



PIANO DI SORVEGLIANZA SANITARIA SULLA POPOLAZIONE ESPOSTA A PFAS

Rapporto n. 23 – Ottobre 2024

Dati estratti dall'applicativo regionale Qlik Screening PFAS il 01/10/2024

INDICE

I. Estensione e adesione al 2° round di sorveglianza	p. 2
II. Risultati del 2° round di sorveglianza	p. 3
III. Confronto tra 1° e 2° round di sorveglianza	p. 5
IV. Soggetti con concentrazioni di PFAS superiori ai valori di riferimento	p. 6
V. Presa in carico specialistica di secondo livello	p. 8
VI. Risultati del 3° round di sorveglianza e confronto con round precedenti	p. 10
VII. Sintesi e considerazioni conclusive	p. 12
VIII. APPENDICE - Concentrazioni di PFAS nel siero in altre popolazioni	p. 13

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.
- ⇒ 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.

Abbreviazioni: LOQ=limite di quantificazione; PFBA=acido perfluorobutanoico; PFBS=acido perfluorobutansulfonico; PFPeA=acido perfluoropentanoico; PFHxA=acido perfluoroesanoico; PFHxS=acido perfluoroesansulfonico; PFHpA=acido perfluoroheptanoico; PFOA=acido perfluorooottanoico; PFOS=acido perfluorooottansulfonico; 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.

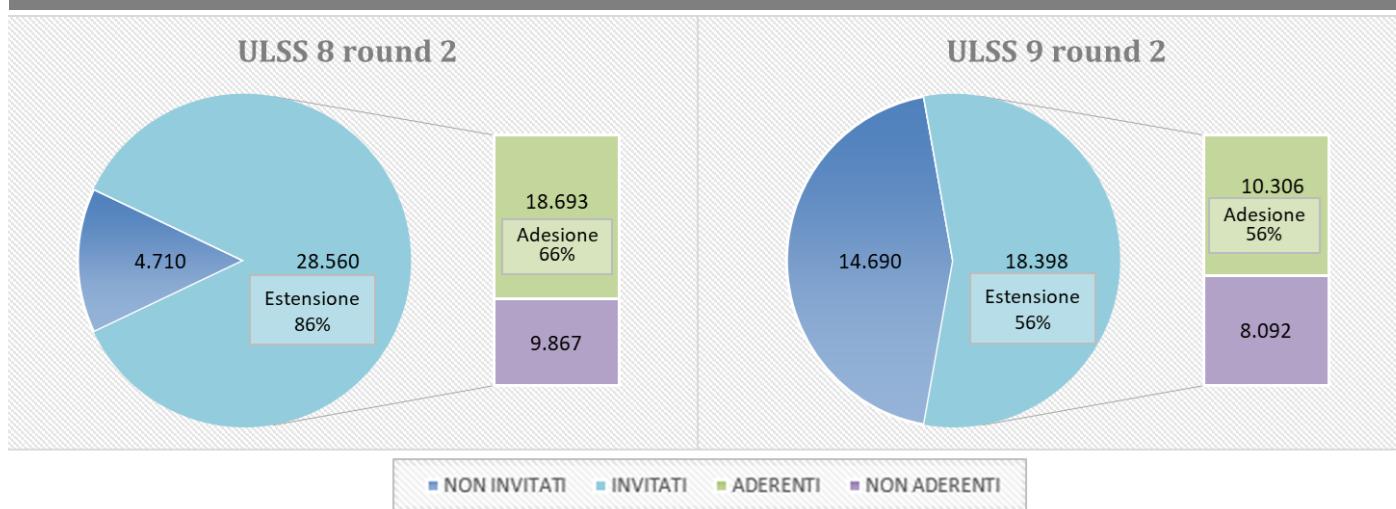
I. Estensione ed Adesione al Piano di Sorveglianza

Il Piano di Sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a PFAS ha preso avvio a Dicembre 2016. Il 1° turno di chiamata (round) di sorveglianza della popolazione eleggibile è completato e i relativi risultati sono consultabili nel Rapporto n. 17/Maggio 2023.

Il 2° round, che ha preso avvio a settembre 2020 presso l'ULSS 8 Berica e ad aprile 2023 presso l'ULSS 9 Scaligera, è attualmente in corso. In base a quanto stabilito dalla DGR 2133/2016, l'intervallo di tempo minimo fra 1° e 2° round è di 24 mesi; pertanto, non sono ancora state invitate le persone che hanno effettuato il 1° round meno di 24 mesi fa.

Al 30.09.2024, si contano complessivamente 28.999 aderenti al 2° round. La **Figura 1** rappresenta Estensione e Adesione al 2° round di sorveglianza, per le due Aziende ULSS.

Figura 1. Estensione e Adesione al 2° round di sorveglianza, per ULSS



La **Tabella 1** riporta il livello di estensione del 2° round raggiunto da ciascuna ULSS, per coorti di nascita. L'ordine di chiamata delle diverse coorti riflette quello del 1° round, tenendo conto della necessità di rispettare l'intervallo minimo di 24 mesi fra 1° e 2° round.

Tabella 1. Estensione del 2° round di sorveglianza per ULSS e coorti di nascita

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							
	1951-1961	1962 - 1991	1992-2002	2003 - 2004	2005 - 2007	2008 - 2009 (P)	2010 - 2011 (P)	2012-2014(P)
508	■■■■■■	✓	✓	✓	■■■■	✓	■■■■	■■■■■■
509	■■■■■■	■■■■■	✓	✓	■■■■	✓	■■■■	■■■■■■

II. Risultati del 2° round di sorveglianza

Da settembre 2020 a settembre 2024, i soggetti che hanno completato il 2° round di sorveglianza, e per i quali sono disponibili gli esiti, sono complessivamente 26.694 (53% femmine). Di questi, 17.885 (53% femmine) afferiscono all’Azienda ULSS 8 Berica e 8.809 (53% femmine) all’Azienda ULSS 9 Scaligera.

