



PIANO DI SORVEGLIANZA SANITARIA SULLA POPOLAZIONE ESPOSTA A PFAS

Rapporto n. 15 - Maggio 2022

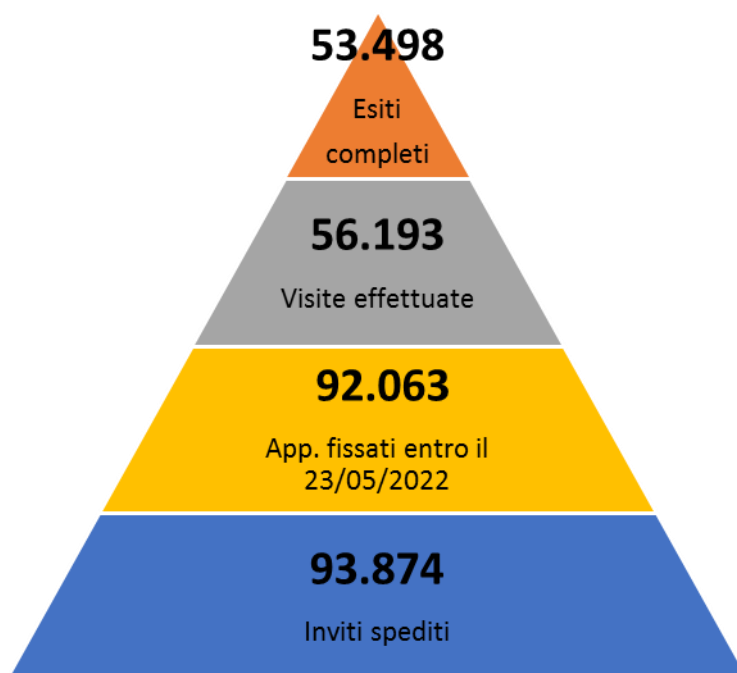
Dati estratti dall'applicativo regionale Qlik Screening PFAS il 23/05/2022

Estensione ed Adesione al Piano di Sorveglianza

Il Piano di Sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a PFAS ha preso avvio a Dicembre 2016. Attualmente è in corso di completamento il primo round di screening della popolazione eleggibile. L'emergenza sanitaria legata alla pandemia di COVID-19 ha determinato ripetute sospensioni delle attività che hanno rallentato l'avanzamento del Piano. Al 23.05.2022 sono quasi 94 mila i soggetti residenti nell'Area Rossa invitati al 1° round dello screening PFAS, con 56.193 visite effettuate; per oltre 53 mila persone l'iter di primo livello è concluso e sono disponibili gli esiti completi delle indagini eseguite (Figura 1).

A settembre 2020 presso l'ULSS 8 Berica è iniziato il 2° round di screening per gli aderenti al primo round per i quali sono trascorsi più di 2 anni dal primo episodio di screening e, al 23.05.2022, si contano 3696 soggetti screenati per la seconda volta.

Figura 1 - Volumi di attività complessivi - 1° round



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.
- ⇒ Le femmine in età fertile hanno in media concentrazioni di PFAS nel sangue più basse dei loro coetanei maschi, perché eliminano una certa quantità di PFAS attraverso le mestruazioni, la gravidanza e l'allattamento.

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

L'estensione degli inviti della popolazione eleggibile, per ULSS, comune di residenza e coorte di nascita, è riportata in Tabella 1. Complessivamente, gli inviti hanno raggiunto il 90% dei soggetti eleggibili nati tra il 1951 ed il 2002. Per i nuovi 14enni e i soggetti in età pediatrica, gli inviti stanno procedendo secondo l'ordine stabilito dalla DGR 691/2018, con un lieve ritardo sul cronoprogramma. Nell'ULSS 9 Scaligera il ritardo nell'avanzamento delle attività è maggiore.

Le coorti 2007 e 2012 stanno per essere chiamate in questo periodo (più di 800 appuntamenti già fissati per i prossimi mesi).

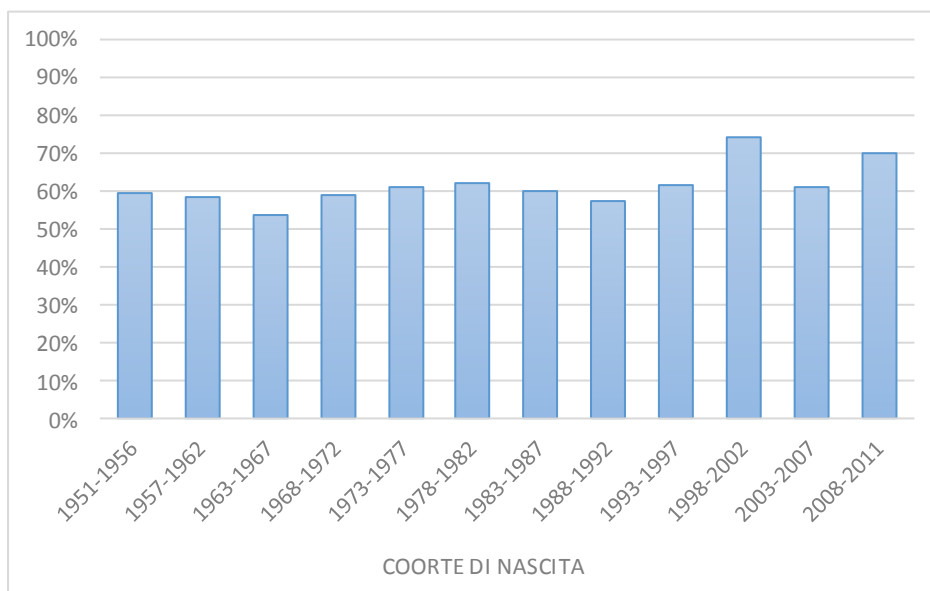
Legenda: livello di estensione raggruppato in cinque fasce

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

ulss di presa in carico	Comune	COORTE DI NASCITA						
		1951 - 2002	2003 - 2004	2005 - 2006	2007	2008 - 2009 (P)	2010 - 2011 (P)	2012 (P)
508	Agugliaro	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Alonte	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Asigliano Veneto	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Borgo Veneto	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Brendola	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Casale Di Scodosia	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Lonigo	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Lozzo Atestino	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Megliadino San Vita	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Merlara	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Montagnana	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Noventa Vicentina	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Orgiano	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Pojana Maggiore	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Sarego	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Urbana	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
	Val Liona	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮
Area Complessiva	✓	✓	✓	▮	✓	▮	▮	
509	Albaredo D'Adige	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Arcole	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Bevilacqua	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Bonavigo	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Boschi Sant'Anna	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Cologna Veneta	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Legnago	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Minerbe	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Pressana	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Roveredo Di Guà	▮	✓	▮	▮	▮	▮	▮
	Terrazzo	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
	Veronella	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮
Zimella	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮	
Area Complessiva	▮	✓	▮	▮	✓	▮	▮	

Figura 2 - Adesione al Piano di sorveglianza per coorti di nascita - 1° round di screening

In Figura 2 è rappresentata l'adesione per coorti di nascita al Piano di Sorveglianza, che attualmente si attesta intorno al 61% sull'intera popolazione invitata e risulta più elevata nelle classi di età pediatriche e giovanili.



