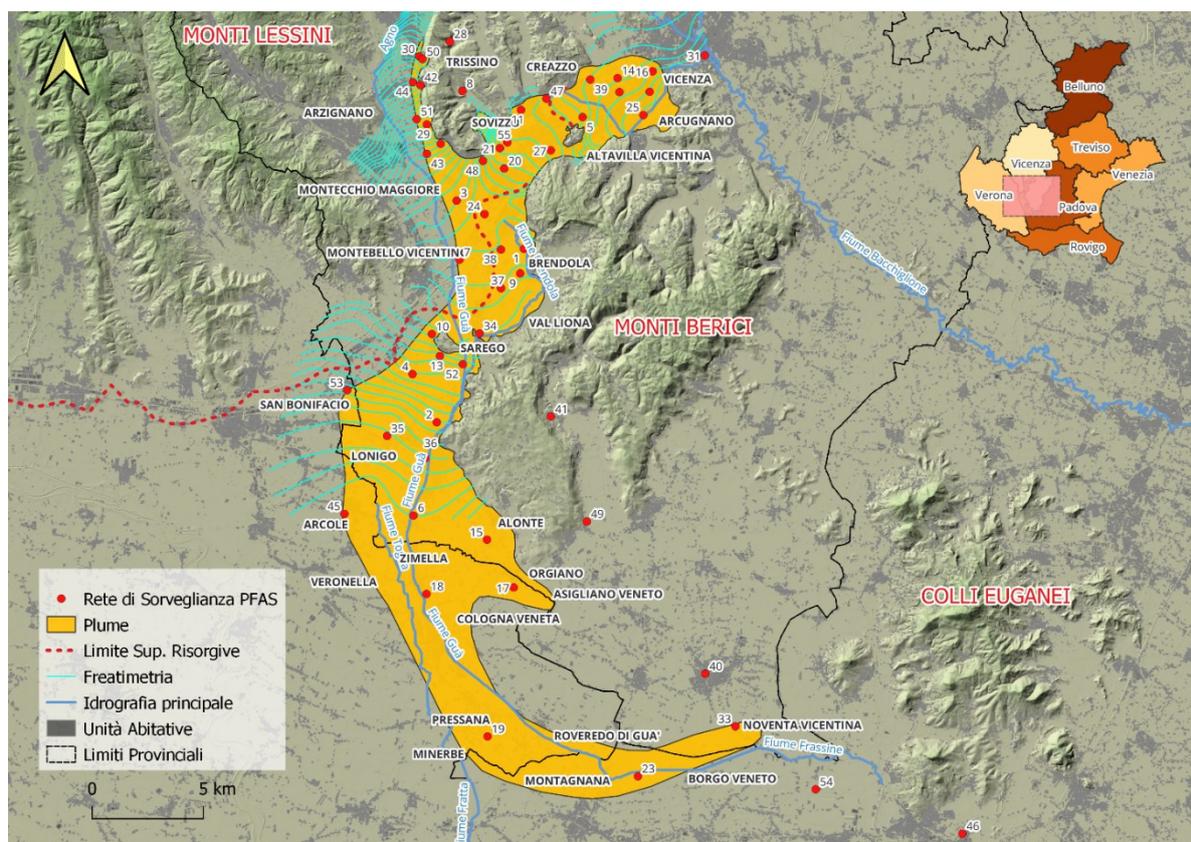


MONITORAGGIO DELLE SOSTANZE PER- E POLIFLUOROALCHILICHE (PFAS) NELLA RETE DI SORVEGLIANZA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

ANNO 2024



RELAZIONE TECNICA

Progetto e realizzazione

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente

Unità Organizzativa Monitoraggi Aria e Acqua

Ugo Pretto

Agostino Seritti e Alessandro Furian

Unità Organizzativa Qualità delle Acque e Tutela delle Risorse Idriche

Fabio Strazzabosco

Cinzia Boscolo

In copertina, Rete di Sorveglianza PFAS delle acque sotterranee.

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

dicembre, 2024

Riassunto

Nel 2013 uno studio¹ dell'Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA) del CNR rilevava la presenza di significative concentrazioni di sostanze Per- e Polifluoroalchiliche (PFAS) nelle acque potabili e in diversi corpi idrici superficiali in un'estesa area della provincia di Vicenza e di aree limitrofe.

L'identificazione del sito sorgente della contaminazione è presente nella prima relazione prodotta da ARPAV datata 30 settembre 2013, sintesi di una complessa ed estesa campagna di indagini ambientali.

Le risultanze di quello studio evidenziano che le acque sotterranee sono la matrice ambientale più vulnerata da questo grave e vasto inquinamento ambientale la cui delimitazione geometrica, ovvero il plume inquinante, già allora superava provvisoriamente i 150 km².

In questa relazione si espongono i risultati del monitoraggio delle sostanze Per- e Polifluoroalchiliche nelle acque sotterranee realizzato da ARPAV nel periodo 2018-2023 attraverso una rete di sorveglianza appositamente predisposta al fine di controllare l'evoluzione spazio - temporale dell'inquinamento.

I massimi valori di concentrazione di PFAS rilevati si confermano in tre zone distinte:

- in prossimità della sorgente di contaminazione nei comuni di Trissino e Montecchio Maggiore;
- in corrispondenza del fronte est della contaminazione nei comuni di Creazzo e Vicenza;
- nei territori dei comuni di Sarego e Lonigo verso sud.

L'acido perfluorobutanosolfonico (PFBS), gli acidi perfluoroalchilcarbossilici a catena corta PFBA, PFPeA, PFHxA e l'acido perfluorooottanoico (PFOA) sono stati rilevati in concentrazioni superiori al limite di quantificazione nella quasi totalità dei campioni analizzati.

Il ritrovamento degli acidi perfluoroalchilcarbossilici a catena più lunga del PFOA: acido perfluorononanoico (PFNA) e acido perfluorodecanoico (PFDA), così come del fluorotelomero solfonato 4:6-FTS e dei composti di nuova generazione HFPO-DA (nome commerciale GenX) e C₆O₄ è limitato al fronte della contaminazione verso Vicenza.

I composti inseriti nel monitoraggio tra il 2022 e il 2023, ovvero gli acidi perfluoroalchilsolfonici a catena più lunga del PFOS, PFTrDA e ADONA non sono mai stati rilevati in concentrazione superiore al limite di quantificazione.

¹ *Rischio associato alla presenza di sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) nelle acque potabili e nei corpi recettori di aree industriali nella Provincia di Vicenza e aree limitrofe – IRSA CNR 2013*

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

4:2 FTS	4:2 fluorotelomero solfonato	
6:2 FTS	6:2 fluorotelomero solfonato	
8:2 FTS	8:2 fluorotelomero solfonato	
ADONA	acido dodecafluoro-3H-4,8-diossanoico	
BTFs	Benzotrifluoruri	BenzoTriFluorides
C₆O₄	Ammonio ((2,2,4,5-tetrafluoro-5-(trifluorometossi) -1,3-diossolan-4-il) ossi) difluoro acetato	
CAS	Chemical Abstracts Service	
C_n-SIGLA	numero di atomi di carbonio seguito dalla sigla della sostanza perfluoroalchilica	
FTS	fluorotelomeri solfonati	
GBO	coordinate Gauss Boaga fuso Ovest	
HFPO-DA (o GenX)	acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptafuoroproossi)propanoico	
ID	codice identificativo	
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry	
IARC	Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro	International Agency for Research on Cancer
LOQ	limite di quantificazione	Limit Of Quantification,
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare	
PFAA	acido perfluoroalchilico	PerFluoroAlkyl Acid
PFASs	sostanze per- e polifluoroalchiliche	Poli- and perFluoroAlkylated Substances
PFAS C	sostanze per- e polifluoroalchiliche a catena corta	
PFAS L	sostanze per- e polifluoroalchiliche a catena lunga	
PFBA	acido perfluorobutanoico	PerFluoroButanoic Acid
PFBS	acido perfluorobutansolfonico	PerFluoroButaneSulfonic acid
PFCAs	acidi perfluoroalchilcarbossilici	PerFluoroalkyl Carboxylic Acids
PFDA	acido perfluorodecanoico	
PFDS	acido perfluorodecansolfonico	
PFDoDA	acido perfluorododecanoico	
PFDoDS	acido perfluorododecansolfonico	
PFECA	acidi per- e polifluoroetere carbossilici	
PFHpA	acido perfluoroeptanoico	
PFHpS	acido perfluoroeptansolfonico	
PFHxA	acido perfluoroesanoico	
PFHxS	acido perfluoroesansolfonico	
PFNA	acido perfluorononanoico	
PFNS	acido perfluorononansolfonico	
PFOA	acido perfluoroottanoico	
PFOS	acido perfluoroottansolfonico	
PFPeA	acido perfluoropentanoico	
PFPeS	acido perfluoropentansolfonico	

PFSA	acidi perfluoroalchilsolfonici	
PFUnA	acido perfluoroundecanoico	
PFUnS	acido perfluoroundecansolfonico	
PFTTrDA	acido perfluorotridecanoico	
PFTTrDS	acido perfluorotridecansolfonico	
POPs	inquinanti organici persistenti	Persistent Organic Pollutants
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals	
RS-PFAS	Rete Sorveglianza PFAS delle acque sotterranee	
RS-BP	parte della Rete Sorveglianza PFAS delle acque sotterranee di bassa pianura	
RS-MAP	parte della Rete Sorveglianza PFAS delle acque sotterranee di alta-media pianura	
SIRAV	Sistema Informativo Regionale Ambientale del Veneto	