La distanza temporale mediana tra i due round è di 4 anni (min= 2 anni; max= 7 anni), con una notevole differenza tra le due Aziende: nell’Azienda ULSS 8 Berica la distanza mediana è di 3 anni e 7 mesi, mentre nell’Azienda ULSS 9 Scaligera la distanza mediana è di 5 anni e 4 mesi. Le concentrazioni dei 12 congeneri PFAS nel siero dei soggetti sottoposti al 2° round di sorveglianza sono riportate, tramite percentili di distribuzione e media, in **Tabella 2**. Si osserva che PFOA, PFOS e PFHxS sono i congeneri ancora quantificabili nel siero della maggior parte degli individui esaminati e che i livelli sono più elevati nella popolazione adulta, rispetto a quella di età inferiore ai 14 anni.

Tabella 2. PFAS nel siero (ng/ml) - Percentili di distribuzione e media dei 12 congeneri PFAS nei soggetti al 2° round di sorveglianza

Età < 14 anni al 2° round (n=821)												
Congenere 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	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Media	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	8,2	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	1,8
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6,0	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	1,4
P95	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	23,0	<0,5	<0,5	<0,5	2,6	4,3
Età ≥ 14 anni al 2° round (n=25.873)												
Congenere 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	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Media	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	28,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,3	3,6
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	12,8	<0,5	<0,5	<0,5	2,2	2,7
P95	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	107,6	<0,5	<0,5	<0,5	15,6	9,8

In **Tabella 3**, 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. Questa stratificazione è stata effettuata perché sia l’età, sia il periodo di effettuazione delle analisi, possono influire sulle concentrazioni di PFAS nel siero. Nel complesso, per PFOA, PFOS e PFHxS si osserva un andamento crescente delle concentrazioni all’aumentare dell’età; a parità di età, si osservano concentrazioni tendenzialmente più elevate nei soggetti che hanno effettuato il 2° round più precocemente. Per quanto riguarda il PFNA, i valori sono inferiori al limite di quantificazione per la maggior parte dei soggetti (invece al 1° round molti individui avevano concentrazioni quantificabili, seppur basse - vedere Rapporto n. 17/2023).

Tabella 3. Concentrazioni di PFOA, PFOS, PFHxS e PFNA nel siero (ng/ml) al 2° round, per anni di nascita e 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 intermedi).

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

Anno nascita	anno invito	N	PFOA			PFOS			PFHxS			PFNA						
			P5	Me-dia	Media-na	P5	Me-dia	Me-diana	P5	Me-dia	Me-diana	P5	Me-dia	Me-diana	P5			
1951-1961	2023	2179	4,7	59,4	38,7	180,0	1,3	5,6	4,7	12,9	1,1	8,2	5,9	23,2	<0,5	<0,5	<0,5	1,0
	2024	1043	2,5	49,6	32,2	153,7	0,8	4,1	3,2	10,4	0,6	6,4	4,6	18,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,8
1962-1971	2022	1694	2,9	44,1	25,4	149,0	1,3	5,5	4,3	13,7	0,6	6,9	4,5	20,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,8
	2023	2910	2,4	46,2	24,7	151,3	1,1	5,3	4,2	13,3	0,5	7,0	4,2	23,2	<0,5	<0,5	<0,5	0,9
1972-1981	2021	126	2,1	33,2	15,2	121,0	1,2	4,5	3,6	10,7	0,6	6,2	3,4	20,2	<0,5	<0,5	<0,5	0,9
	2022	2279	1,3	28,9	13,5	110,3	0,9	4,2	3,3	10,5	0,4	5,1	2,5	18,2	<0,5	<0,5	<0,5	0,8
	2023	1242	1,2	25,3	11,8	98,2	0,8	4,5	3,3	11,0	0,4	4,9	2,3	17,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,7
	2024	3021	0,4	9,1	3,2	38,8	0,4	1,8	1,3	4,9	0,4	1,8	0,8	7,1	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
1982-1991	2021	1439	1,4	36,1	20,4	118,0	1,0	4,1	3,3	9,2	0,4	5,3	3,4	15,9	<0,5	<0,5	<0,5	0,9
	2022	611	1,0	22,3	8,8	99,7	0,9	3,4	2,8	8,3	0,4	3,8	1,8	14,4	<0,5	<0,5	<0,5	0,8
	2023	1886	0,4	12,9	4,6	54,8	0,5	2,4	1,7	6,2	0,4	2,4	1,2	8,9	<0,5	<0,5	<0,5	0,6
	2024	843	0,4	8,6	2,6	40,5	0,4	1,7	1,1	4,9	0,4	1,8	0,7	7,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
1992-2002	2020	611	5,3	30,5	24,8	71,5	1,1	3,2	2,6	6,9	0,6	2,8	2,3	6,4	<0,5	<0,5	<0,5	0,7
	2021	1261	3,7	33,7	25,1	92,4	1,2	3,6	3,0	7,9	0,6	3,8	3,0	9,4	<0,5	<0,5	<0,5	0,8
	2022	388	1,3	15,0	9,8	50,1	0,8	2,9	2,4	6,5	0,4	2,1	1,5	5,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,7
	2023	2488	1,0	14,5	8,9	45,4	0,6	2,5	2,0	6,0	0,4	2,2	1,5	6,6	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
	2024	274	0,8	9,0	4,9	27,8	0,4	1,7	1,3	4,8	0,4	1,4	1,0	3,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
2003-2004	2022	682	1,7	13,4	10,7	34,8	0,7	2,4	2,0	5,7	0,4	1,6	1,4	3,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
	2023	134	1,6	12,7	8,8	31,7	0,6	2,7	2,2	6,9	0,4	1,5	1,2	3,9	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
	2024	185	0,4	4,5	3,1	15,8	0,4	1,5	1,2	3,9	0,4	0,9	0,7	2,0	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
2008-2009(P)	2022	527	1,6	9,5	7,3	24,7	0,6	1,9	1,6	4,3	0,4	1,2	1,0	2,6	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
	2024	351	0,5	3,3	2,3	9,4	0,4	1,0	0,8	2,2	0,4	0,6	0,5	1,3	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
2010-2011(P)	2022	118	2,2	9,4	6,7	29,9	0,6	2,2	1,6	6,3	0,4	1,3	1,1	3,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
	2023	143	1,5	7,0	5,1	17,8	0,5	1,7	1,4	4,0	0,4	1,0	0,8	2,3	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
	2024	126	0,4	2,2	1,7	5,5	0,4	0,8	0,5	1,8	0,4	0,5	0,4	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	0,5

