioni dal 2020 al 2022.

Mettendo a confronto i dati del 2020, del 2021 e del 2022 nei 104 ex-lavoratori che hanno aderito all'invito in tutte e tre le occasioni (Figura 13), si osserva anche in questo caso un decremento delle concentrazioni di PFOA (mediana da 105 ng/ml nel 2020 a 41 ng/ml nel 2022), di PFOS (mediana da 8,6 ng/ml nel 2020 a 6,4 ng/ml nel 2022) e di PFHxS (mediana da 11 ng/ml nel 2020 a 4 ng/ml nel 2022).

Tabella 6 - Esami bioumorali - Valori mediani e % di valori fuori norma, per anno

	Anno 2020: 224 aderenti			Anno 2021: 170 aderenti			Anno 2022: 138 aderenti		
Esame	% fuori norma	Mediana	Media	% fuori norma	Mediana	Media	% fuori norma	Mediana	Media
Creatinina (mg/dl)	5,4%	0,96	0,97	7,6%	0,95	1,0	6,5%	0,96	1,0
eGFR (ml/min/1,73 mq)	62,9%	86	85	61,8%	86,00	83,7	50,7%	90	87,2
Acido urico (mg/dl)	6,7%	5,5	5,5	8,2%	5,30	5,5	6,5%	5,35	5,4
ALT (U/L)	12,9%	27,5	33,1	11,2%	24,00	29,4	5,8%	26	28,1
AST (U/L)	4,5%	27	28	2,9%	27,00	27,8	0,7%	28	28,1
HbA1c (mmol/mol)	6,3%	37	38	5,3%	37,00	38,4	5,1%	36,5	37,4
Colesterolo totale (mg/dl)	65,2%	204	203	62,4%	202,00	198,7	58,7%	199	196,8
Colesterolo HDL (mg/dl)	10,7%	54	55	10,0%	56,00	58,0	9,4%	55	56,6
Col. LDL calcolato (mg/dl)	59,4%	122	122	55,3%	120,00	117,4	53,6%	117	116,8
Trigliceridi (mg/dl)	13,4%	105	118	15,3%	102,00	116,8	11,6%	95	110,9
TSH (mIU/L)	5,8%	1,79	2,09	4,1%	1,74	1,9	7,2%	1,77	2,2
Leucociti (x10 <sup>9</sup> /L)	1,8%	6,22	6,43	1,8%	6,44	6,6	5,1%	6,3	6,7
Neutrofili (x10 <sup>9</sup> /L)	11,6%	3,33	3,60	9,4%	3,63	4,7	15,2%	3,65	4,2
Linfociti (x10 <sup>9</sup> /L)	4,0%	1,93	2,03	4,7%	1,92	2,6	5,8%	2	2,3
Monociti (x10 <sup>9</sup> /L)	0,4%	0,52	0,53	1,8%	0,53	0,7	1,4%	0,6	0,7
Eosinofili (x10 <sup>9</sup> /L)	2,2%	0,16	0,19	3,5%	0,15	0,2	4,3%	0,2	0,2
Basofili (x10 <sup>9</sup> /L)	0,0%	0,05	0,05	1,8%	0,04	0,1	0,0%	0	0,0
Piastrine (x10 <sup>9</sup> /L)	4,0%	243	248	3,5%	246,50	246,2	7,2%	239	246,5
Eritrociti (x10 <sup>12</sup> /L)	6,7%	4,93	4,94	10,6%	4,90	4,9	5,8%	4,91	4,9
Emoglobina (g/L)	6,7%	153	151	7,6%	153,00	151,1	6,5%	154	152,6
Ematocrito	6,3%	0,45	0,45	12,4%	0,45	0,5	8,0%	0,46	0,4
MCV (fl)	3,6%	90	91	5,3%	91,65	91,8	5,1%	92,1	92,4
MCH (pg)	6,3%	31	31	5,3%	30,80	30,8	6,5%	31,1	31,1
MCHC (g/L)	6,3%	338	338	3,5%	335,00	335,3	8,7%	336,5	337,1
Urine: albumina (mg/g creatinina)	3,6%	4	10,20	4,7%	4,00	9,3	5,1%	4,86	15,0
Urine: proteine (mg/g creatinina)	1,8%	0	5,36	0,0%	0,00	0,2	0,7%	0	4,3
Urine: glucosio (mg/dl)	2,2%	0	14,96	3,5%	0,00	27,1	2,9%	0	29,0
Urine: acetone (mg/dl)	3,6%	0	0,22	1,2%	0,00	0,1	0,7%	0	0,1
Urine: emoglobina (mg/dl)	5,8%	0	0,01	4,7%	0,00	0,0	3,6%	0	0,0
Urine: leucociti/ml	15,2%	0	19,22	10,6%	0,00	6,6	8,7%	0	13,4
Urine: eritrociti/ml	5,8%	0	4,93	3,5%	0,00	2,3	2,9%	0	2,5