Esami biumorali - Risultati del 1° round di screening

La Tabella 2 mostra, per i vari indicatori biumorali analizzati nel Piano di Sorveglianza, la percentuale di soggetti, aderenti al primo round di screening, 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 biumorali - Valori mediani e % di valori fuori norma, per classe d'età

Esame		Classi di età (anni)							
		< 14 n= 2.776	14-18 n= 6.727	19-24 n= 4.590	25-34 n= 8.046	35-44 n= 10.460	45-54 n= 10.622	55-64 n=8.184	65+ n=2.093
Creatinina (mg/dl)	Mediana	0,51	0,76	0,83	0,82	0,81	0,82	0,84	0,89
	% fuori norma	0,07%	0,56%	1,26%	1,13%	1,18%	1,53%	3,29%	7,55%
eGFR (ml/min/1,73 mq)	Mediana	177	131	112	106	100	93	86	78
	% fuori norma	0%	2,17%	9,72%	17,82%	27,57%	42,32%	62,24%	84,42%
Acido urico (mg/dl)	Mediana	3,7	4,8	4,7	4,6	4,5	4,7	4,9	5,1
	% fuori norma	2,74%	3,85%	3,31%	3,38%	3,88%	6,03%	9,29%	12,33%
ALT (U/L)	Mediana	16	15	17	18	19	21	22	22
	% fuori norma	5,19%	1,66%	3,88%	5,94%	5,69%	6,58%	7,45%	4,68%
AST (U/L)	Mediana	27	21	21	21	21	22	23	25
	% fuori norma	3,06%	1,44%	2,14%	1,95%	1,76%	2,28%	3,71%	3,82%
HbA1c (mmol/mol)	Mediana	34	33	33	33	34	35	37	38
	% fuori norma	1,73%	0,3%	0,41%	0,31%	0,64%	2,38%	5,51%	9,51%
Colesterolo totale (mg/dl)	Mediana	159	147	159	176	185	200	205	196
	% fuori norma	13,8%	7,63%	17,41%	34,2%	45,35%	61,79%	67,56%	57,86%
Colesterolo HDL (mg/dl)	Mediana	59	53	56	58	57	58	59	57
	% fuori norma	4,76%	11,3%	8,34%	8,75%	9,92%	8,71%	7,91%	9,36%
Colesterolo LDL (mg/dl)	Mediana	86	78	82	96	107	120	123	114
	% fuori norma	12,82%	7,11%	11,96%	26,44%	40,82%	56,65%	61,18%	49,26%
Trigliceridi (mg/dl)	Mediana	57	70	79	85	86	86	92	98
	% fuori norma	2,38%	4,44%	8,08%	11,05%	12,41%	10,39%	10,34%	10,18%
TSH (mIU/L)	Mediana	2,19	1,87	1,79	1,69	1,65	1,66	1,65	1,66
	% fuori norma	3,75%	4,31%	4,49%	4%	4,59%	4,86%	5,57%	5,73%
Albuminuria (mg/g creat)	Mediana	5	4	3	3	4	4	4	5
	% fuori norma	5,8%	10,87%	6,21%	4,42%	5,14%	4,4%	3,97%	5,69%

Note metodologiche:

- i dati riportati potranno subire aggiornamenti legati all'arrivo di nuovi referti e/o all'inclusione di soggetti che in precedenza non avevano aderito
- 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 biumorali 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 screening

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 52% dei soggetti ma con una marcata differenza in base all'età: tra le persone più anziane la % di soggetti con PFNA quantificabile è più elevata. 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 età 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. sogg.	% sup LOQ											
			PFBA	PFDeA	PFDoA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS
1951-1961	2019-2020	3462	4,8	31,7	0,3	1,7	0,1	73,5	99,9	0,0	2,5	1,7	99,3	99,9
	2021-2022	3021	4,4	37,1	0,3	1,6	0,3	73,1	99,8	0,2	6,5	1,6	98,5	99,8
1962-1971	2017-2018	1456	1,7	23,1	0,1	1,2	0,1	65,1	100,0	0,0	2,0	0,9	98,9	99,7
	2019-2020	8374	1,6	26,4	0,3	0,9	0,1	58,9	99,8	0,0	4,1	0,7	96,8	99,8
	2021-2022	1679	0,6	25,4	0,2	0,2	0,2	57,4	99,7	0,1	3,6	0,3	97,6	99,9
1972-1981	2017-2018	7013	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	4799	0,6	18,3	0,4	0,2	0,0	45,3	99,8	0,0	3,5	0,4	95,5	99,8
1982-1991	2017-2018	7772	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	842	0,5	14,1	0,5	0,0	0,0	41,9	99,5	0,0	2,0	0,0	93,6	99,9
1992-2002	2017-2018	8713	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	903	0,2	12,2	0,4	0,2	0,0	33,1	100,0	0,0	0,9	0,2	94,0	99,8
2003-2004	2019-2020	1839	0,4	7,3	0,2	0,8	0,0	23,9	100,0	0,0	0,3	0,5	95,8	99,6
2005-2006	2019-2020	95	0,0	6,3	0,0	1,1	0,0	12,6	100,0	0,0	0,0	0,0	91,6	100,0
	2021-2022	643	1,4	6,1	0,0	0,8	0,2	10,0	99,8	0,2	0,0	1,6	91,1	99,4
2008-2009(P)	2017-2018	181	0,6	10,5	1,7	1,1	0,0	38,7	99,5	0,0	1,7	1,1	98,9	98,9
	2019-2020	1710	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	865	0,2	11,8	0,2	0,2	0,0	33,0	99,8	0,0	0,4	0,4	96,8	99,4

Abbreviazioni: LOQ=limite di quantificazione; PFBA=acido perfluorobutanico; PFBS=acido perfluorobutansulfonico; PFPeA=acido perfluoropentanoico; PFHxA=acido perfluoroesanoico; PFHxS=acido perfluoroesansulfonico; PFHpA=acido perfluoroeptanoico; PFOA=acido perfluorooctanoico; PFOS=acido perfluorooctansulfonico; PFNA=acido perfluorononanoico; PFDeA=acido perfluorodecanoico; PFUnA=acido perfluoroundecanoico; PFDoA=acido perfluorododecanoico.