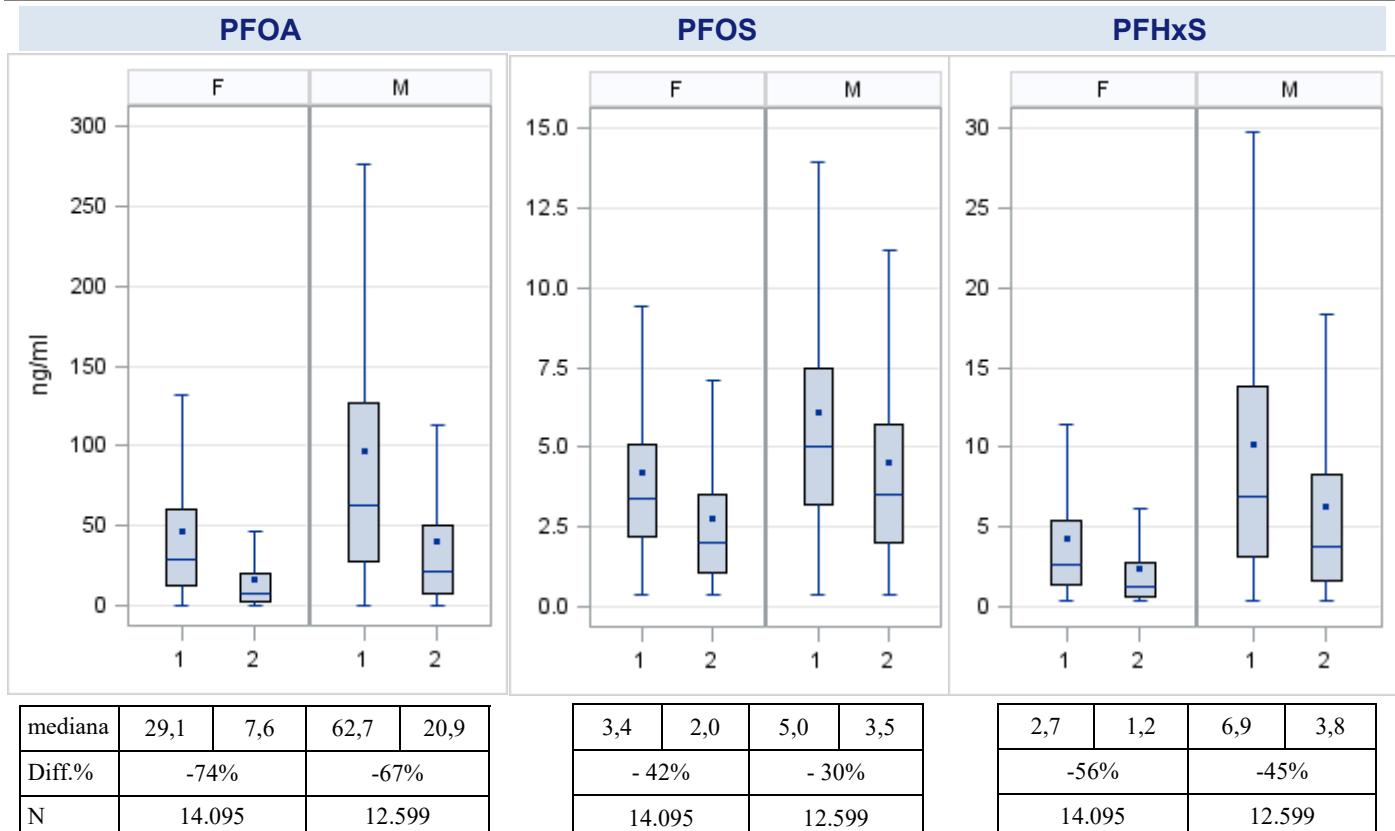
III. Confronto tra 1° e 2° round di sorveglianza

Nell'insieme dei 26.694 individui, esaminati al 2° round e per i quali sono disponibili i risultati completi, si osserva un importante calo delle concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS rispetto al 1° round.

Il calo più pronunciato riguarda il PFOA, con la concentrazione mediana scesa da 41,5 ng/ml del 1° round a 12,3 ng/ml del 2° round, corrispondente a un decremento del 70%. Nel caso di PFOS e PFHxS il decremento osservato tra 1° e 2° round è stato rispettivamente del 35% (mediana scesa da 4,0 a 2,6 ng/ml) e del 49% (mediana scesa da 4,1 a 2,1 ng/ml).