**Note metodologiche:**

- vengono riportati solo i dati grezzi senza alcun aggiustamento per le abitudini di vita rilevate nell'intervista
- il colesterolo LDL è stato calcolato con la formula di Friedewald
- gli intervalli di normalità degli esami bioumorali sono riportati nella **Tabella 7** alla pagina seguente.

**Abbreviazioni:** eGFR= velocità di filtrazione glomerulare stimata; MCV= volume corpuscolare medio; MCH= emoglobina corpuscolare media; MCHC= concentrazione media di emoglobina corpuscolare

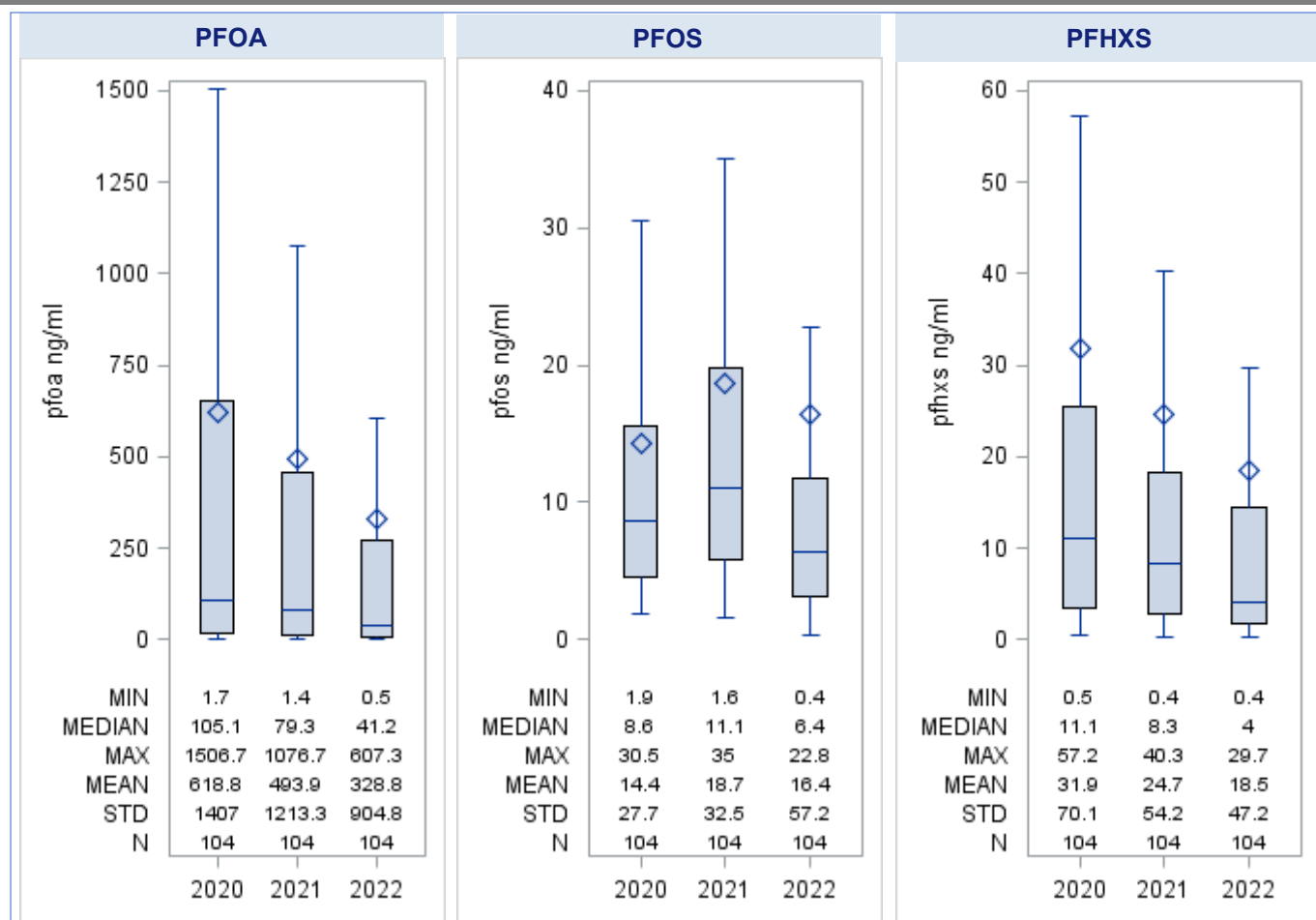
**Tabella 7 - Esami bioumorali negli ex-lavoratori - Intervalli di normalità**