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

Età < 14 anni (n=2776)												
Congeneri PFAS	PFBA	PFDeA	PFDoA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS
P5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,4	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,9
Media	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	26,0	<0,5	<0,5	<0,5	2,2	2,6
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	20,6	<0,5	<0,5	<0,5	1,9	2,2
P95	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	64,4	<0,5	<0,5	<0,5	5,1	5,2
Età ≥ 14 anni (n=50721)												
Congeneri PFAS	PFBA	PFDeA	PFDoA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS
P5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,7	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	1,3
Media	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	65,5	<0,5	<0,5	<0,5	6,8	5,0
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	38,9	<0,5	<0,5	<0,5	3,9	4,0
P95	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	215,0	<0,5	<0,5	<0,5	22,5	11,8

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 variazione dei valori del singolo congeneri 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 rappresentate

Anno nascita	Anno invito	N	PFOA				PFOS				PFHxS				PFNA			
			P5	Media	Mediana	P95	P5	Media	Mediana	P95	P5	Media	Mediana	P95	P5	Media	Mediana	P95
1951-1961	2019-2020	3462	9,7	111,3	78,4	309,3	2,0	6,2	5,3	13,0	1,5	11,7	8,8	31,6	0,4	0,7	0,6	1,3
	2021-2022	3021	4,4	102,1	67,3	315,7	1,8	6,8	5,5	15,4	0,9	11,0	7,9	30,6	0,4	0,7	0,6	1,3
1962-1971	2017-2018	1456	9,1	91,7	64,7	266,3	1,6	5,5	4,7	12,0	1,1	9,9	7,2	28,0	0,4	0,6	0,5	1,2
	2019-2020	8374	3,6	71,3	41,1	241,3	1,4	5,8	4,6	13,8	0,6	7,9	4,7	25,8	0,4	0,6	0,5	1,2
	2021-2022	1679	3,2	59,5	34,7	188,0	1,4	5,2	4,1	12,3	0,7	7,1	4,5	22,4	0,4	0,6	0,5	1,1
1972-1981	2017-2018	7013	3,6	62,0	33,8	216,3	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	4799	2,3	42,8	22,0	149,3	1,3	4,8	3,7	11,4	0,5	5,4	2,9	19,4	0,4	0,5	0,4	1,0
1982-1991	2017-2018	7772	3,3	60,5	34,8	203,7	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	842	1,5	31,3	15,1	118,3	1,2	3,8	3,0	9,3	0,4	3,8	2,0	13,4	0,4	0,5	0,4	1,0
1992-2002	2017-2018	8713	7,2	65,2	50,6	170,7	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	903	2,6	28,5	20,1	81,3	1,1	3,3	2,7	7,2	0,4	2,7	2,0	8,0	0,4	0,5	0,4	0,8
2003-2004	2019-2020	1839	4,2	28,7	24,2	67,1	1,1	2,9	2,5	6,2	0,5	2,3	2,0	5,2	0,4	0,4	0,4	0,8
2005-2006	2019-2020	95	2,2	21,7	18,8	52,0	1,0	2,1	1,8	4,3	0,4	2,0	1,7	4,6	0,4	0,4	0,4	0,6
	2021-2022	643	2,1	15,6	12,1	37,2	0,8	2,2	1,8	4,5	0,4	1,6	1,3	3,7	0,4	0,4	0,4	0,6
2008-2009(P)	2017-2018	181	7,7	30,6	25,5	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	1710	4,6	26,9	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	865	4,0	23,6	18,2	62,1	1,1	2,8	2,4	5,6	0,5	2,1	1,8	5,2	0,4	0,4	0,4	0,8

Note metodologiche: i valori di PFAS sono espressi in ng/ml e arrotondati alla prima cifra decimale; ai campioni con valori < LOQ è stato attribuito un valore pari a LOQ/√2 per le analisi; i dati riportati potranno subire aggiornamenti legati all'arrivo di nuovi referti e/o all'inclusione di soggetti che in precedenza non avevano aderito.

Abbreviazioni: PFBA=acido perfluorobutanico; PFBS=acido perfluorobutansulfonico; PFPeA=acido perfluoropentanoico; PFHxA=acido perfluoroesanoico; PFHxS=acido perfluoroesansulfonico; PFHpA=acido perfluoroeptanoico; PFOA=acido perfluorooctanoico; PFOS=acido perfluorooctansulfonico; PFNA=acido perfluorononanoico; PFDeA=acido perfluorodecanoico; PFUnA=acido perfluoroundecanoico; PFDoA=acido perfluorododecanoico.

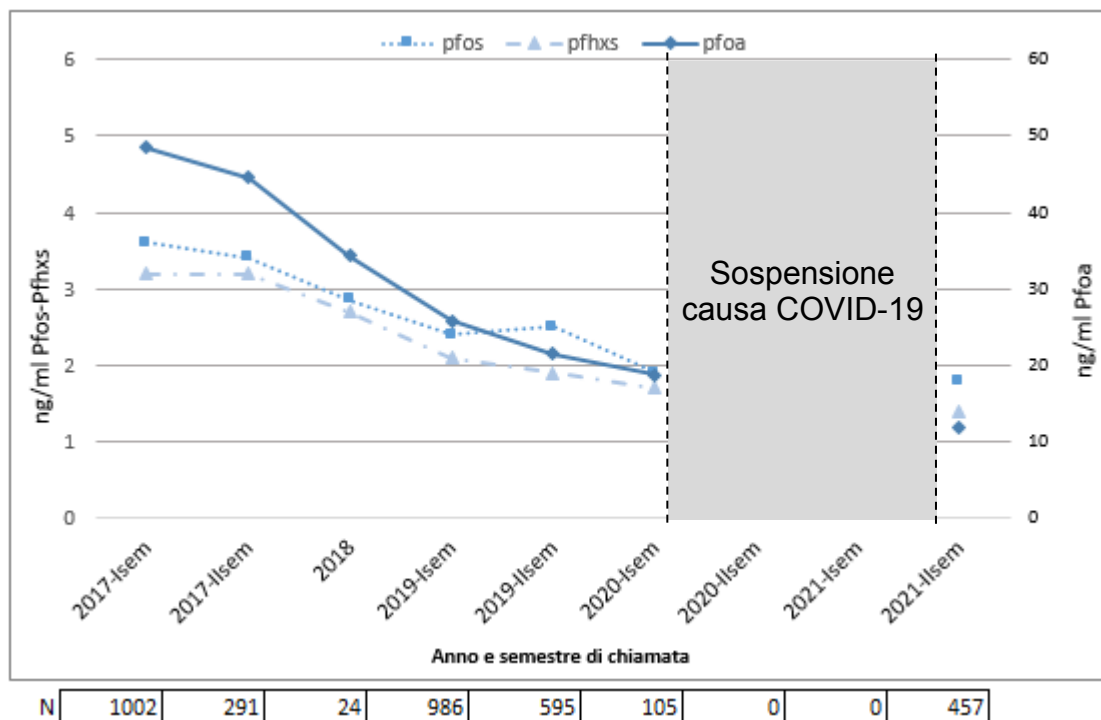
P5= 5° percentile; P95=95° percentile

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 3 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.