Indice

1. Premessa	6
2. Le sostanze Per- e Polifluoroalchiliche (PFAS)	6
3. Pannello analitico delle sostanze Per- e Polifluoroalchiliche ricercate	9
4. Valori soglia per le acque sotterranee	11
5. La rete di sorveglianza PFAS delle acque sotterranee	11
6. Distribuzione delle sostanze perfluoroalchiliche	15
7. Concentrazioni medie annue e superamenti dei valori soglia	19
8. Conclusioni	40

Indice delle figure

FIGURA 1: STRUTTURA CHIMICA DEI DUE CONGENERI PFAS PIÙ CONOSCIUTI: IL PFOA (ACIDO PERFLUOROOTTANOICO) E IL PFOS (ACIDO PERFLUOROOTTANSOLFONICO). IN GRIGIO SONO RAPPRESENTATI GLI ATOMI DI CARBONIO, IN AZZURRO DI FLUORO, IN ROSSO DI OSSIGENO, IN BIANCO DELL'IDROGENO E INFINE IN GIALLO DELLO ZOLFO.....	6
FIGURA 2: I RISULTATI DELLA RECENTE VALUTAZIONE DELLE MONOGRAFIE IARC SULLA CANCEROGENICITÀ DELL'ACIDO PERFLUOROOTTANOICO (PFOA) E DELL'ACIDO PERFLUOROOTTANOSOLFONICO (PFOS).....	8
FIGURA 3: RETE DI SORVEGLIANZA PFAS DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	12
FIGURA 4: PERCENTUALE DI CAMPIONI CON CONCENTRAZIONE SUPERIORE AL LIMITE DI QUANTIFICAZIONE PER GLI ACIDI PERFLUOROALCHILCARBOSSILICI (PFCA) E PERFLUOROALCHILSOLFONICI (PFSA) RISPETTO AL NUMERO DI ATOMI DI CARBONIO.	15
FIGURA 5: DISTRIBUZIONE DEI CAMPIONI CON CONCENTRAZIONE SUPERIORE AL LIMITE DI QUANTIFICAZIONE PER SINGOLA SOSTANZA.	17
FIGURA 6: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIANA PER SINGOLA SOSTANZA. PERIODO: 2018-2023.....	18
FIGURA 7: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROBUTANSOLFONICO (PFBS).	21
FIGURA 8: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROPENTANSOLFONICO (PFPEs).	22
FIGURA 9: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROESANSOLFONICO (PFHxS).	23
FIGURA 10: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROEPENTANSOLFONICO (PFHPS).	24
FIGURA 11: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROOTTANSOLFONICO ISOMERO LINEARE (PFOS-N).	25
FIGURA 12: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROOTTANSOLFONICO ISOMERI RAMIFICATI (PFOS-B).	26
FIGURA 13: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROOTTANSOLFONICO ISOMERI LINEARE E RAMIFICATI (PFOS).	27
FIGURA 14: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROBUTANOICO (PFBA). ..	28
FIGURA 15: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROPENTANOICO (PFPEA).	29
FIGURA 16: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROESANOICO (PFHxA). ..	30

FIGURA 17: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROEPETANOICO (PFHPA).	31
FIGURA 18: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROOTTANOICO ISOMERO LINEARE (PFOA-N).....	32
FIGURA 19: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROOTTANOICO ISOMERI RAMIFICATI (PFOA-B).....	33
FIGURA 20: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUOROOTTANOICO ISOMERI LINEARE E RAMIFICATI (PFOA).	34
FIGURA 21: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUORONONANOICO (PFNA).	35
FIGURA 22: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO PERFLUORODECANOICO (PFDA)..	36
FIGURA 23: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER IL 6:2 FLUOROTELOMERO SOLFONATO (6:2-FTS).	37
FIGURA 24: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO 2,3,3,3-TETRAFLUORO-2-(EPTAFLUOROPROPOSSI) PROPANOICO (HFPO-DA).....	38
FIGURA 25: DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA PER L'ACIDO DIFLUORO {[2,2,4,5- TETRAFLUORO-5- (TRIFLUOROMETOSI)-1,3-DIOSSOLAN-4-YL]OSSO} ACETICO (C ₆ O ₄).....	39

Indice delle tabelle

TABELLA 1: CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE CANCEROGENE DELL'AGENZIA INTERNAZIONALE PER LA RICERCA SUL CANCRO (IARC).	7
TABELLA 2: ELENCO DEI COMPOSTI PERFLUOROALCHILICI ANALIZZATI.	10
TABELLA 3: VALORI SOGLIA DA CONSIDERARE PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO CHIMICO DELLE ACQUE SOTTERRANEE.	11
TABELLA 4: STAZIONI COSTITUENTI LA RETE DI SORVEGLIANZA PFAS DELLE ACQUE SOTTERRANEE NEL PERIODO 2018-2023.	13
TABELLA 5: SINTESI DEI RISULTATI DEL MONITORAGGIO 2018-2023 PER SINGOLO COMPOSTO.....	16
TABELLA 6: RIEPILOGO DEL NUMERO DI SUPERAMENTI ANNUI.....	20

Documenti di riferimento

DOCUMENTO
<i>Rischio associato alla presenza di sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) nelle acque potabili e nei corpi recettori di aree industriali nella Provincia di Vicenza e aree limitrofe – IRSA CNR 2013</i>
Nota Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29.05.2013 prot. n. 0037869/TRI.
<i>Monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nella rete di sorveglianza delle acque sotterranee. Anno 2017 – ARPA VENETO</i>
<i>Carcinogenicity of perfluorooctanoic acid and perfluorooctanesulfonic acid – The Lancet Oncology</i>
Regione Veneto: “Monitoraggio composti PFAS post D. Lgs. N. 18 2023 nelle matrici a base acquosa – Comunicazioni” (prot. ARPAV N. 50985 del 31/05/24)
Rapporti ISTISAN 2019/07 pag. 151, ISS CBA 052

1. Premessa

Nel 2013, a seguito del ritrovamento di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nelle acque superficiali, sotterranee e potabili della provincia di Vicenza e comuni limitrofi², ARPAV ha inserito alcuni acidi perfluoroalchilici (PFAA) all'interno del pannello analitico dei parametri da ricercare nei campioni di acque superficiali e sotterranee.

Per monitorare l'evoluzione spazio-temporale della contaminazione nel medio-lungo termine nell'area interessata dall'inquinamento, è attiva dal 2015 una rete di sorveglianza costituita da una cinquantina di punti di controllo tra pozzi, sorgenti e risorgive.

In questa relazione si espongono i risultati del monitoraggio delle sostanze Per- e Polifluoroalchiliche (PFAS) realizzato da ARPAV nel periodo 2018-2023. I risultati del periodo 2015-2017 sono stati presentati nel documento *Monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nella rete di sorveglianza delle acque sotterranee. Anno 2017*³.

2. Le sostanze Per- e Polifluoroalchiliche (PFAS)

Le sostanze Per- e Polifluoroalchiliche (PFAS) sono composti organici sintetici costituiti da catene di atomi di carbonio a lunghezza variabile con struttura molecolare lineare o ramificata. Agli atomi di carbonio della catena sono legati atomi di fluoro, in sostituzione degli atomi di idrogeno normalmente presenti nelle catene alchiliche, così da formare catene (lineari o ramificate) "perfluoroalchiliche". In relazione alla natura del gruppo funzionale (-COOH o -SO₃H) legato alla catena perfluoroalchilica, i PFAS considerati nel presente documento possono essere suddivisi in acidi perfluoroalchilcarbossilici (PFCA) e acidi perfluoroalchilsolfonici (PFSA). Il forte legame tra carbonio e fluoro conferisce ai PFAS una straordinaria inerzia chimica e caratteristiche chimico-fisiche uniche e molto apprezzate in vari settori produttivi e mercantili. In particolare i PFAS sono particolarmente resistenti all'idrolisi, alla fotolisi, alla termolisi e alla degradazione microbica e quindi particolarmente persistenti nell'ambiente.

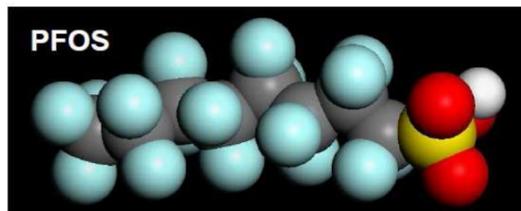
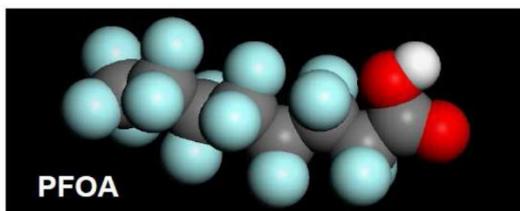
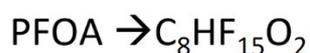


Figura 1: Struttura chimica dei due congeneri PFAS più conosciuti: il PFOA (acido perfluorooctanoico) e il PFOS (acido perfluorooctansolfonico). In grigio sono rappresentati gli atomi di carbonio, in azzurro di fluoro, in rosso di ossigeno, in bianco dell'idrogeno e infine in giallo dello zolfo.

In funzione del numero di atomi di carbonio presenti, i composti perfluoroalchilici si possono classificare in due gruppi: composti perfluoroalchilici a catena lunga o composti perfluoroalchilici a catena corta. Il termine composti perfluoroalchilici a catena lunga è riferito ad acidi perfluoroalchilcarbossilici con 8 o più atomi di carbonio (nella formula generale $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{COOH}$, $n \geq 7$) oppure ad acidi perfluoroalchilsolfonici con 6 o più atomi di carbonio (nella formula generale $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{SO}_3\text{H}$, $n \geq 6$). Questa distinzione (catena lunga o corta) è importante poiché i due gruppi sono caratterizzati da caratteristiche chimico, fisiche e tossicologiche significativamente diverse.