<i>Biomarcatore</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Intervallo di normalità - MASCHI</i>	<i>Intervallo di normalità - FEMMINE</i>
<i>Creatinina</i>	<i>mg/dl</i>	<i>&lt;=1,30</i>	<i>&lt;=1,00</i>
<i>eGFR</i>	<i>ml/min/1,73 mq</i>	<i>&gt;90</i>	<i>&gt;90</i>
<i>Acido urico</i>	<i>mg/dl</i>	<i>&lt;=7,2</i>	<i>&lt;=6,0</i>
<i>ALT</i>	<i>U/L</i>	<i>&lt;=50</i>	<i>&lt;=35</i>
<i>AST</i>	<i>U/L</i>	<i>&lt;=50</i>	<i>&lt;=35</i>
<i>HbA1c</i>	<i>mmol/mol</i>	<i>&lt;48</i>	<i>&lt;48</i>
<i>Colesterolo totale</i>	<i>mg/dl</i>	<i>&lt;190</i>	<i>&lt;190</i>
<i>Colesterolo HDL</i>	<i>mg/dl</i>	<i>&gt;=40</i>	<i>&gt;=44</i>
<i>Colesterolo LDL calcolato</i>	<i>mg/dl</i>	<i>&lt;115</i>	<i>&lt;115</i>
<i>Trigliceridi</i>	<i>mg/dl</i>	<i>&lt;=175</i>	<i>&lt;=175</i>
<i>TSH</i>	<i>mIU/L</i>	<i>0,27-4,20</i>	<i>0,27-4,20</i>
<i>Leucociti</i>	<i>Numero x10<sup>9</sup>/L</i>	<i>&lt;=70 anni: 3,5-11,0   &gt;70 anni: 3,5-12,5</i>	<i>&lt;=70 anni: 3,5-11,0   &gt;70 anni: 3,5-12,5</i>
<i>Neutrofili</i>	<i>Numero x10<sup>9</sup>/L</i>	<i>&lt;=70 anni: 1,9-5,3   &gt;70 anni: 1,5-6,7</i>	<i>&lt;=70 anni: 1,1-6,6   &gt;70 anni: 1,6-6,7</i>
<i>Linfociti</i>	<i>Numero x10<sup>9</sup>/L</i>	<i>&lt;=70 anni: 0,9-3,4   &gt;70 anni: 0,2-3,1</i>	<i>&lt;=70 anni: 0,9-3,4   &gt;70 anni: 0,2-3,1</i>
<i>Monociti</i>	<i>Numero x10<sup>9</sup>/L</i>	<i>&lt;=70 anni: 0,2-1,3   &gt;70 anni: 0,2-1,7</i>	<i>0,2-1,3</i>
<i>Eosinofili</i>	<i>Numero x10<sup>9</sup>/L</i>	<i>&lt;=0,5</i>	<i>&lt;=0,5</i>
<i>Basofili</i>	<i>Numero x10<sup>9</sup>/L</i>	<i>&lt;=0,2</i>	<i>&lt;=0,2</i>
<i>Piastrine</i>	<i>Numero x10<sup>9</sup>/L</i>	<i>110-330</i>	<i>115-370</i>
<i>Eritrociti</i>	<i>Numero x10<sup>12</sup>/L</i>	<i>4,10 - 5,65</i>	<i>3,70-5,15</i>
<i>Emoglobina</i>	<i>g/L</i>	<i>125-169</i>	<i>110-153</i>
<i>Ematocrito</i>	<i>adimensionale</i>	<i>&lt;=70 anni: 0,38-0,49   &gt;70 anni: 0,39-0,49</i>	<i>&lt;=70 anni: 0,32-0,45   &gt;70 anni: 0,37-0,47</i>
<i>MCV</i>	<i>fl</i>	<i>82-100</i>	<i>82-100</i>
<i>MCH</i>	<i>pg</i>	<i>27-34</i>	<i>27-34</i>
<i>MCHC</i>	<i>g/L</i>	<i>&lt;=70 anni: 313-355   &gt;70 anni: 310-355</i>	<i>&lt;=70 anni: 312-355   &gt;70 anni: 303-355</i>
<i>Urine: albumina</i>	<i>mg/g creatinina</i>	<i>&lt;30</i>	<i>&lt;30</i>
<i>Urine: proteine</i>	<i>mg/g creatinina</i>	<i>&lt;80</i>	<i>&lt;80</i>
<i>Urine: glucosio</i>	<i>mg/dl</i>	<i>&lt;100</i>	<i>&lt;100</i>
<i>Urine: acetone</i>	<i>mg/dl</i>	<i>&lt;5</i>	<i>&lt;5</i>
<i>Urine: emoglobina</i>	<i>mg/dl</i>	<i>&lt;0,03</i>	<i>&lt;0,03</i>
<i>Urine: leucociti</i>	<i>Numero/ml</i>	<i>&lt;20</i>	<i>&lt;20</i>
<i>Urine: eritrociti</i>	<i>Numero/ml</i>	<i>&lt;20</i>	<i>&lt;20</i>