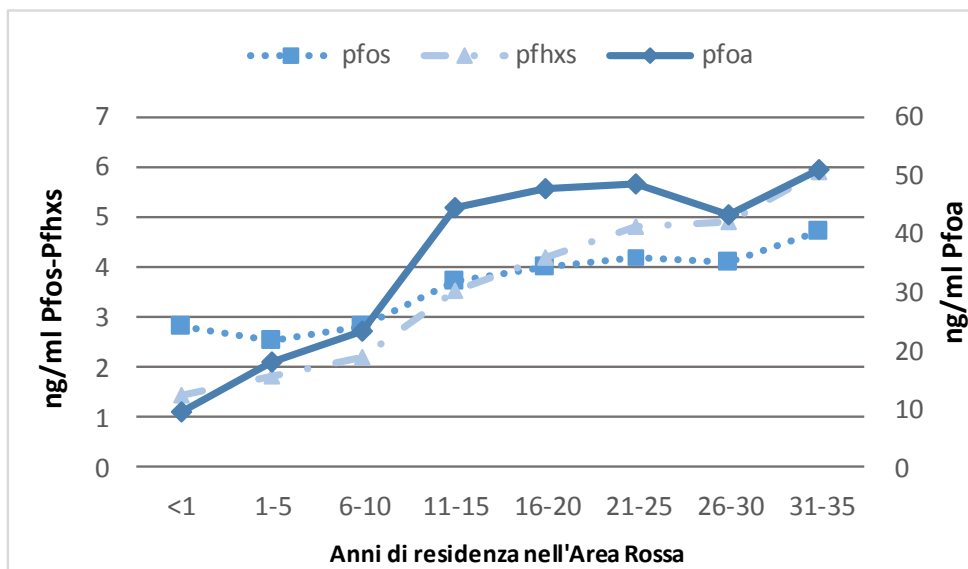
Figura 3 - Concentrazioni mediane di PFOA, PFOS e PFHxS nei soggetti di 14-15 anni al prelievo, per semestre

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 4, che mostrano un aumento delle concentrazioni sieriche mediane all'aumentare del numero di anni di residenza nell'Area Rossa.

Figura 4 - 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 5, 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 6). 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 5 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS suddivise per genere

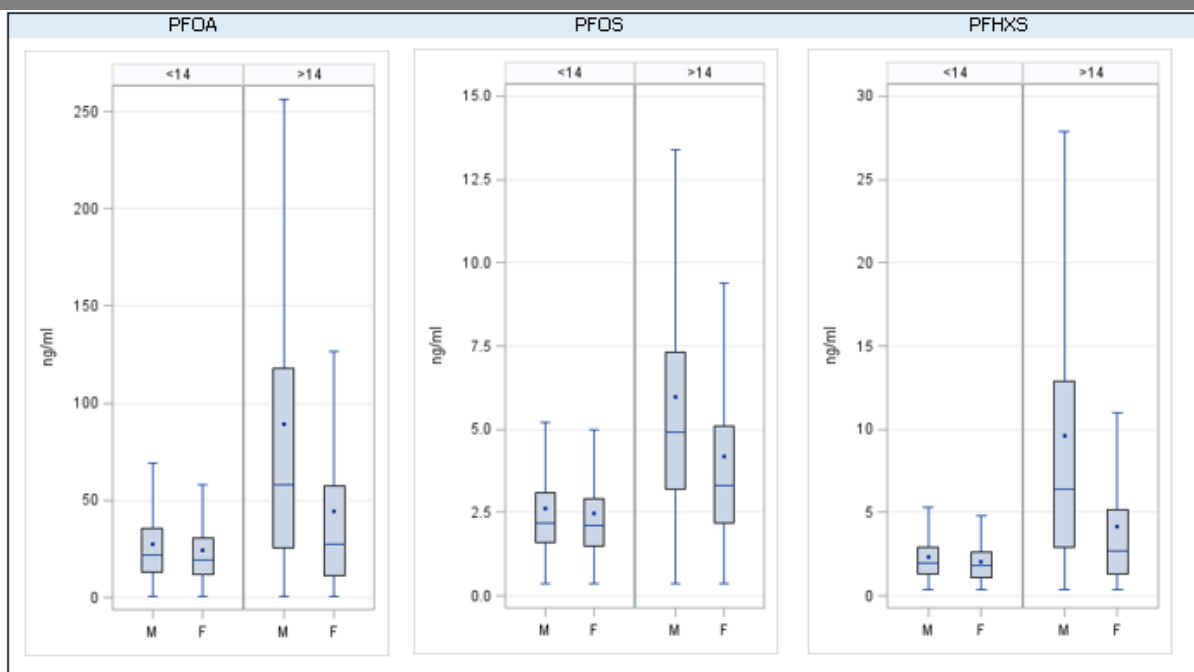
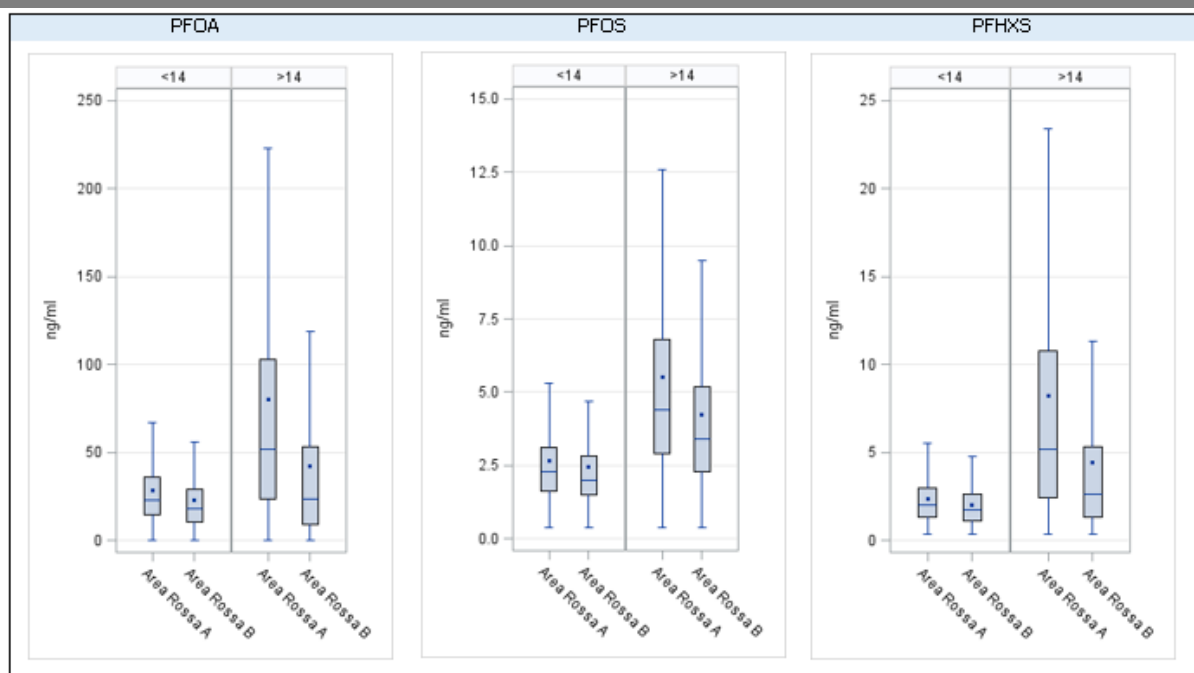


Figura 6 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS nelle Aree Rossa A e B