In **Figura 2** 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, suddividendo 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 74% nelle femmine e del 67% nei maschi; la mediana di PFOS si è ridotta del 42% nelle femmine e del 30% nei maschi; la mediana di PFHxS si è ridotta del 56% nelle femmine e del 45% nei maschi.

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



IV. Soggetti con concentrazioni di PFAS superiori ai valori di riferimento

La DGR 2133/2016 ha stabilito valori di riferimento per le concentrazioni sieriche di PFOA e PFOS, pari rispettivamente a 8,00 ng/ml e 14,79 ng/ml. Tali valori rappresentano il 95° percentile della distribuzione di PFOA e PFOS rilevata nella popolazione inclusa in uno studio di biomonitoraggio umano condotto dall'Istituto Superiore di Sanità in aree del territorio nazionale prive di particolari fonti di contaminazione (Ingelido et al., 2010) e sono pertanto da considerarsi indicativi dell'esposizione di fondo nella popolazione generale italiana. In **Tabella 4** viene riportato il numero e la percentuale di individui, all'interno del gruppo dei 26.694 che hanno concluso entrambi i round di screening, con valori di PFOA e/o PFOS superiori ai valori di riferimento; i dati sono stratificati per genere e per coorti di nascita, presentati separatamente per i due round di screening e per ULSS.

Come si può osservare, la % di soggetti con PFOA e/o PFOS superiori ai valori di riferimento si è ridotta tra il 1° e il 2° round, in virtù del decremento delle concentrazioni sieriche; la riduzione è maggiore nell'ULSS 9 (dall'83% al 36%) rispetto all'ULSS 8 (dal 92% al 73%), verosimilmente perché l'ULSS 9 ha avviato il 2° round in una fase successiva rispetto all'ULSS 8 (si ricorda, infatti, che l'intervallo mediano di tempo fra 1° e 2° round è di 3 anni e 7 mesi nell'ULSS 8 e di 5 anni e 4 mesi nell'ULSS 9). Si può anche notare che fra le femmine la % di individui con valori sopra soglia era inferiore rispetto ai maschi già al 1° round e si è ridotta maggiormente al 2° round. Infine, esaminando separatamente le varie coorti di nascita, si osserva che la % di soggetti con valori superiori al riferimento si è ridotta maggiormente nelle coorti più giovani rispetto alle più anziane.

Al 2° round, il PFOA supera il valore di riferimento in 16.222 soggetti, mentre il PFOS solo in 371 soggetti.

Tabella 4. Numero e % di soggetti con PFOA e/o PFOS superiori ai valori di riferimento, sul totale dei soggetti con due round di sorveglianza - Stratificazione per round, ULSS, sesso e coorti di nascita

	ULSS 8 BERICA (n=17.885 soggetti)		ULSS 9 SCALIGERA (n=8.809 soggetti)	
	ROUND 1	ROUND 2	ROUND 1	ROUND 2
Soggetti con PFOA e/o PFOS sopra soglia	16.469 (92%)	13.074 (73%)	7.300 (83%)	3.155 (36%)
Sesso				
<i>Maschi</i>	8.118 (96%)	7.197 (85%)	3.760 (91%)	2.177 (53%)
<i>Femmine</i>	8.351 (89%)	5.877 (62%)	3.540 (76%)	978 (21%)
Coorti di nascita				
<i>1951-1961</i>	3.112 (97%)	2.861 (89%)	-	-
<i>1962-1971</i>	4.320 (93%)	3.702 (80%)	-	-
<i>1972-1981</i>	3.280 (89%)	2.313 (63%)	2.333 (78%)	858 (29%)
<i>1982-1991</i>	1.981 (87%)	1.465 (64%)	1.946 (78%)	835 (33%)
<i>1992-2002</i>	2.468 (95%)	2.014 (77%)	2.230 (92%)	1.273 (53%)
<i>2003-2004</i>	503 (90%)	363 (65%)	383 (86%)	156 (35%)
<i>2008-2009</i>	520 (92%)	256 (45%)	319 (91%)	23 (7%)
<i>2010-2011</i>	250 (82%)	91 (30%)	-	-

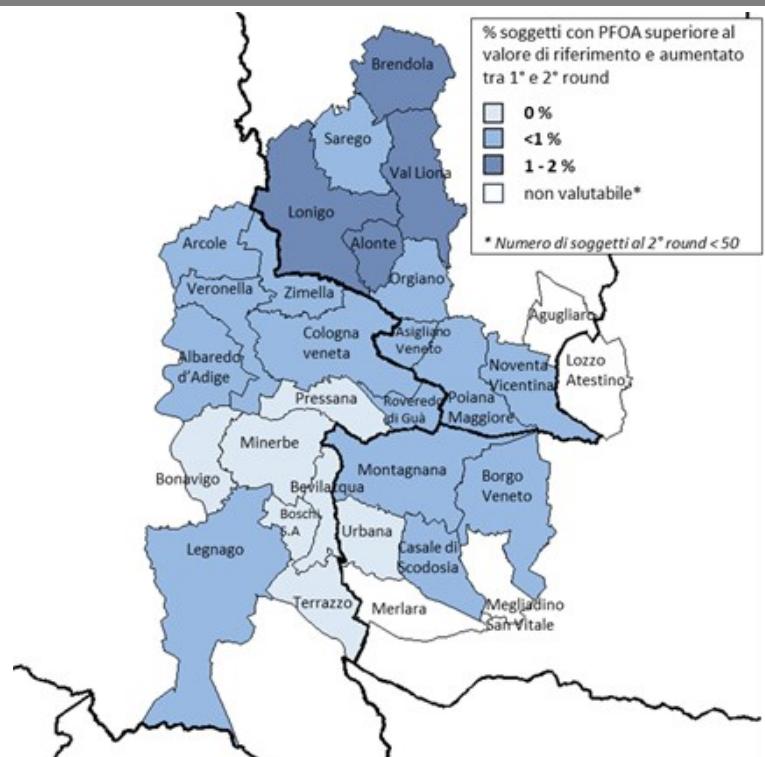
In **Tabella 5** viene riportato un focus sugli individui che al 2° round presentano concentrazioni di PFOA superiori al valore di riferimento e aumentate rispetto a quelle rilevate al 1° round: si ritiene infatti che questo sottogruppo di individui sia meritevole di particolare attenzione, in quanto l'andamento della dose interna di PFOA potrebbe essere indicativo di una perdurante esposizione, ad esempio attraverso l'utilizzo di acqua da approvvigionamenti autonomi contaminati. Come si può osservare, la numerosità di questo sottogruppo è piuttosto ridotta: 212 individui, corrispondenti allo 0,8% del totale dei 26.694 individui che hanno concluso il 2° round. La maggior parte di questi soggetti (182) afferisce all'ULSS 8 Berica. Esaminando la distribuzione per sesso e per anni di nascita di questi 212 individui, si osserva che le coorti 1992-2002 sono leggermente più rappresentate rispetto alle altre.