Tabella 8- PFAS (ng/ml) nel siero negli ex-lavoratori - Media e percentili di distribuzione

Anno 2020: 224 aderenti														
Congenere PFAS	PFBA	PFDeA	PFDoA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS	cC6O4	HFPO_DA
P5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,4	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	2,3	<0,5	<0,5
Media	<0,5	0,6	<0,5	1,0	<0,5	1,0	588,3	<0,5	<0,5	1,4	30,2	13,1	<0,5	<0,5
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	78,8	<0,5	<0,5	<0,5	6,8	7,3	<0,5	<0,5
P95	<0,5	1,2	<0,5	1,0	<0,5	2,0	2650,0	<0,5	0,5	2,4	121,0	39,4	<0,5	<0,5
Anno 2021: 170 aderenti														
Congenere PFAS	PFBA	PFDeA	PFDoA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS	cC6O4	HFPO_DA
P5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,2	<0,5	<0,5
Media	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	384,3	<0,5	<0,5	<0,5	20,2	16,9	<0,5	<0,5
Mediana	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	48,2	<0,5	<0,5	<0,5	5,6	9,0	<0,5	<0,5
P95	<0,5	1,2	<0,5	<0,5	<0,5	1,8	1633,0	<0,5	0,6	<0,5	83,2	54,9	<0,5	<0,5
Anno 2022: 138 aderenti														
Congenere PFAS	PFBA	PFDeA	PFDoA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS	cC6O4	HFPO_DA
P5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5
Media	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	304,5	<0,5	<0,5	<0,5	18,1	15,2	<0,5	<0,5
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	32,6	<0,5	<0,5	<0,5	3,8	6,3	<0,5	<0,5
P95	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	1210,0	<0,5	<0,5	<0,5	68,8	41,4	<0,5	<0,5

Figura 13 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS - Confronto tra 1°, 2° e 3° round di sorveglianza nei 104 ex-lavoratori aderenti nel 2020, nel 2021 e nel 2022



## Il Piano di Sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a PFAS

Il Piano di sorveglianza sanitaria, approvato con DGR 2133 del 23/12/2016 ed integrato con DGR 691 del 21/05/2018, ha come obiettivo l'identificazione di malattie cronico-degenerative dovute all'esposizione a PFAS e a scorretti stili di vita, attraverso la presa in carico sanitaria della popolazione esposta. Il Piano è rivolto ai residenti nei 30 Comuni (alcuni coinvolti solo parzialmente) dell'area di massima esposizione sanitaria ("Area Rossa", vedi Figura 14) nati tra il 1951 e il 2002, e per l'età pediatrica, dal 2003 al 2014.