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

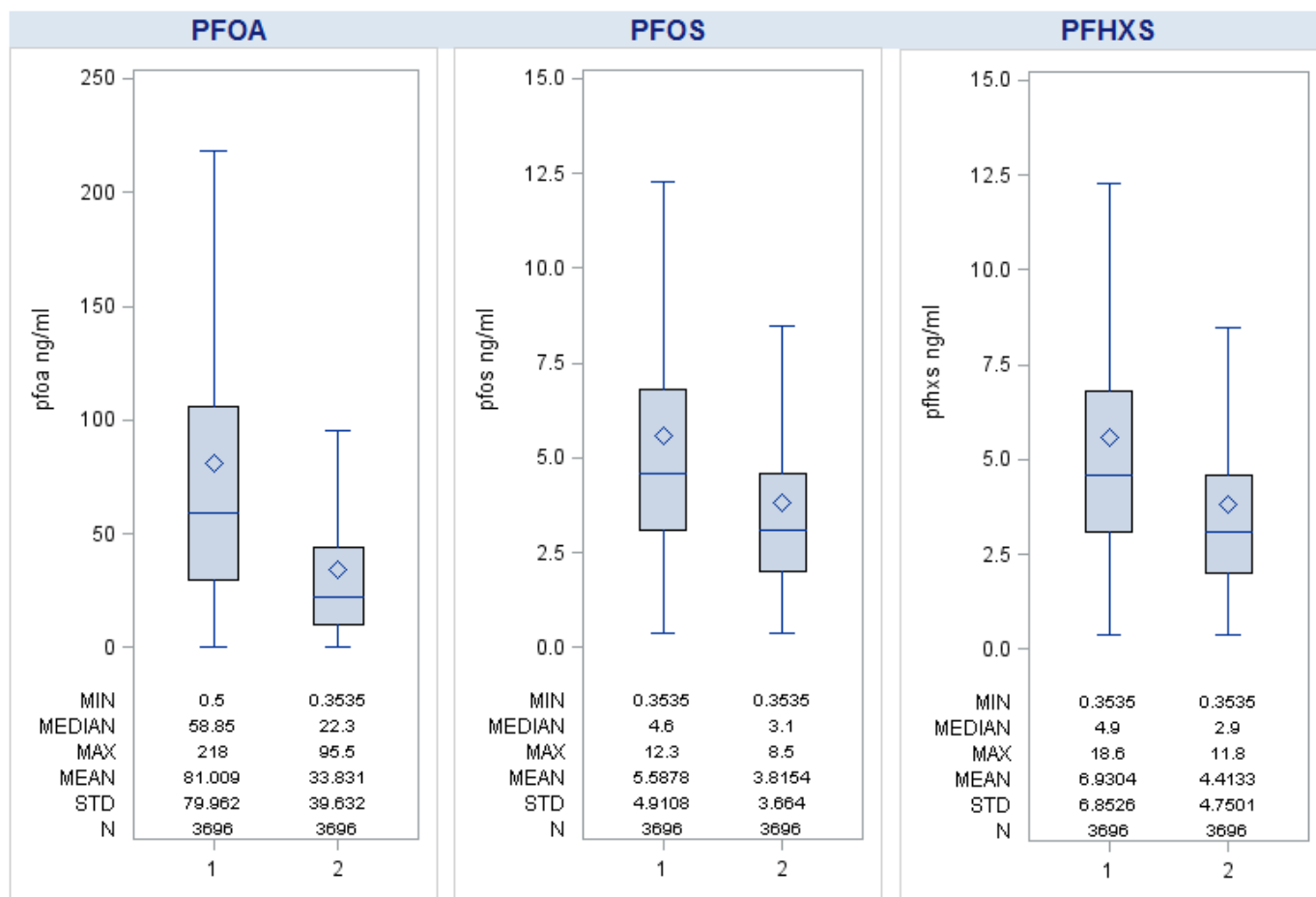
Da settembre 2020 a maggio 2022, i soggetti che hanno completato il secondo round di screening, e per i quali sono disponibili gli esiti, sono complessivamente 3696. Il 50% di questi appartiene alle coorti di nascita 1992-2002, il 39% alle coorti 1982-1991 e l'11% alle coorti 1972-1981 .

Su questi 3696 individui è stato quindi possibile mettere a confronto le concentrazioni di PFAS nel siero rilevate al 1° round di screening 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= 4 anni e 9 mesi).

In Figura 7 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 primo e al secondo 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 58.9 ng/ml del 1° round a 22.3 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 33% (mediana scesa da 4.6 a 3.1 ng/ml) e del 41% (mediana scesa da 4.9 a 2.9 ng/ml).

Figura 7 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS - Confronto tra 1° e 2° round di screening



In Figura 8 vengono rappresentati gli stessi dati della Figura 7, suddividendo però la popolazione in base al sesso. Si osserva che il decremento di concentrazioni sieriche di PFAS tra 1° e 2° round è più pronunciato nelle femmine rispetto ai maschi. Più in dettaglio (Tabella 6), la mediana di PFOA si è ridotta del 67% nelle femmine e del 56% nei maschi; la mediana di PFOS si è ridotta del 38% nelle femmine e del 29% nei maschi; la mediana di PFHxS si è ridotta del 47% nelle femmine e del 33% nei maschi.

Figura 8 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS - Confronto tra 1° e 2° round stratificato per sesso