Tabella 5. Soggetti al 2° round di sorveglianza con concentrazioni di PFOA superiori al valore di riferimento e aumentate rispetto a quelle rilevate al 1° round, per sesso e coorti di nascita

Sesso	Soggetti con PFOA > 8 ng/ml al 2° round in aumento rispetto al 1° round		Totale soggetti con 2° round concluso
	n	% sul totale soggetti 2° round	
<i>Maschi</i>	99	0,8%	12.599
<i>Femmine</i>	113	0,8%	14.095
Coorti di nascita			
<i>1951-1971</i>	62	0,8%	7.862
<i>1972-1981</i>	41	0,6%	6.668
<i>1982-1991</i>	22	0,5%	4.779
<i>1992-2002</i>	77	1,5%	5.022
<i>2003-2014</i>	10	0,4%	2.363
TOTALE	212	0,8%	26.694

Figura 3. Percentuale di soggetti al 2° round con PFOA superiore al valore di riferimento e in aumento, per Comune di residenza

In **Figura 3** è illustrata la percentuale di soggetti residenti nei vari Comuni dell'Area Rossa che al 2° round presentano PFOA superiore al valore di riferimento e in aumento rispetto al 1° round, sul totale dei soggetti con 2° round concluso. I Comuni con <50 soggetti testati sono colorati in bianco. Il dato presenta variazioni contenute tra un Comune e l'altro e non supera in nessun caso il 2%.



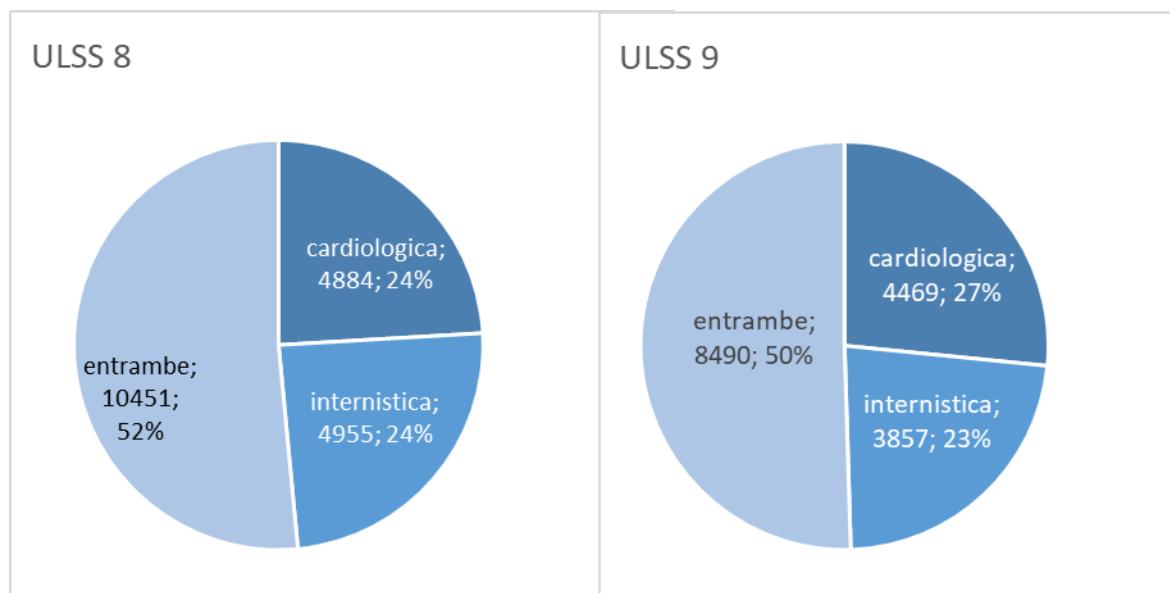
V. Presa in carico specialistica di secondo livello

SOGGETTI AL PRIMO ROUND DI SCREENING

Le persone di età ≥ 14 anni che risultano avere concentrazioni di PFOA o PFOS superiori all'intervallo di riferimento, in concomitanza con alterazioni degli esami bioumorali o dei valori pressori, vengono inviate ad un percorso di approfondimento e presa in carico specialistica di secondo livello, che prevede, a seconda del tipo di alterazioni presenti, una visita cardiologica, internistica o entrambe.