Il protocollo di sorveglianza include:

- un'intervista con un operatore sanitario per individuare abitudini di vita non salutari e fornire informazioni e consigli su come proteggere la propria salute
- la misurazione della pressione arteriosa
- esami del sangue e delle urine per valutare la funzionalità di fegato, reni e tiroide ed eventuali alterazioni del metabolismo dei grassi e degli zuccheri
- il dosaggio di dodici tipi di PFAS nel siero
- l'invio ad ambulatori specialistici di 2° livello per la presa in carico delle persone con alterazioni della pressione arteriosa o degli esami bioumorali e PFAS elevati.

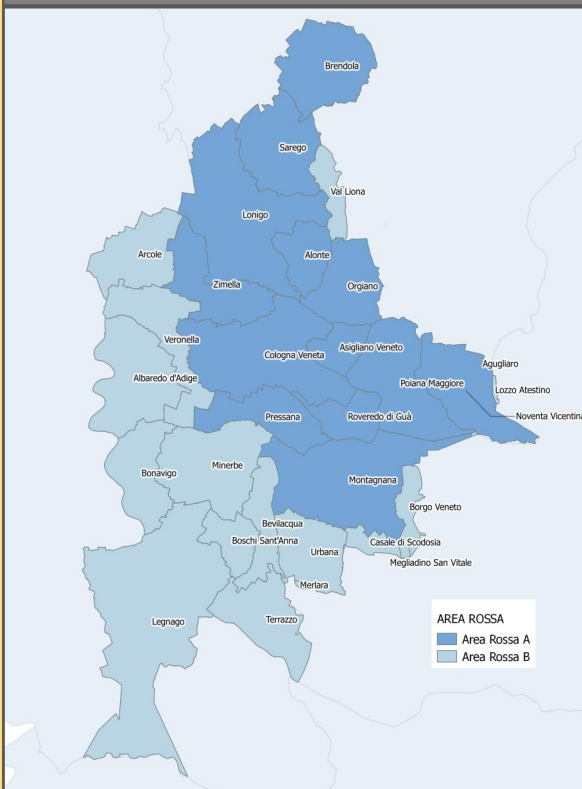
La DGR 2133 del 23/12/2016, aggiornata con DGR 619 del 21/05/2018, individua all'interno dell'"Area Rossa" due sotto-aree:

- **Area Rossa A:** comprendente i Comuni serviti da acquedotti inquinati prima dell'applicazione dei filtri e localizzati sopra il plume di contaminazione della falda sotterranea (Alonte, Asigliano Veneto, Brendola, Cologna Veneta, Lonigo, Montagnana, Noventa Vicentina, Pojana Maggiore, Pressana, Roveredo di Guà, Sarego, Zimella, Orgiano\*)
- **Area Rossa B:** comprendente i Comuni serviti da acquedotti inquinati prima dell'applicazione dei filtri ma esterni al plume di contaminazione della falda sotterranea (Albaredo d'Adige, Arcole, Bevilacqua, Bonavigo, Boschi Sant'Anna, Legnago, Minerbe, Terrazzo, Veronella, Agugliaro\*\*, Borgo Veneto\*\*, Casale di Scodosia\*\*, Lozzo Atestino\*\*, Medaglini San Vitale\*\*, Merlara\*\*, Urbana\*, Val Liona\*\*).

\*Comuni inseriti nell'Area Rossa con DGR 619/2018

\*\*Comuni interessati parzialmente o per una frazione, inseriti nell'Area Rossa con DGR 619/2018