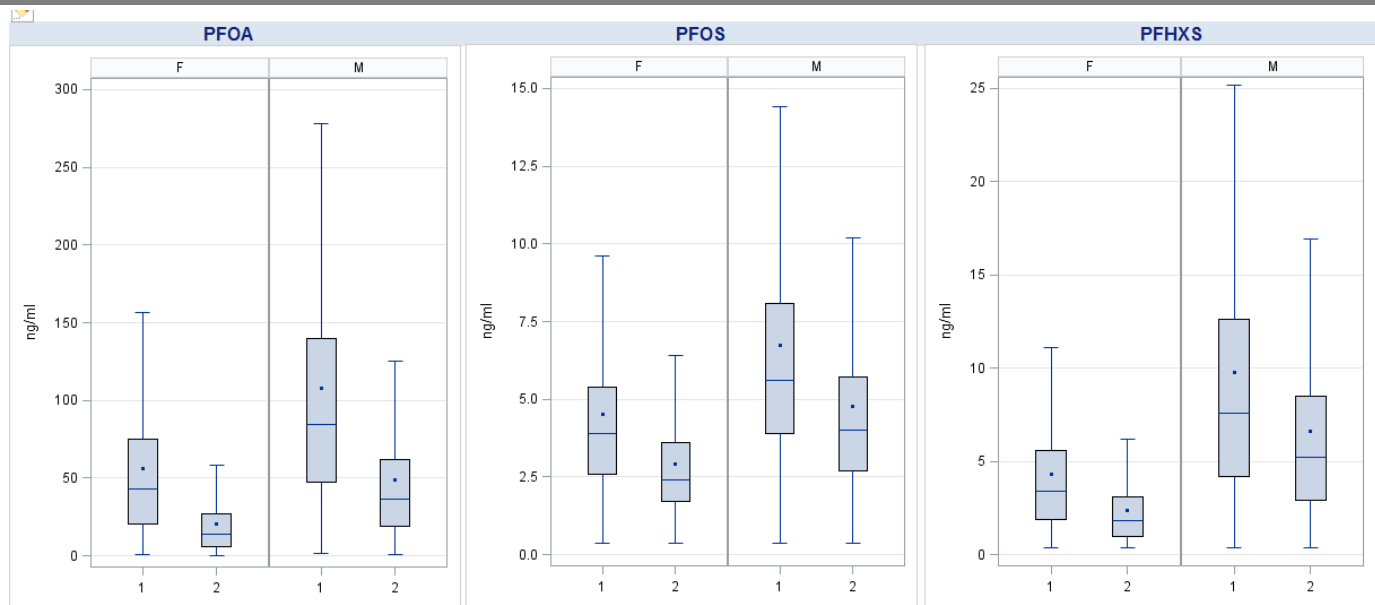


Tabella 6 - Concentrazione mediana di PFOA, PFOS e PFHxS al 1° e 2° round in femmine e maschi

Congeneri PFAS	Sesso	Mediana 1° round	Mediana 2° round	Differenza %
PFOA (ng/ml)	F	42,8	14,0	-67%
	M	83,3	36,4	-56%
PFOS (ng/ml)	F	3,9	2,4	-38%
	M	5,6	4,0	-29%
PFHxS (ng/ml)	F	3,4	1,8	-47%
	M	7,6	5,1	-33%

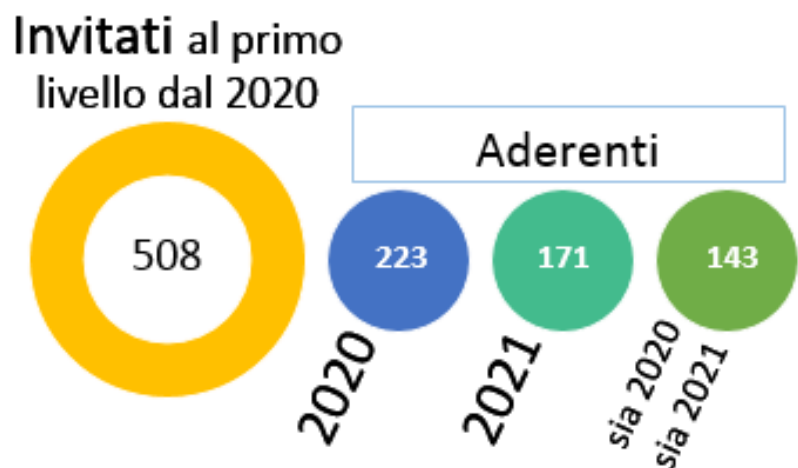
SORVEGLIANZA SANITARIA DEGLI EX-LAVORATORI DELLA DITTA RIMAR-MITENI

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 9, l'intera popolazione eleggibile (n=508 ex-lavoratori) è stata invitata una prima volta nel 2020 e una seconda volta nel 2021. Gli aderenti sono stati 223 nel 2020 e 170 nel 2021. Un sottoinsieme di 143 soggetti ha aderito ad entrambe le chiamate di screening.

L'83% degli ex-lavoratori sottoposti a screening sono maschi, con un'età mediana di 57 anni nel 2020 e di 59 anni nel 2021.

Figura 9 - Ex-lavoratori invitati e aderenti nel 2020 e 2021



La Tabella 7 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 8.

In aggiunta agli esami elencati in Tabella 7, 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). Lo 0,45% degli individui testati nel 2020 è risultato positivo all'HBsAg e il 2,69% è risultato positivo agli anticorpi anti-HCV. Nessuno degli individui testati nel 2021 è risultato positivo all'HBsAg e il 2,34% è risultato positivo agli anticorpi anti-HCV.

In Tabella 9 sono riportate le concentrazioni sieriche dei 14 diversi congeneri PFAS determinati, distinguendo i soggetti esaminati nel 2020 da quelli esaminati nel 2021. Si sottolinea che i due gruppi sono composti da persone in parte diverse, in quanto solo 143 soggetti hanno aderito ad entrambe 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 78,3 ng/ml, con massimo fino a oltre 13.000 ng/ml, per il 2021 mediana 47,9 ng/ml con massimo 8.700 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 osservano concentrazioni più basse nel gruppo di ex-lavoratori testati nel 2021 rispetto a quelli testati nel 2020, fatta eccezione per PFOS.

Mettendo a confronto i dati del 2020 e del 2021 nei 143 ex-lavoratori che hanno aderito all'invito in entrambe le occasioni (Figura 10), si osserva anche in questo caso un decremento delle concentrazioni di PFOA (-22%) e di PFHxS (-23%), mentre invece per PFOS si osserva un aumento (+22%).

Tabella 7 - Esami biumorali negli ex-lavoratori - Valori mediani e % di valori fuori norma

Esame	Anno 2020: 223 aderenti			Anno 2021: 171 aderenti		
	% fuori	Mediana	Media	% fuori	Mediana	Media
Creatinina (mg/dl)	4,9%	0,96	1,0	7,6%	0,95	1,0
eGFR (ml/min/1,73 mq)	62,8%	86	85,3	62,0%	86	83,7
Acido urico (mg/dl)	6,7%	5,5	5,5	8,2%	5,3	5,4
ALT (U/L)	13,0%	27	33,0	11,1%	24	29,3
AST (U/L)	4,5%	27	28,1	2,9%	27	27,7
HbA1c (mmol/mol)	6,3%	37	37,9	5,3%	37	38,3
Colesterolo totale (mg/dl)	65,0%	204	203,2	62,6%	202	199,0
Colesterolo HDL (mg/dl)	10,8%	54	55,5	9,9%	56	58,4
Colesterolo LDL calcolato (mg/dl)	59,2%	122	122,4	55,6%	120	117,4
Trigliceridi (mg/dl)	13,5%	105	118,0	15,2%	102	116,4
TSH (mIU/L)	5,8%	1,77	2,1	4,1%	1,73	1,9
Leucociti (x10 ⁹ /L)	1,8%	6,22	6,4	2,3%	6,42	6,6
Neutrofili (x10 ⁹ /L)	11,7%	3,34	3,6	9,9%	3,62	4,6
Linfociti (x10 ⁹ /L)	4,0%	1,93	2,0	4,7%	1,92	2,6
Monociti (x10 ⁹ /L)	0,4%	0,52	0,5	2,3%	0,53	0,7
Eosinofili (x10 ⁹ /L)	2,2%	0,16	0,2	3,5%	0,14	0,2
Basofili (x10 ⁹ /L)	0,0%	0,05	0,1	1,8%	0,04	0,1
Piastrine (x10 ⁹ /L)	4,0%	243	247,8	3,5%	247	246,4
Eritrociti (x10 ¹² /L)	6,3%	4,93	4,9	11,1%	4,89	4,9
Emoglobina (g/L)	6,3%	153	151,2	7,6%	153	151,2
Ematocrito	5,8%	0,45	0,4	12,9%	0,45	0,4
MCV (fl)	3,6%	90,4	90,7	5,3%	91,7	91,8
MCH (pg)	6,3%	30,6	30,7	5,3%	30,8	30,8
MCHC (g/L)	6,3%	338	338,4	3,5%	335	335,4
Urine: albumina (mg/g creatinina)	3,6%	4	10,2	5,3%	4	9,9
Urine: proteine (mg/g creatinina)	1,8%	0	5,4	0,0%	0	0,3
Urine: glucosio (mg/dl)	2,2%	0	15,0	3,5%	0	26,9
Urine: acetone (mg/dl)	3,6%	0	0,2	1,2%	0	0,1
Urine: emoglobina (mg/dl)	5,8%	0	0,0	4,7%	0	0,0
Urine: leucociti/ml	15,2%	0	19,3	10,5%	0	6,6
Urine: eritrociti/ml	5,8%	0	5,0	3,5%	0	2,3