Al 1° round di sorveglianza, 37.106 soggetti hanno ricevuto indicazione ad intraprendere un percorso di secondo livello: nel 25% dei casi è stata raccomandata una visita cardiologica, nel 24% una visita internistica e nel 51% entrambe le visite. In **Figura 4** è rappresentato il dato suddiviso per Azienda ULSS.

Figura 4. Tipologia di visita di secondo livello raccomandata, soggetti al 1° round



Al 30.09.2024, per i soggetti al primo round di screening, nell'ULSS 8 Berica sono state erogate 5.079 visite internistiche di secondo livello e 6.674 visite cardiologiche. Nell'ULSS 9 Scaligera invece sono state erogate 1.712 visite internistiche di secondo livello e 2.231 visite cardiologiche. L'adesione media totale in entrambe le ULSS è del 47-48 % (**Tabella 6**).

Soprattutto nell'ULSS 9 Scaligera, una quota di soggetti del primo round eleggibili per le visite di secondo livello non risulta ancora invitata, alla data del 30.09.

Tabella 6. Visite internistiche e cardiologiche erogate, per i soggetti al primo round di screening.

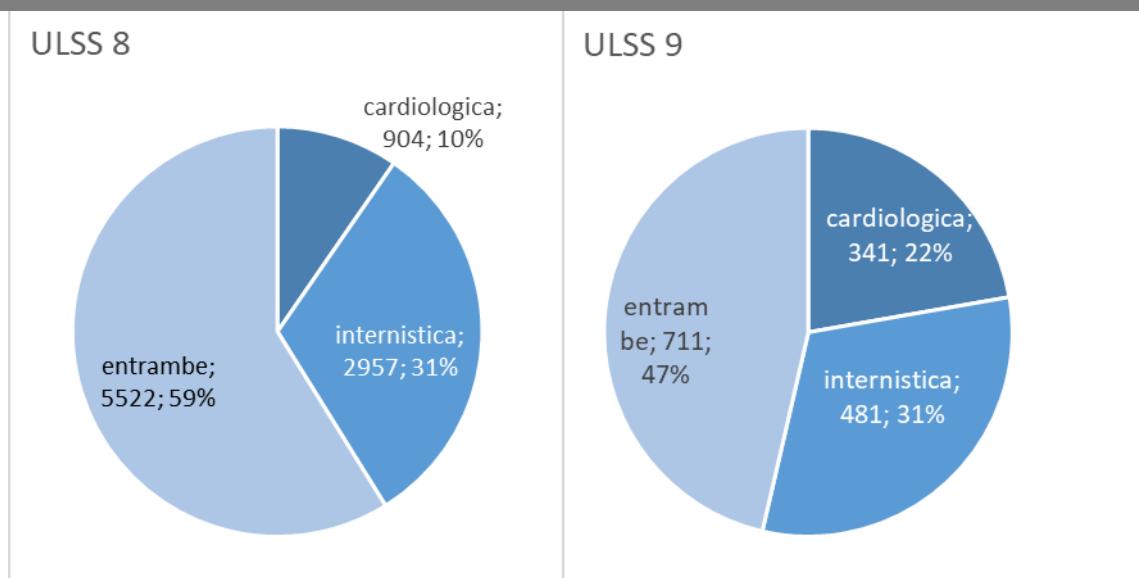
	Visite internistiche erogate	Visite cardiologiche erogate	Adesione totale (%)
Ulss 8	5.079	6.674	47%
Ulss 9	1.712	2.231	48%

SOGGETTI AL SECONDO ROUND DI SCREENING

Per il 2° round di sorveglianza, la DGR 288/2023 ha previsto una rimodulazione dei criteri di invio al secondo livello: nello specifico, essa ha stabilito di proporre il percorso di presa in carico di secondo livello solo in caso di alterazioni bioumorali/pressorie di nuova insorgenza oppure di alterazioni già note per le quali il soggetto però non è ancora stato preso in carico. La valutazione viene effettuata sul singolo caso da parte dell'operatore del 1° livello di screening, il quale provvede a registrare l'eventuale esclusione dal secondo livello all'interno dell'applicativo informatico regionale dedicato alla sorveglianza PFAS.

Su un totale di 12.021 soggetti con alterazioni concomitanti dei PFAS e dei parametri bioumorali/pressori, 10.916 (91%) hanno ricevuto indicazione alla presa in carico di secondo livello: nell'ULSS 8 Berica il 31% dei casi ha ricevuto indicazione ad una visita internistica, il 10% ad una visita cardiologica e il 59% ad entrambe le visite; nell'ULSS 9 Scaligera il 31% dei casi ha ricevuto indicazione ad una visita internistica, il 22% ad una visita cardiologica e il 47% ad entrambe le visite (**Figura 5**).

Figura 5. Tipologia di visita di secondo livello raccomandata (al netto degli esclusi per la DGR 288/2023), soggetti al 2° round



Al 30.09.2024, per i soggetti al secondo round di screening, nell'ULSS 8 sono state erogate 1.605 visite internistiche di secondo livello e 980 visite cardiologiche. Nell'ULSS 9 Scaligera sono state erogate invece 266 visite internistiche di secondo livello e ancora nessuna visita cardiologica. L'adesione media totale nell'ULSS 8 è del 46% mentre nell'ULSS 9 è del 33% (**Tabella 7**). In entrambe le ULSS circa il 60-65% dei soggetti al secondo round con raccomandazione al secondo livello, non risultano invitati.

Tabella 7. Visite internistiche e cardiologiche erogate, per i soggetti al secondo round di screening.