² Nota Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29.05.2013 prot. n. 0037869/TRI

³ Relazione tecnica nella sezione *Rapporti PFAS* del sito di Arpav: <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acque-interne/rapporti-pfas>

I PFAS hanno ottenuto negli ultimi anni un'attenzione crescente da parte della comunità scientifica internazionale per l'accumularsi di informazioni sul profilo tossicologico (tra cui emerge il ruolo di interferenti endocrini), sulle proprietà del bioaccumulo e di persistenza ambientale e della loro grande attitudine a diffondersi nell'ambiente attraverso l'acqua.

In riferimento alla tutela della salute umana e dell'ambiente, di particolare interesse sono i composti a catena lunga in quanto hanno dimostrato di essere più bioaccumulabili rispetto agli omologhi a catena corta. In particolare PFOS (acido perfluorooottansolfonico) e PFOA (acido perfluorooottanoico) sono i due acidi perfluoroalchilici a catena lunga (entrambi con otto atomi di carbonio, C8) maggiormente studiati e discussi nella letteratura scientifica.

Il PFOS ha dimostrato avere un'elevata mobilità nell'ambiente, un'elevata persistenza e di essere bioaccumulabile, tossico e nocivo per la salute umana (Regolamento CE n. 1272/2008 CLP modificato dal Regolamento UE n. 944/2013) tanto da essere classificato come POP⁴ (inquinante organico persistente) con Regolamento UE n. 757/2010 e inserito come sostanza prioritaria per le acque nella Direttiva 2013/39/UE (ovvero di sostanza che rappresenta un rischio significativo per l'ambiente acquatico o proveniente dall'ambiente acquatico).

Più recentemente, da una comunicazione IARC⁵ del 1 dicembre 2023, risulta che:

- Il **PFOA** è cancerogeno certo per l'uomo (**Gruppo 1**), sulla base di prove sufficienti di cancerogenicità negli animali da esperimento e di forti prove meccanicistiche (di alterazioni epigenetiche e immunosoppressione) negli esseri umani esposti. Inoltre già c'erano evidenze limitate di cancro negli esseri umani (carcinoma delle cellule renali e cancro ai testicoli) e forti evidenze meccanicistiche nelle cellule primarie umane e nei sistemi sperimentali (per alterazioni epigenetiche e immunosoppressione, tanto quanto molte altre caratteristiche chiave degli agenti cancerogeni).
- Il **PFOS** è un possibile cancerogeno per l'uomo (**Gruppo 2B**), sulla base di forti evidenze meccanicistiche attraverso sistemi di test, compresi gli esseri umani esposti (per alterazioni epigenetiche e immunosoppressione, tanto quanto molte altre caratteristiche chiave degli agenti cancerogeni). Inoltre già c'erano prove limitate per il cancro negli animali da esperimento e inadeguate evidenze per quanto riguarda il cancro negli esseri umani.

Tabella 1: Classificazione delle sostanze cancerogene dell'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC).

CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE CANCEROGENE	
GRUPPO	DESCRIZIONE
1A	Cancerogeno per l'uomo
2A	Probabilmente cancerogeno per l'uomo
2B	Possibile cancerogeno per l'uomo
3	Non classificabile per la sua cancerogenicità sull'uomo

⁴ Gli inquinanti organici persistenti (POPs) sono sostanze chimiche nocive per la salute umana e resistenti alla degradazione naturale. Si accumulano negli organismi viventi, sono trasportati dall'aria, dall'acqua e dalle specie migratorie e accumulate negli ecosistemi terrestri e acquatici. Alcuni tra i POPs sono riconosciuti interferenti endocrini, ovvero sostanze che alterano la funzionalità del sistema endocrino causando effetti avversi sulla salute dell'organismo e della sua progenie.

⁵ *Carcinogenicity of perfluorooctanoic acid and perfluorooctanesulfonic acid* – The Lancet Oncology

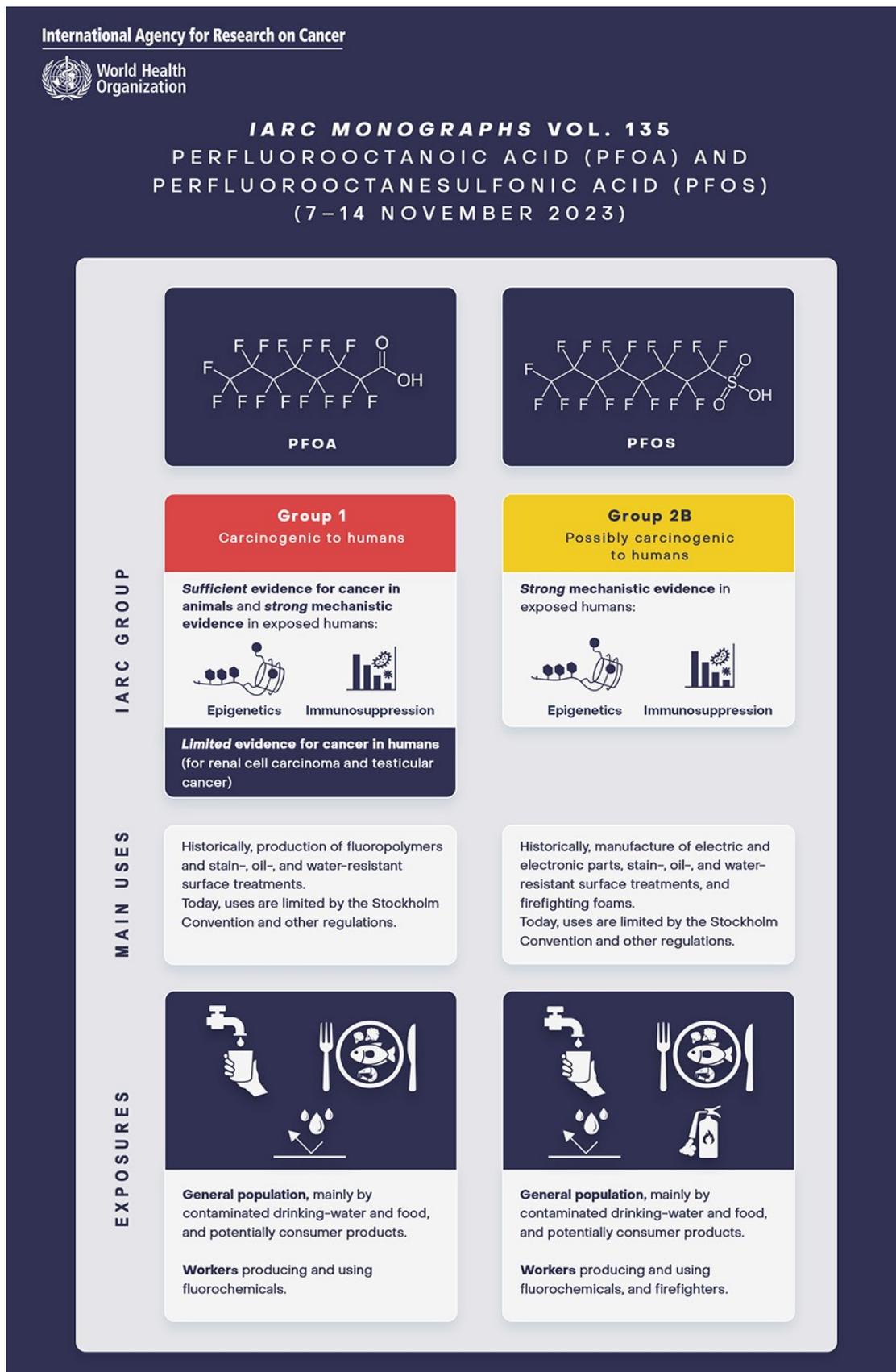


Figura 2: I risultati della recente valutazione delle monografie IARC sulla cancerogenicità dell'acido perfluorottanoico (PFOA) e dell'acido perfluorottanosolfonico (PFOS).

3. Pannello analitico delle sostanze *Per- e Polifluoroalchiliche* ricercate

Il pannello analitico adottato per il monitoraggio chimico è unico per tutti i punti di controllo della rete e dal 2023 prevede la ricerca di tutti i composti riportati in Tabella 2, ovvero vale a dire di tutti i composti che rientrano nel parametro “Somma di PFAS” come individuato dal nuovo decreto sulle acque destinate al consumo umano (D. Lgs. n. 18/2023)⁶.

Inizialmente venivano ricercati i 12 composti perfluoroalchilici oggetto delle indicazioni fornite dal MATTM, nella nota del 29.05.2013, prot. n. 0037869/TRI, con cui fu segnalata la presenza di queste sostanze nel territorio della provincia di Vicenza e comuni limitrofi.

Dal 2017 per l'acido perfluorooctansolfonico (PFOS) e l'acido perfluorooctanoico (PFOA) sono stati determinati anche gli isomeri (composti con la stessa formula chimica grezza, ma con una diversa struttura molecolare). Questo perché le sostanze Per- e Polifluoroalchiliche possono essere presenti nell'ambiente come miscele di isomeri lineare e ramificati in rapporti variabili in funzione del processo produttivo utilizzato. La telomerizzazione, per esempio, porta all'ottenimento di prodotti a catena lineare, mentre la fluorurazione elettrochimica produce sia isomeri lineari (n PFOS~70%, n PFOA~78%) che ramificati (b PFOS~30%, b PFOA~22 %). Queste differenze strutturali sono importanti perché influiscono sulle proprietà chimiche e fisiche del composto, che a loro volta, influenzano: comportamento ambientale, degradazione, ripartizione, bioaccumulo, tossico cinetica e tossicità.