Note metodologiche:

- i dati riportati potranno subire aggiornamenti legati all'arrivo di nuovi referti e/o all'inclusione di soggetti che in precedenza non avevano aderito
- 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 biumorali 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 8 - Esami biumorali 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><=1,30</i>	<i><=1,00</i>
<i>eGFR</i>	<i>ml/min/1,73 mq</i>	<i>>90</i>	<i>>90</i>
<i>Acido urico</i>	<i>mg/dl</i>	<i><=7,2</i>	<i><=6,0</i>
<i>ALT</i>	<i>U/L</i>	<i><=50</i>	<i><=35</i>
<i>AST</i>	<i>U/L</i>	<i><=50</i>	<i><=35</i>
<i>HbA1c</i>	<i>mmol/mol</i>	<i><48</i>	<i><48</i>
<i>Colesterolo totale</i>	<i>mg/dl</i>	<i><190</i>	<i><190</i>
<i>Colesterolo HDL</i>	<i>mg/dl</i>	<i>>=40</i>	<i>>=44</i>
<i>Colesterolo LDL calcolato</i>	<i>mg/dl</i>	<i><115</i>	<i><115</i>
<i>Trigliceridi</i>	<i>mg/dl</i>	<i><=175</i>	<i><=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 x10⁹/L</i>	<i><=70 anni: 3,5-11,0 >70 anni: 3,5-12,5</i>	<i><=70 anni: 3,5-11,0 >70 anni: 3,5-12,5</i>
<i>Neutrofilii</i>	<i>Numero x10⁹/L</i>	<i><=70 anni: 1,9-5,3 >70 anni: 1,5-6,7</i>	<i><=70 anni: 1,1-6,6 >70 anni: 1,6-6,7</i>
<i>Linfociti</i>	<i>Numero x10⁹/L</i>	<i><=70 anni: 0,9-3,4 >70 anni: 0,2-3,1</i>	<i><=70 anni: 0,9-3,4 >70 anni: 0,2-3,1</i>
<i>Monociti</i>	<i>Numero x10⁹/L</i>	<i><=70 anni: 0,2-1,3 >70 anni: 0,2-1,7</i>	<i>0,2-1,3</i>
<i>Eosinofili</i>	<i>Numero x10⁹/L</i>	<i><=0,5</i>	<i><=0,5</i>
<i>Basofili</i>	<i>Numero x10⁹/L</i>	<i><=0,2</i>	<i><=0,2</i>
<i>Piastrine</i>	<i>Numero x10⁹/L</i>	<i>110-330</i>	<i>115-370</i>
<i>Eritrociti</i>	<i>Numero x10¹²/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><=70 anni: 0,38-0,49 >70 anni: 0,39-0,49</i>	<i><=70 anni: 0,32-0,45 >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><=70 anni: 313-355 >70 anni: 310-355</i>	<i><=70 anni: 312-355 >70 anni: 303-355</i>
<i>Urine: albumina</i>	<i>mg/g creatinina</i>	<i><30</i>	<i><30</i>
<i>Urine: proteine</i>	<i>mg/g creatinina</i>	<i><80</i>	<i><80</i>
<i>Urine: glucosio</i>	<i>mg/dl</i>	<i><100</i>	<i><100</i>
<i>Urine: acetone</i>	<i>mg/dl</i>	<i><5</i>	<i><5</i>
<i>Urine: emoglobina</i>	<i>mg/dl</i>	<i><0,03</i>	<i><0,03</i>
<i>Urine: leucociti</i>	<i>Numero/ml</i>	<i><20</i>	<i><20</i>
<i>Urine: eritrociti</i>	<i>Numero/ml</i>	<i><20</i>	<i><20</i>

Tabella 9 - PFAS (ng/ml) nel siero negli ex-lavoratori - Media e percentili di distribuzione

Anno 2020: 223 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	568,0	<0,5	<0,5	1,4	28,1	13,0	<0,5	<0,5
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	78,3	<0,5	<0,5	<0,5	6,8	7,2	<0,5	<0,5
P95	<0,5	1,2	<0,5	0,8	<0,5	2	2260	<0,5	0,5	2,4	114	39,4	<0,5	<0,5
Anno 2021: 171 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	<0,5	<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	382,1	<0,5	<0,5	<0,5	20,1	16,8	<0,5	<0,5
Mediana	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	47,9	<0,5	<0,5	<0,5	5,4	8,9	<0,5	<0,5
P95	<0,5	1,2	<0,5	<0,5	<0,5	1,8	1633	<0,5	0,6	<0,5	83,2	54,9	<0,5	<0,5