	Visite internistiche erogate	Visite cardiologiche erogate	Adesione totale (%)
Ulss 8	1.605	980	46%
Ulss 9	266	0	33%

VI. Risultati del 3° round di sorveglianza e confronto con round precedenti

Con DGR n. 1389 del 20/11/2023 è stato approvato il documento "Indicazioni operative per la prosecuzione della sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a sostanze perfluoroalchiliche (PFAS)" in cui vengono definiti eleggibili alla partecipazione al 3° round di sorveglianza coloro che hanno aderito al 2° round di sorveglianza, con riscontro di una concentrazione sierica di PFOA e/o PFOS superiore alla soglia di riferimento stabilita dalla DGR n. 2133/2016. L'invito al 3° round può essere inviato dall'Azienda ULSS competente una volta decorsi almeno 36 mesi dal round precedente. Le prestazioni di secondo livello vengono offerte ai soggetti in classe di rischio D che presentano i criteri di eleggibilità di cui alla DGR 288/2023.

Fino al 30 settembre 2024, l'ULSS 8 Berica ha invitato al 3° round di screening quasi duemila soggetti, con un'adesione del 61%. I soggetti che hanno completato il 3° round, e per i quali sono disponibili gli esiti, sono complessivamente 808. Le concentrazioni dei 12 congeneri PFAS nel siero dei soggetti sottoposti al 3° round sono riportate, tramite percentili di distribuzione e media, in **Tabella 8**. PFOA, PFOS e PFHxS sono i congeneri ancora quantificabili nel siero della maggior parte degli individui esaminati, ma con concentrazioni decisamente inferiori rispetto a quelle rilevate al 2° round (riportate in Tabella 2).

Tabella 8. PFAS nel siero (ng/ml) - Percentili di distribuzione e media dei 12 congeneri PFAS nei soggetti al 3° round di sorveglianza

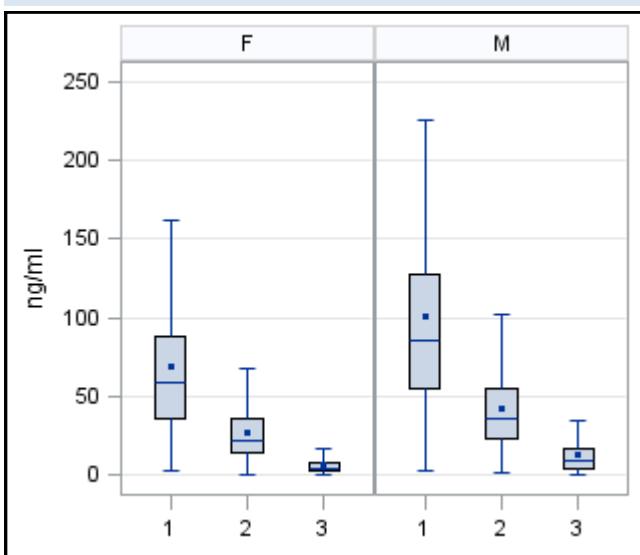
Soggetti al 3° round (n=808) ≥ 14 anni													
Congenere PFAS	PFBA	PFDeA	PFDoA	PFHpA	PFHxA	PFNA	PFOA	PFPeA	PFUnA	PFBS	PFHxS	PFOS	
P5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Media	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	9,3	<0,5	<0,5	<0,5	1,4	1,9	
Mediana	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6,3	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	1,4	
P95	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	27,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,0	4,8	

In **Figura 6** 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°, 2° e 3° round di sorveglianza, suddividendo la popolazione in base al sesso. Si osserva che il decremento percentuale di concentrazioni sieriche di PFAS tra il 1° e il 3° round è più pronunciato nelle femmine rispetto ai maschi. Più in dettaglio, la mediana di PFOA si è ridotta del 93% nelle femmine e dell'89% nei maschi; la mediana di PFOS si è ridotta del 74% nelle femmine e del 66% nei maschi; la mediana di PFHxS si è ridotta dell'82% nelle femmine e del 75% nei maschi.

Il decremento al secondo round non coincide esattamente con quello riportato in Figura 2 in quanto quest'ultima analisi prende in considerazione solo i soggetti che hanno eseguito tutti e 3 i round; in particolare si nota per questi soggetti un decremento al secondo round inferiore (si tratta di soggetti screenati prima e che partivano pertanto da concentrazioni più elevate rispetto ai soggetti screenati successivamente che non hanno ancora eseguito il terzo round).

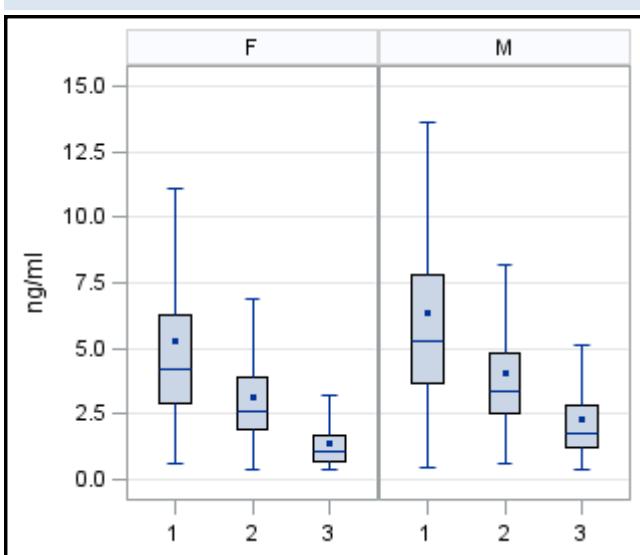
Figura 6. Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS - Confronto tra 1°, 2° e 3° round stratificato per sesso