Dal 2018 sono stati ricercati anche l'acido perfluoroeptansolfonico (PFHpS), l'acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptafuoropropossi) propanoico (detto anche esafluoropropilossido dimero acido: HFPO-DA o noto col nome commerciale GenX), il C₆O₄ e tre fluorotelomeri solfonati (FTS) con catene perfluoroalchiliche di lunghezza 4:2, 6:2 e 8:2.

Il set di composti perfluorurati da controllare è stato ulteriormente integrato, dall'autunno 2022, con: l'acido perfluoropentansolfonico (PFPeS), l'acido perfluorononansolfonico (PFNS) e l'acido perfluorodecansolfonico (PFDS), dal 2023 con l'acido perfluoroundecansolfonico (PFUnS), l'acido perfluorododecansolfonico (PFDoDS), l'acido perfluorotridecansolfonico (PFTrDS), l'acido perfluorotridecanoico (PFTrDA) e ADONA.

Il metodo analitico⁷ utilizzato dai laboratori ARPAV (accreditati UNI ISO IEC 17025) prevede la determinazione simultanea delle sostanze Per- e Polifluoroalchiliche mediante cromatografia liquida accoppiata ad uno spettrometro di massa triplo quadrupolo (LC-MS/MS), seguendo il protocollo analitico del Rapporti ISTISAN 2019/07 pag.151, ISS.CBA.052.

Nel corso degli anni il limite di quantificazione (LOQ) iniziale del metodo di 10 ng/L per tutti gli analiti allora monitorati è stato abbassato a 5 ng/L una prima volta nel corso del 2017 e da luglio 2023, a seguito dell'acquisizione di nuova strumentazione, è stato ulteriormente ridotto passando da 5 a 2 ng/L per tutti i composti eccetto che per PFBA e PFPeA, per i quali è rimasto invariato (5 ng/L), e per C₆O₄ che è passato da 40 a 10 ng/L.

⁶ La Regione Veneto ha chiesto ad ARPAV di estendere la ricerca di tutti i composti che rientrano nel parametro “Somma di PFAS” come individuato dal D. Lgs. n. 18/2023, in tutte le matrici a base acquosa per le quali è prevista la determinazione dei composti PFAS (prot. ARPAV N. 50985 del 31/05/24 “*Monitoraggio composti PFAS post D. Lgs. N. 18 2023 nelle matrici a base acquosa – Comunicazioni*”)

⁷ Rapporti ISTISAN 2019/07 pag. 151, ISS CBA 052
https://www.iss.it/documents/20126/45616/19_7_web.pdf/8363058b-a214-f255-4ff0-ee04e0a2cfd7?t=1581095853354

Tabella 2: Elenco dei composti perfluoroalchilici analizzati.

CLASSE	SIGLA	NOME	N=ATOMI CARBONIO	CATENA
acidi perfluoroalchilsolfonici PFSA $C_nF_{2n+1}SO_3H$	PFBS	acido perfluorobutansolfonico	4	corta
	PFPeS	acido perfluoropentansolfonico	5	corta
	PFHxS	acido perfluoroesansolfonico	6	lunga
	PFHpS	acido perfluoroeptansolfonico	7	lunga
	PFOS	acido perfluorooctansolfonico	8	lunga
	PFNS	acido perfluorononansolfonico	9	lunga
	PFDS	acido perfluorodecansolfonico	10	lunga
	PFUnDS	acido perfluoroundecansolfonico	11	lunga
	PFDoDS	acido perfluorododecansolfonico	12	lunga
	PFTTrDS	acido perfluorotridecansolfonico	13	lunga
acidi perfluoroalchilcarbossilici PFCA $C_nF_{2n+1}COOH$	PFBA	acido perfluorobutanoico	4	corta
	PFPeA	acido perfluoropentanoico	5	corta
	PFHxA	acido perfluoroesanoico	6	corta
	PFHpA	acido perfluoroeptanoico	7	corta
	PFOA	acido perfluorooctanoico	8	lunga
	PFNA	acido perfluorononanoico	9	lunga
	PFDA	acido perfluorodecanoico	10	lunga
	PFUnDA	acido perfluoroundecanoico	11	lunga
	PFDoDA	acido perfluorododecanoico	12	lunga
	PFTTrDA	acido perfluorotridecanoico	13	lunga
acidi per- e polifluoroetere carbossilici PFECA	HFPO-DA	acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptafuoropropossi)propanoico	6	corta
	ADONA	acido dodecafluoro-3H-4,8-diossananoico	7	corta
	C_6O_4	acido difluoro{[2,2,4,5- tetrafluoro-5-(trifluorometossi)-1,3-diossolan-4-yl]ossi}acetico	6	corta
Fluorotelomeri	6:2 FTS	6:2 fluorotelomero solfonato		

4. Valori soglia per le acque sotterranee

Per le acque sotterranee sono stati fissati valori soglia per alcuni composti perfluoroalchilici (Tabella 3) con il decreto 6 luglio 2016 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Il provvedimento recepisce la direttiva 2014/80/UE della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

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

PARAMETRO	NUMERO CAS	VALORE SOGLIA (µg/L)	VALORE SOGLIA* (µg/L) (interazione acque superficiali)
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	2706-90-3	3	-
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	307-24-4	1	-
Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)	375-73-5	3	-
Acido perfluorooctanoico (PFOA)	335-67-1	0.5	0.1
Acido perfluorooctansolfonico (PFOS)	1763-23-1	0.03	6.5 x 10 ⁻⁴

* Tali valori sono cautelativi anche per gli ecosistemi acquatici e si applicano ai corpi idrici sotterranei che alimentano i corpi idrici superficiali e gli ecosistemi terrestri dipendenti. Le regioni, sulla base di una conoscenza approfondita del sistema idrologico superficiale e sotterraneo, possono applicare ai valori di cui alla colonna (*) fattori di attenuazione o diluizione. In assenza di tale conoscenza, si applicano i valori di cui alla medesima colonna.

5. La rete di sorveglianza PFAS delle acque sotterranee

La Rete di Sorveglianza dei composti perfluoroalchilici (PFAS) delle acque sotterranee (RS-PFAS) è stata istituita da ARPAV nel 2015 con lo scopo di monitorare l'evoluzione spazio-temporale a medio-lungo termine dell'esteso fenomeno di inquinamento dei corpi idrici sotterranei originato da un sito industriale chimico nella media valle dell'Agno in comune di Trissino (VI).

L'estensione, la geometria e l'intensità della contaminazione (individuata attraverso più di 2000 campioni tra acque superficiali e sotterranee) sono state, assieme al modello concettuale di propagazione e alla definizione dei corpi idrici vulnerati, tra i criteri fondamentali per la selezione dei punti costituenti la rete.

Nel periodo 2018-2020 sono stati monitorati con frequenza trimestrale o mensile 54 punti tra pozzi, sorgenti e risorgive. Dal 2021 al 2023 i punti monitorati sono diventati 53, poiché il pozzo n. 31 è stato dismesso per motivi logistici. I punti sono territorialmente distribuiti su più di 380 km² (Figura 3) e costituiscono una rete in grado di fornire informazioni sull'andamento temporale della contaminazione.

Figura 3: Rete di sorveglianza PFAS delle acque sotterranee.