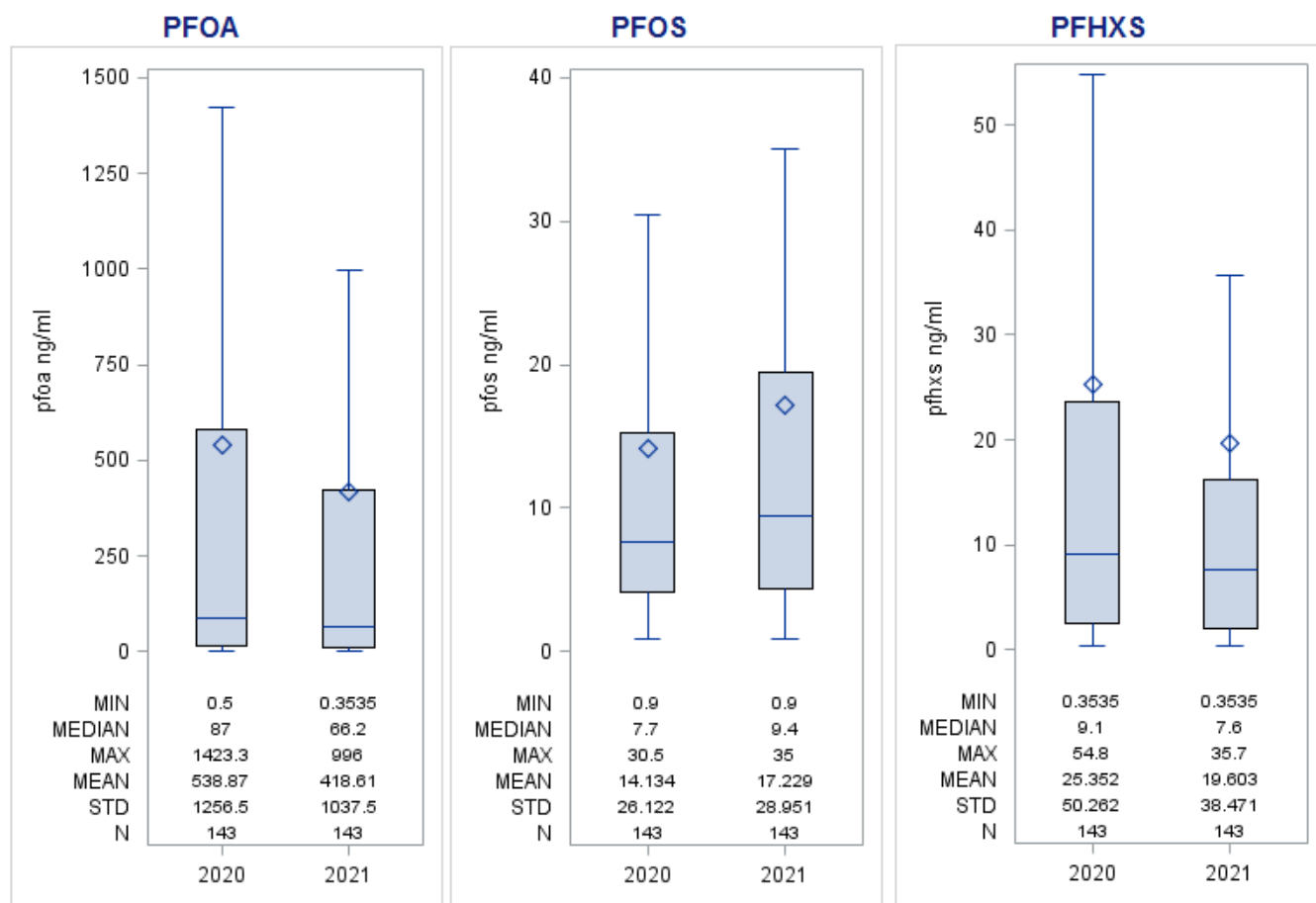
Note metodologiche: i valori di PFAS sono espressi in ng/ml e arrotondati alla prima cifra decimale; ai campioni con valori < LOQ è stato attribuito un valore pari a LOQ/√2 per le analisi; i dati riportati potranno subire aggiornamenti legati all'arrivo di nuovi referti e/o all'inclusione di soggetti che in precedenza non avevano aderito.

Abbreviazioni: PFBA=acido perfluorobutanoico; PFBS=acido perfluorobutansulfonico; PFPeA=acido perfluoropentanoico; PFHxA=acido perfluoroesanoico; PFHxS=acido perfluoroesansulfonico; PFHpA=acido perfluoroeptanoico; PFOA=acido perfluorooctanoico; PFOS=acido perfluorooctansulfonico; PFNA=acido perfluorononanoico; PFDeA= acido perfluorodecanoico; PFUnA= acido perfluoroundecanoico; PFDoA= acido perfluorododecanoico; HFPO-DA= acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptaffluoropropossi)propanoico; cC6O4= acido 2,2,di fluoro-2-[[2,2,4,5-Tetrafluoro-5-(trifluorometossi)1,3diossolano-4il]ossi] acetico .

P5= 5° percentile; P95=95° percentile

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.

Figura 10- Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS - Confronto tra 1° e 2° round di screening, 143 ex-lavoratori aderenti sia nel 2020 che nel 2021



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 cronicodegenerative 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 11) nati tra il 1951 e il 2002, e per l'età pediatrica, dal 2003 al 2014. La convocazione della popolazione target è iniziata a Dicembre 2016 e procede secondo un ordine di età anagrafica crescente, ad esclusione dei soggetti nati dal 2003 in poi per i quali si prevede una chiamata di 2/3 coorti all'anno a partire dal 2018.

Il protocollo di sorveglianza include:

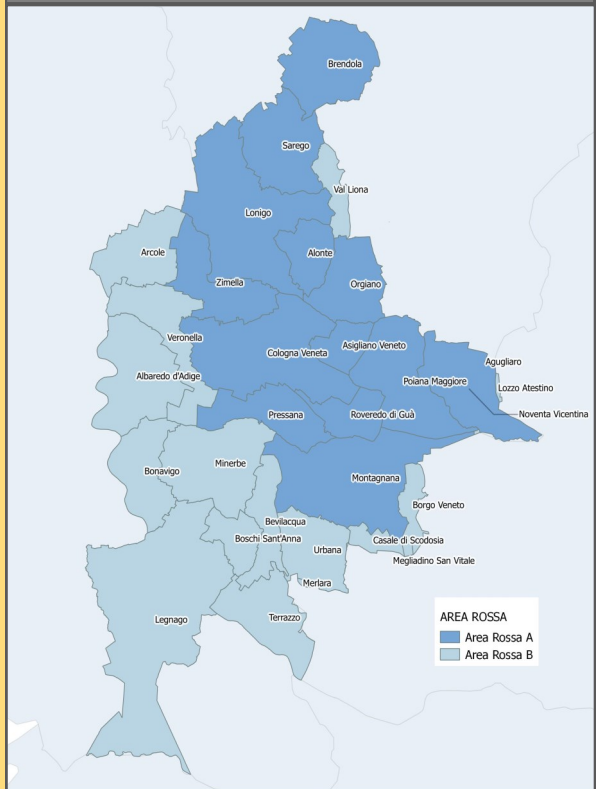
- un'intervista con un operatore sanitario per individuare abitudini di vita non salutari e fornire informazioni e consigli su come proteggere la propria salute
- la misurazione della pressione arteriosa
- esami del sangue e delle urine per valutare la funzionalità di fegato, reni e tiroide ed eventuali 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, Agugliano**, Borgo Veneto**, Casale di Scodosia**, Lozzo Atestino**, Medaglino San Vitale**, Merlara**, Urbana*, Val Liona**).

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

Figura 11: Area di massima esposizione sanitaria



Questo Rapporto in sintesi

- ⇒ Alla data del 23/05/2022 più del 90% della popolazione eleggibile al Piano di Sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a PFAS è stato invitato al primo round di screening. Oltre 53.000 persone hanno completato lo screening di primo livello e 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 3696 individui partecipanti al 2° round di screening mostrano un netto calo delle concentrazioni di PFAS rispetto al 1° round, testimoniando l'efficacia delle misure adottate per ridurre l'esposizione della popolazione.
- ⇒ Le analisi sugli ex-lavoratori sottoposti a screening nel 2020 e nel 2021 mostrano un calo di PFOA e PFHxS, mentre per PFOS si osserva un aumento.

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
- 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
- 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.