Figura 14: Area di massima esposizione sanitaria



## Questo Rapporto in sintesi

- ⇒ Alla data del 18/04/2023, la quasi totalità della popolazione eleggibile al Piano di Sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a PFAS è stato invitato al primo round di sorveglianza. Oltre 61.000 persone hanno completato gli accertamenti di primo livello. L'adesione complessiva al programma è di circa il 60%.
- ⇒ Per quanto riguarda gli esami bioumorali, il colesterolo e gli indici di funzionalità renale risultano essere gli indicatori con percentuale più elevata di valori "fuori norma". I valori mediani e la percentuale di valori "fuori norma" tendono ad aumentare con l'età, come atteso considerando che i processi fisiologici di invecchiamento e la presenza di patologie croniche (più frequenti con l'età) possono determinare un'alterazione degli indicatori esaminati. In mancanza di dati su altre popolazioni non esposte a PFAS, comparabili con quelli presentati in questo rapporto, non è possibile valutare se la prevalenza di alterazioni degli esami bioumorali osservata sia diversa da quella che si osserverebbe in una popolazione non esposta sottoposta allo stesso tipo di indagine.
- ⇒ Nella quasi totalità dei soggetti esaminati dall'inizio del Piano di sorveglianza, tre congeneri PFAS (PFOA, PFOS e PFHxS) presentano concentrazioni sieriche quantificabili. Tra gli altri congeneri, quello più frequentemente quantificabile è il PFNA.
- ⇒ Si confermano le differenze, già riportate nei rapporti precedenti, nelle concentrazioni sieriche di PFAS tra maschi e femmine e tra Area Rossa A e B. Si conferma inoltre che una maggiore durata della residenza nell'Area Rossa si associa a più alte concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS, ad indicare che un'esposizione più prolungata determina un maggiore bioaccumulo di PFAS nell'organismo.
- ⇒ Con il passare del tempo, si osserva una progressiva riduzione delle concentrazioni sieriche di PFAS nella popolazione esposta, evidente mettendo a confronto individui esaminati alla stessa età ma in momenti diversi.
- ⇒ Le analisi sui 11.470 individui partecipanti al 2° round di sorveglianza mostrano un netto calo delle concentrazioni di PFAS (in particolare PFOA) rispetto al 1° round, testimoniando l'efficacia delle misure adottate per ridurre l'esposizione della popolazione.
- ⇒ Le analisi sugli ex-lavoratori sottoposti a sorveglianza nel 2020, nel 2021 e nel 2022 mostrano anch'esse un progressivo calo delle concentrazioni di PFAS.



## APPENDICE - Concentrazioni di PFAS nel siero in altre popolazioni

Studio (autori, rivista, anno di pubblicazione)	Caratteristiche popolazione studiata	PFOA mediana (ng/ml)	PFOS mediana (ng/ml)	PFHxS mediana (ng/ml)	PFNA mediana (ng/ml)
Frisbee et al. Environmental Health Perspectives, 2009	Individui di tutte le età residenti in area contaminata (valle Ohio)	28,2	20,2	3,2	1,4
CDC National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, 2021 (campione rappresentativo della popolazione USA, anni 2017-2018)	Individui di età ≥20 anni	1,47	4,70	1,20	0,40
	Individui di età 12-19 anni	1,17	2,60	0,80	0,40
CDC Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, 2019 (campione rappresentativo della popolazione USA, anni 2013-2014)	Bambini di età 6-11 anni	1,94	4,02	0,85	0,75
Ingelido et al. Chemosphere, 2010	Adulti 20-65 anni residenti in città italiane con esposizione di fondo	3,59	6,31	non dosato	non dosato
Ingelido et al. Environment International, 2018 (studio di biomonitoraggio coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità, anni 2015-2016)	Adulti 20-51 anni residenti in Comuni del Veneto contaminati	13,77	8,69	2,98	0,61
	Adulti 20-51 anni residenti in Comuni contaminati dell'ex-ULSS 5 Ovest Vicentino	74,21	12,00	6,52	0,65
	Adulti 20-51 anni residenti in Comuni del Veneto con esposizione di fondo	1,64	5,84	2,49	0,58

### FONTI BIBLIOGRAFICHE

- Frisbee SJ, Brooks AP Jr, Maher A, et al. *The C8 health project: design, methods, and participants*. Environ Health Perspect. 2009;117:1873-82.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Early Release: Per- and Polyfluorinated Substances (PFAS) Tables, NHANES 2011-2018*. [https://www.cdc.gov/exposurereport/pfas\\_early\\_release.html](https://www.cdc.gov/exposurereport/pfas_early_release.html)
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals - Updated Tables, January 2019, Volume One*. [https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport\\_UpdatedTables\\_Volume1\\_Jan2019-508.pdf](https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport_UpdatedTables_Volume1_Jan2019-508.pdf)
- Ingelido AM, Marra V, Abballe A, et al. *Perfluorooctanesulfonate and perfluorooctanoic acid exposures of the Italian general population*. Chemosphere. 2010;80:1125-30.
- Ingelido AM, Abballe A, Gemma S, et al. *Biomonitoring of perfluorinated compounds in adults exposed to contaminated drinking water in the Veneto Region, Italy*. Environment International. 2018;110:149-159.

**NOTA:** le concentrazioni espresse in ng/g negli studi originali sono qui riportate in ng/ml senza conversione, come concordato con l'Istituto Superiore di Sanità.