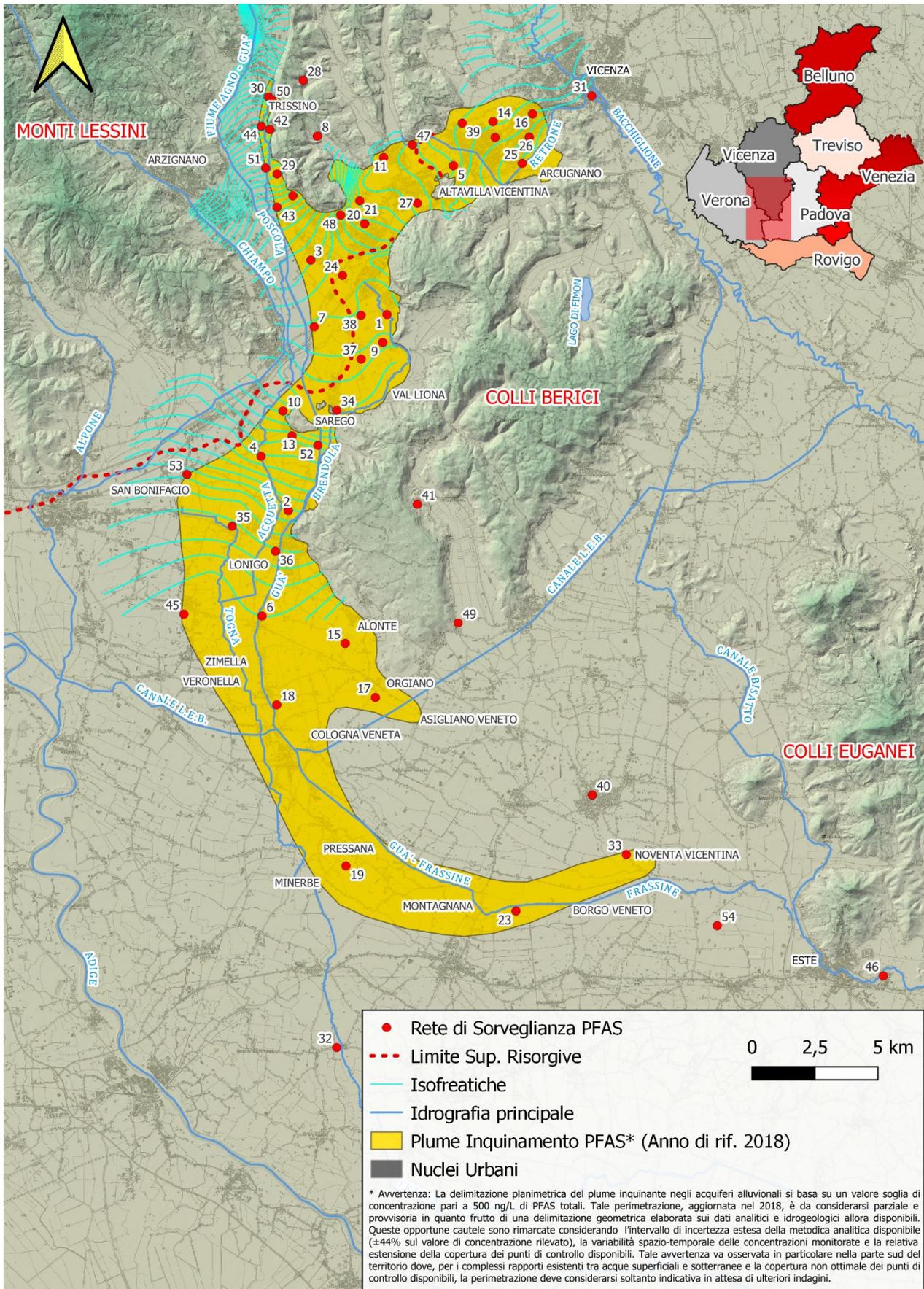


Tabella 4: Stazioni costituenti la rete di sorveglianza PFAS delle acque sotterranee nel periodo 2018-2023. Caratteristiche dei punti di controllo componenti la rete di sorveglianza PFAS delle acque sotterranee.

ID	CODICE SIRAV	TIPO	COMUNE	PROV.	ACQUIFERO	RETE	PROFONDITA' (m)
1	500030609	POZZO	BRENDOLA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	39
2	500030610	POZZO	LONIGO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	38
3	500030611	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	20
4	500030613	POZZO	LONIGO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	94
5	500030614	POZZO	ALTAVILLA VICENTINA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	6
6	24000155	POZZO	LONIGO	VI	BASSA PIANURA	RS_BP	4
7	500030615	POZZO	MONTEBELLO VICENTINO	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	40
8	500030616	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	20
9	500030617	POZZO	BRENDOLA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	40
10	500030618	POZZO	SAREGO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	50
11	500030619	POZZO	SOVIZZO	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	42
12	500030620	POZZO	CREAZZO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	4.5
13	500030621	POZZO	SAREGO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	60
14	500031041	RISORGIVA	VICENZA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	0
15	500030623	POZZO	LONIGO	VI	BASSA PIANURA	RS_BP	22
16	500030624	POZZO	VICENZA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	20
17	500030625	POZZO	COLOGNA VENETA	VR	BASSA PIANURA	RS_BP	40
18	500028363	POZZO	ZIMELLA	VR	BASSA PIANURA	RS_BP	9
19	23000187	POZZO	PRESSANA	VR	BASSA PIANURA	RS_BP	5
20	500030626	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	31
21	500030627	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	52
22	500030628	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	50
23	500030629	POZZO	MONTAGNANA	PD	BASSA PIANURA	RS_BP	30
24	500030630	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	12
25	500030631	POZZO	VICENZA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	80
26	500030632	POZZO	VICENZA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	20
27	500030633	POZZO	ALTAVILLA VICENTINA	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	39
28	500030634	SORGENTE	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	RILIEVI LESSINEI	RS_MAP	0
29	500030635	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	60
30	500030636	POZZO	TRISSINO	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	50

ID	CODICE SIRAV	TIPO	COMUNE	PROV.	ACQUIFERO	RETE	PROFONDITA' (m)
31 ⁸	500030637	POZZO	VICENZA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	30
32	500028353	POZZO	URBANA	PD	BASSA PIANURA	RS_BP	9
33	500030638	POZZO	NOVENTA VICENTINA	VI	BASSA PIANURA	RS_BP	13
34	500030639	POZZO	SAREGO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	24
35	500030640	POZZO	LONIGO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	60
36	500030641	POZZO	LONIGO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	104
37	500030642	POZZO	BRENDOLA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	38
38	500030643	POZZO	BRENDOLA	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	20
39	500030644	POZZO	CREAZZO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	30
40	500030645	POZZO	NOVENTA VICENTINA	VI	BASSA PIANURA	RS_BP	24
41	500030646	POZZO	SAN GERMANO DEI BERICI	VI	RILIEVI BERICI	RS_MAP	100
42	500030291	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	25
43	500030647	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	30
45	500030649	RISORGIVA	ZIMELLA	VR	MEDIA PIANURA	RS_BP	0
46	500030650	POZZO	ESTE	PD	BASSA PIANURA	RS_BP	56
47	500030651	RISORGIVA	CREAZZO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	0
48	500030652	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	35
49	500030653	POZZO	ORGIANO	VI	BASSA PIANURA	RS_BP	40
50	500030292	POZZO	TRISSINO	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	35
51	500030654	POZZO	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	ALTA PIANURA	RS_MAP	9.35
52	500031229	POZZO	SAREGO	VI	MEDIA PIANURA	RS_MAP	32
53	500033343	POZZO	SAN BONIFACIO	VR	MEDIA PIANURA	RS_MAP	120
54	500031878	POZZO	OSPETALETTO EUGANEO	PD	BASSA PIANURA	RS_BP	12

RS_MAP: rete di sorveglianza PFAS in media-alta pianura.

RS_BP: rete di sorveglianza PFAS in bassa pianura.

⁸ Il pozzo n. 31 è stato dismesso a partire dal 2021 per motivi logistici

6. Distribuzione delle sostanze perfluoroalchiliche

Nel periodo 2018-2023 sono stati analizzati 1650 campioni di acque sotterranee (Tabella 5) prelevati presso 54 punti di monitoraggio: il pozzo n. 31 nel comune di Vicenza è stato dismesso per motivi logistici a partire dal 2021.

L'acido perfluorobutanossolfonico (PFBS), gli acidi perfluoroalchilcarbossilici a catena corta PFBA, PFPeA, PFHxA e l'acido perfluorooctanoico (PFOA) sono stati rilevati in concentrazioni superiori al limite di quantificazione nella quasi totalità dei campioni analizzati (Figura 4).

L'unico punto in cui risultano assenti è il pozzo n. 31 di Vicenza, un "punto sentinella" appositamente scelto appena fuori dal plume inquinante per individuare e quantificare l'eventuale espansione dell'inquinamento verso est. Grazie ad un accordo di collaborazione tra la Regione e ARPAV, tra il 2023 e l'inizio del 2024, sono stati realizzati una serie di pozzi, due dei quali sono andati a sostituire quello dismesso, per fungere da "punti sentinella". Se ne darà conto in una prossima relazione.

Il ritrovamento degli acidi perfluoroalchilcarbossilici a catena più lunga del PFOA: acido perfluorononanoico (PFNA) e acido perfluorodecanoico (PFDA), così come del fluorotelomero solfonato 4:6-FTS e dei composti di nuova generazione HFPO-DA e C₆O₄ è limitato al fronte della contaminazione verso Vicenza (Figura 5).

I composti inseriti nel monitoraggio tra il 2022 e il 2023, ovvero gli acidi perfluoroalchilsolfonici a catena più lunga del PFOS, PFTrDA e ADONA non sono mai stati rilevati in concentrazione superiore al limite di quantificazione.

Le rappresentazioni della distribuzione media annua delle diverse sostanze perfluoroalchiliche rilevate in ogni punto di monitoraggio sono riportate di seguito, con evidenziati gli eventuali superamenti dei valori soglia stabiliti dal D. Lgs. 152/2006 (come modificato dal DM 06.07.2016).

Analogamente a quanto rilevato nei precedenti rapporti, i massimi valori di concentrazione di PFAS si individuano in tre zone distinte: in prossimità della sorgente di contaminazione (comuni di Trissino e Montecchio Maggiore), in corrispondenza del fronte est della contaminazione (comuni di Creazzo e Vicenza) e nei territori dei comuni di Sarego e Lonigo, verso sud (Figura 6).

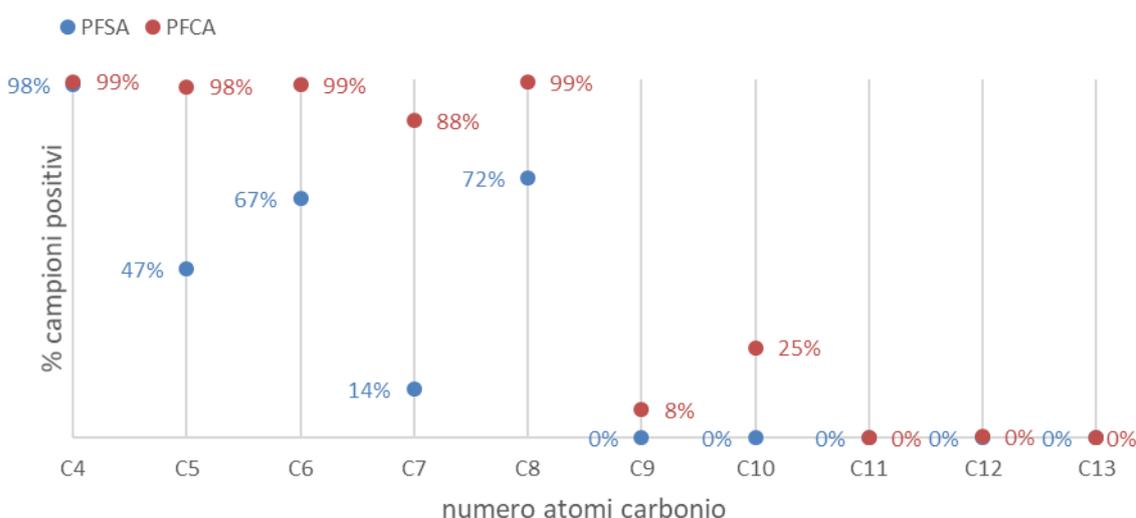


Figura 4: Percentuale di campioni con concentrazione superiore al limite di quantificazione per gli acidi perfluoroalchilcarbossilici (PFCA) e perfluoroalchilsolfonici (PFSA) rispetto al numero di atomi di carbonio.