PFOA



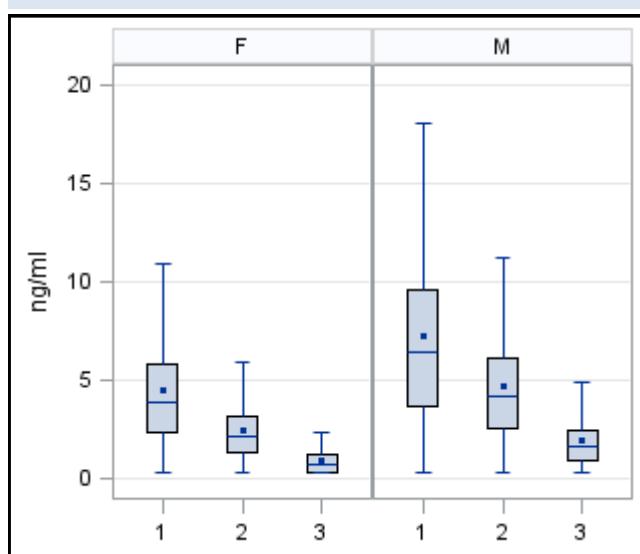
Mediana	Femmine (n=379)	Maschi (n=429)
Round 1	58,5	85,7
Round 2	21,2 (-64%)	36,1 (-58%)
Round 3	4,4 (-93%)	9,4 (-89%)

PFOS



Mediana	Femmine (n=379)	Maschi (n=429)
Round 1	4,2	5,3
Round 2	2,6 (-38%)	3,4 (-36%)
Round 3	1,1 (-74%)	1,8 (-66%)

PFHxS



Mediana	Femmine (n=379)	Maschi (n=429)
Round 1	3,9	6,4
Round 2	2,1 (-46%)	4,2 (-34%)
Round 3	0,7 (-82%)	1,6 (-75%)

VII. Sintesi e considerazioni conclusive

- ⇒ Nell'ULSS 8 Berica, il 2° round di sorveglianza, iniziato a settembre 2020, ha raggiunto un'estensione del 86% della popolazione eleggibile. Nell'ULSS 9 Scaligera, dove il 2° round ha preso avvio ad aprile 2023, l'estensione è pari al 56%. L'adesione al 2° round è del 66% nell'ULSS 8 Berica e del 56% nell'ULSS 9 Scaligera.
- ⇒ Si conferma la riduzione delle concentrazioni sieriche di PFAS al 2° round rispetto al 1°, già evidenziata nei precedenti Rapporti. Inoltre, i risultati degli 808 soggetti che hanno effettuato anche il 3° round di screening mostrano un ulteriore calo delle concentrazioni. I dati illustrati evidenziano la progressiva riduzione del carico corporeo di PFAS nella popolazione dell'Area Rossa, confermando l'efficacia delle misure messe in atto per ridurre l'esposizione.
- ⇒ Si osserva una certa difficoltà a garantire l'offerta di visite specialistiche di 2° livello da parte di entrambe le ULSS, in maniera più accentuata nell'ULSS 9 Scaligera.

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 accanto) nati tra il 1951 e il 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
- una presa in carico specialistica di 2° livello delle persone con alterazioni della pressione arteriosa o degli esami bioumorali e PFAS elevati.

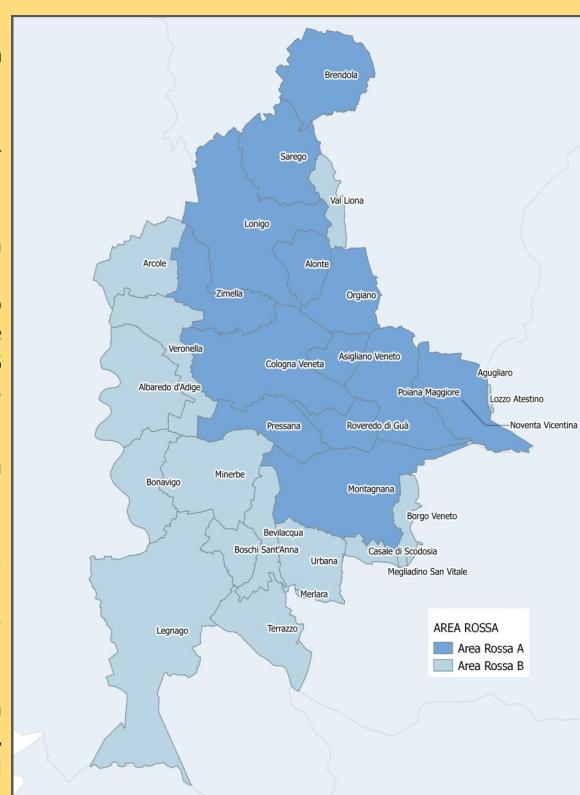
Alle persone che hanno aderito al 1° round del Piano di sorveglianza viene offerto un 2° round, ad almeno 24 mesi di distanza dal 1°, per valutare l'andamento delle concentrazioni di PFAS nel siero. È previsto inoltre un 3° round, ad almeno 36 mesi di distanza dal 2°, per coloro che al 2° round hanno livelli di PFOA o PFOS superiori alla soglia di riferimento.

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, Novanta Vicentina, Poiana 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**, Medaglino San Vitale**, Merlara**, Urbana*, Val Liona**).

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

**Comuni interessati parzialmente, inseriti nell'Area Rossa con DGR 619/2018



VIII. 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, Abballa A, et al. *Perfluorooctanesulfonate and perfluorooctanoic acid exposures of the Italian general population*. Chemosphere. 2010;80:1125-30.
- Ingelido AM, Abballa 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.