Tabella 5: Sintesi dei risultati del monitoraggio 2018-2023 per singolo composto. Per ciascuna sostanza sono riportati: il periodo di monitoraggio, il numero di campioni totali e superiori al limite di quantificazione (>LOQ), la concentrazione minima e massima misurate e i limiti di quantificazione (LOQ)

nome	Cn-sigla	periodo	numero campioni		concentrazione ng/L		LOQ ng/L
			totale	>LOQ	min	max	
acido perfluorobutansolfonico	C4-PFBS	2018-2023	1650	1624	5	8880	5, 2
acido perfluoropentansolfonico	C5-PFPeS	2022-2023	337	159	2	205	5, 2
acido perfluoroesansolfonico	C6-PFHxS	2018-2023	1650	1101	2	245	5, 2
acido perfluoroeptansolfonico	C7-PFHpS	2018-2023	1556	211	2	98	25, 5, 2
acido perfluorooctansolfonico lineare	C8-PFOS(n)	2018-2023	1650	1131	2	1221	5, 2
acido perfluorooctansolfonico isomeri ramificati	C8-PFOS(b)	2018-2023	1648	1131	2	692	5, 2
acido perfluorooctansolfonico totale	C8-PFOS	2018-2023	1650	1196	2	1901	5, 2
acido perfluorononansolfonico	C9-PFNS	2022-2023	337	0	-	-	5, 2
acido perfluorodecansolfonico	C10-PFDS	2022-2023	337	0	-	-	5, 2
acido perfluoroundecansolfonico	C11-PFUnDS	2023	164	0	-	-	5, 2
acido perfluorododecansolfonico	C12-PFDoDS	2023	164	0	-	-	5, 2
acido perfluorotridecansolfonico	C13-PFTrDS	2023	164	0	-	-	5, 2
acido perfluorobutanoico	C4-PFBA	2018-2023	1650	1639	5	10700	5
acido perfluoropentanoico	C5-PFPeA	2018-2023	1650	1615	5	6757	5
acido perfluoroesanoico	C6-PFHxA	2018-2023	1650	1626	5	6710	5, 2
acido perfluoroeptanoico	C7-PFHpA	2018-2023	1650	1460	2	3240	5, 2
acido perfluorooctanoico lineare	C8-PFOA(n)	2018-2023	1650	1634	5	16417	5, 2
acido perfluorooctanoico isomeri ramificati	C8-PFOA(b)	2018-2023	1650	1568	5	8864	5, 2
acido perfluorooctanoico totale	C8-PFOA	2018-2023	1650	1635	5	25255	5, 2
acido perfluorononanoico	C9-PFNA	2018-2023	1650	131	2	32	5, 2
acido perfluorodecanoico	C10-PFDA	2018-2023	1650	416	2	88	5, 2
acido perfluoroundecanoico	C11-PFUnDA	2018-2023	1649	1	8	8	5, 2
acido perfluorododecanoico	C12-PFDoDA	2018-2023	1648	6	5	9	5, 2
acido perfluorotridecanoico	C13-PFTrDA	2023	164	0	-	-	5, 2
4:2 fluorotlometro solfonato	4:2-FTS	2018-2023	1383	0	-	-	5, 2
6:2 fluorotlometro solfonato	6:2-FTS	2018-2023	1546	172	2	56	5, 2
8:2 fluorotlometro solfonato	8:2-FTS	2018-2023	1383	2	5	6	5, 2
acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptfluoroproossi)propanoico	HFPO-DA	2018-2023	1554	286	2	6461	25, 5, 2
acido difluoro[[2,2,4,5- tetrafluoro-5-(trifluorometossi)-1,3-diossolan-4-yl]ossi]acetico	C ₆ O ₄	2018-2023	1473	278	10	10251	50, 40, 10
acido dodecafluoro-3H-4,8-diossanonanoico	ADONA	2023	164	0	-	-	5, 2

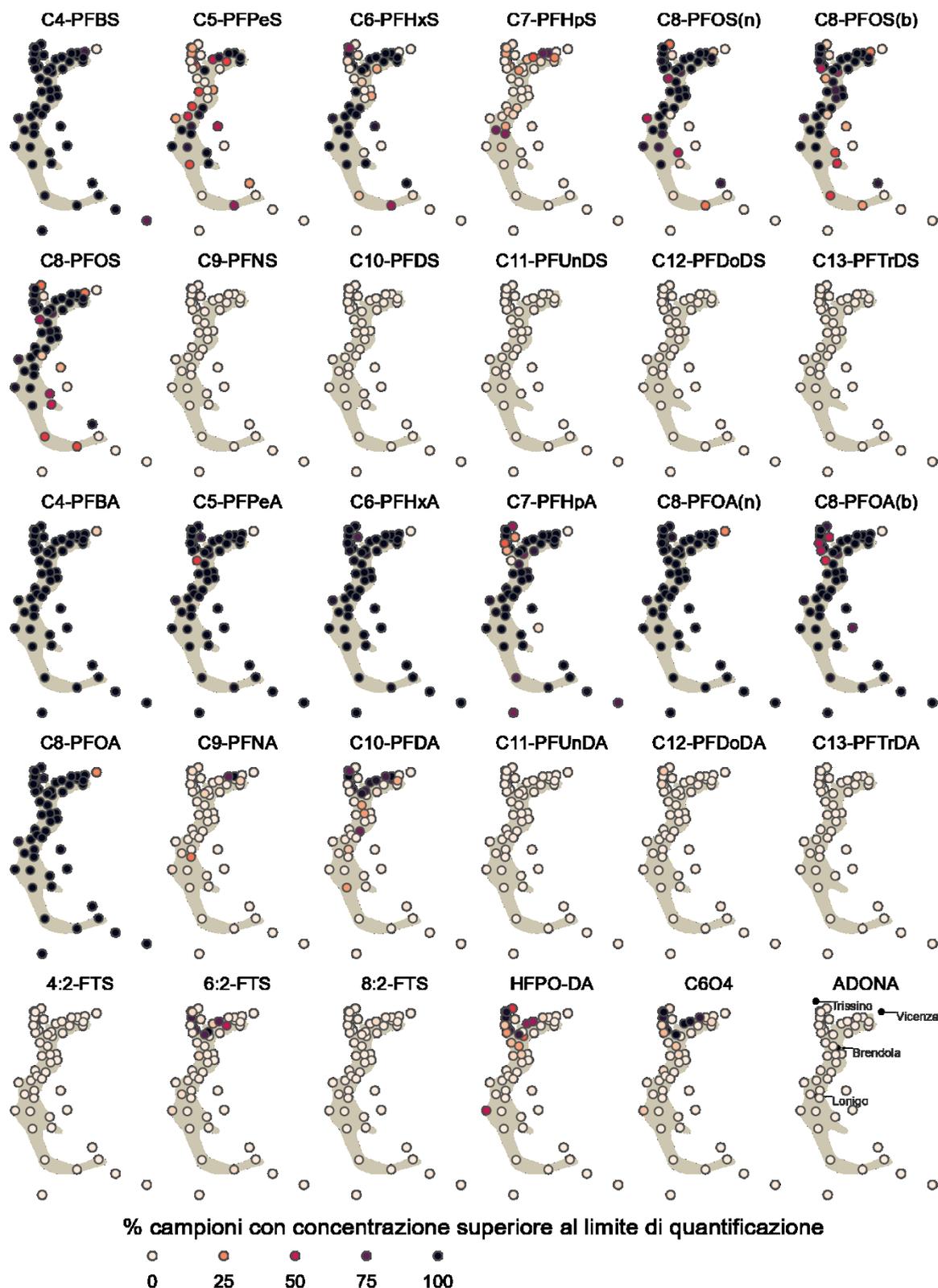


Figura 5: Distribuzione dei campioni con concentrazione superiore al limite di quantificazione per singola sostanza. L'acido perfluorobutanossolfonico (PFBS), gli acidi perfluoroalchilcarbossilici a catena corta PFBA, PFPeA, PFHxA e l'acido perfluorooctanoico (PFOA) sono stati rilevati in concentrazioni superiori al limite di quantificazione nella quasi totalità dei campioni analizzati. Il ritrovamento degli acidi perfluoroalchilcarbossilici a catena più lunga del PFOA: acido perfluorononanoico (PFNA) e acido perfluorodecanoico (PFDA), così come del fluorotelomero solfonato 4:6-FTS e dei composti di nuova generazione HFPO-DA e C₆O₄ è limitato al fronte della contaminazione verso Vicenza. Gli acidi perfluoroalchilossolfonici a catena più lunga del PFOS da C9 a C13, gli acidi perfluoroalchilcarbossilici da C11 a C13, i fluorotelomeri 4:2 FTS e 8:2 FTS e ADONA non sono mai stati rilevati in concentrazione superiore al limite di quantificazione.

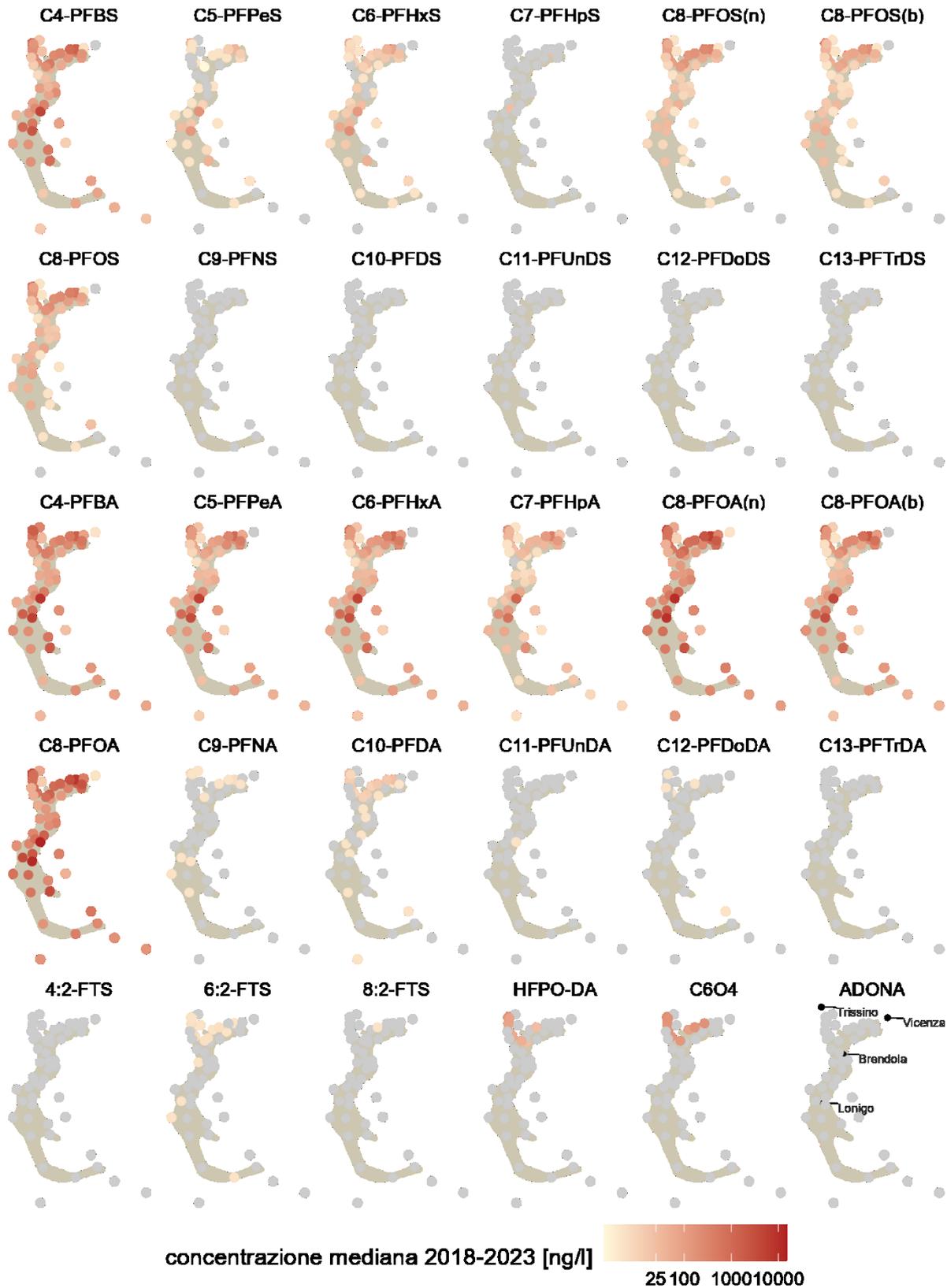


Figura 6: Distribuzione della concentrazione mediana per singola sostanza. Periodo: 2018-2023. Se la concentrazione mediana è risultata inferiore al limite di quantificazione massimo del periodo considerato, il punto è rappresentato in grigio.

7. Concentrazioni medie annue e superamenti dei valori soglia

In Tabella 6 sono sintetizzati il numero di superamenti annui per i cinque composti perfluoroalchilici per i quali la norma vigente definisce un valore soglia da considerare per la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee (tabella 3, lettera B, parte A dell'allegato 1 alla parte III del decreto legislativo 152/2006).

La conformità del valore soglia è stata calcolata come concentrazione media annua in $\mu\text{g/L}$ arrotondata al numero di decimali con cui è espresso il valore soglia. Nel caso di concentrazioni inferiori al limite di quantificazione (LOQ), secondo quanto prescritto dalla direttiva 2009/90/CE recepita dal decreto legislativo 152/2006, è stato utilizzato un valore pari a metà del valore del limite di quantificazione (LOQ/2). Se il valore medio calcolato è risultato inferiore al limite di quantificazione, il valore è stato contrassegnato come "<LOQ".

Nelle figure che seguono sono rappresentate le distribuzioni delle concentrazioni medie annue dei singoli congeneri rilevati al di sopra del limite di quantificazione in almeno un punto di monitoraggio; se per il composto in esame è stato individuato un valore soglia, i superamenti sono contrassegnati in rosso.

Tabella 6: Riepilogo del numero di superamenti annui per i cinque congeneri per i quali è stato individuato un valore soglia per la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee

PARAMETRO	VALORE SOGLIA (µg/L)	ANNO	NUMERO SUPERAMENTI	ELENCO STAZIONI CON SUPERAMENTO
Acido perfluorobutansolfonico PFBS	3	2018	1	52
		2019	1	52
		2020	1	52
		2021	1	52
		2022	1	52
		2023	1	52
Acido perfluorooctansolfonico PFOS(n)	0,03	2018	14	5, 11, 12, 14, 21, 22, 29, 30, 34, 39, 42, 47, 48, 50
		2019	13	5, 11, 12, 14, 22, 29, 30, 34, 39, 42, 47, 48, 50
		2020	15	5, 11, 12, 14, 22, 26, 29, 30, 34, 39, 42, 47, 48, 50, 55
		2021	13	5, 11, 14, 22, 26, 29, 30, 34, 39, 42, 47, 48, 50
		2022	14	2, 5, 11, 14, 22, 26, 29, 30, 34, 36, 39, 47, 48, 50
		2023	11	5, 11, 14, 22, 29, 30, 34, 39, 42, 47, 48
Acido perfluoropentanoico PFPeA	3	2018	1	52
		2019	2	36, 52
		2020	2	36, 52
		2021	2	36, 52
		2022	1	52
		2023	2	36, 52
Acido perfluoroesanoico PFHxA	1	2018	2	36, 52
		2019	2	36, 52
		2020	2	36, 52
		2021	3	30, 36, 52
		2022	3	30, 36, 52
		2023	2	36, 52
Acido perfluorooctanoico PFOA(n)	0,5	2018	24	2, 6, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 25, 26, 29, 30, 34, 35, 36, 39, 40, 42, 47, 48, 50, 52
		2019	19	2, 6, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 25, 26, 30, 34, 35, 36, 39, 42, 47, 50, 52
		2020	19	2, 6, 11, 12, 13, 14, 17, 25, 26, 30, 34, 35, 36, 39, 42, 47, 48, 50, 52
		2021	21	2, 6, 11, 14, 17, 22, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 39, 42, 45, 47, 48, 50, 52
		2022	18	2, 6, 11, 14, 17, 23, 25, 26, 29, 30, 34, 35, 36, 39, 45, 47, 48, 52
		2023	15	2, 6, 11, 14, 17, 25, 26, 29, 30, 34, 35, 36, 39, 47, 52

concentrazione media annua C4-PFBS [ng/L]

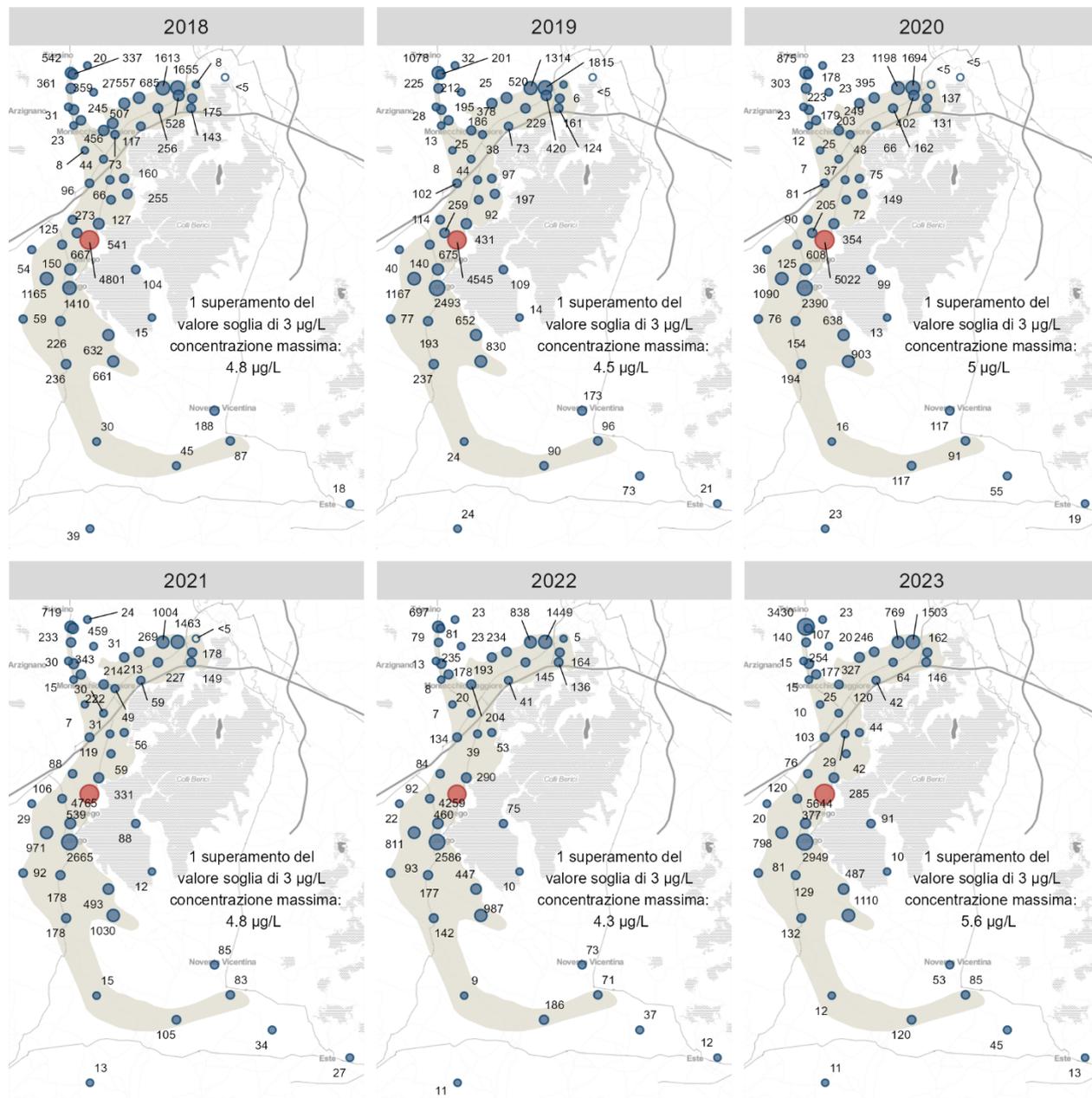


Figura 7: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluorobutansolfonico (PFBS). L'unica stazione con superamento del valore soglia di 3 µg/L è la #52 a Sarego.

concentrazione media annua C5-PFPeS [ng/L]

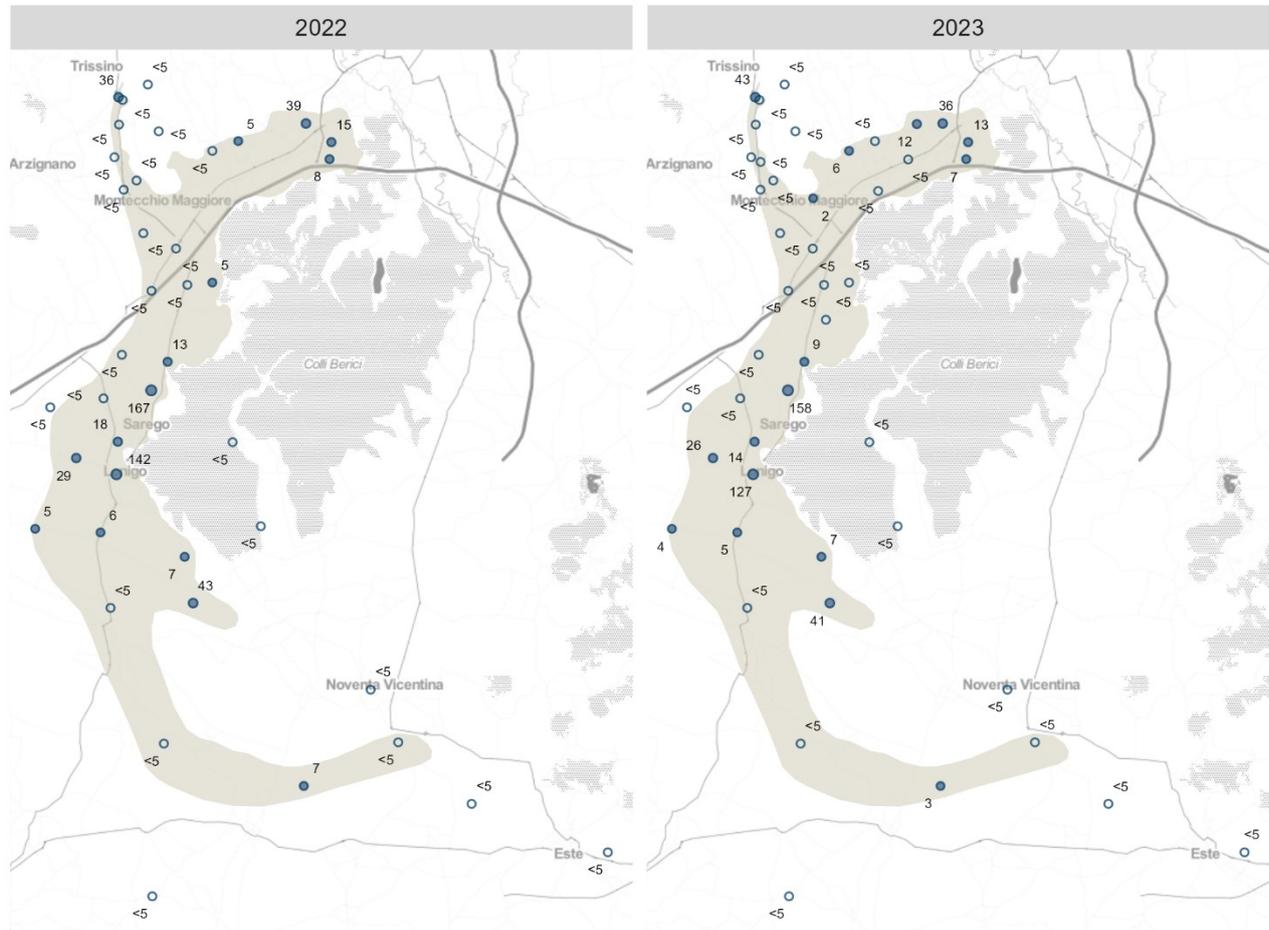


Figura 8: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluoropentansolfonico (PFPeS).

concentrazione media annua C6-PFHxS [ng/L]

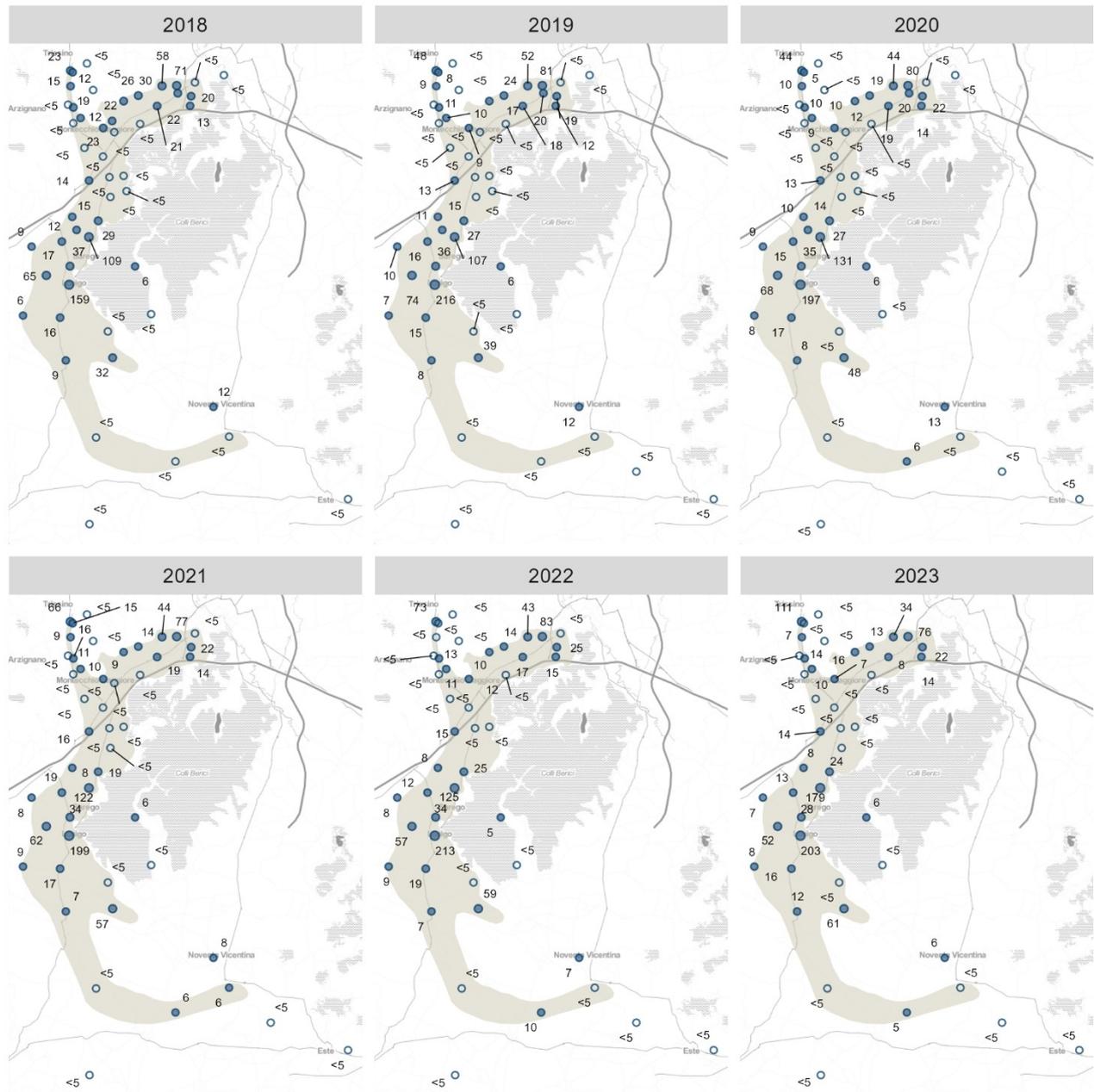


Figura 9: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluoroesansolfonico (PFHxS).

concentrazione media annua C7-PFHpS [ng/L]

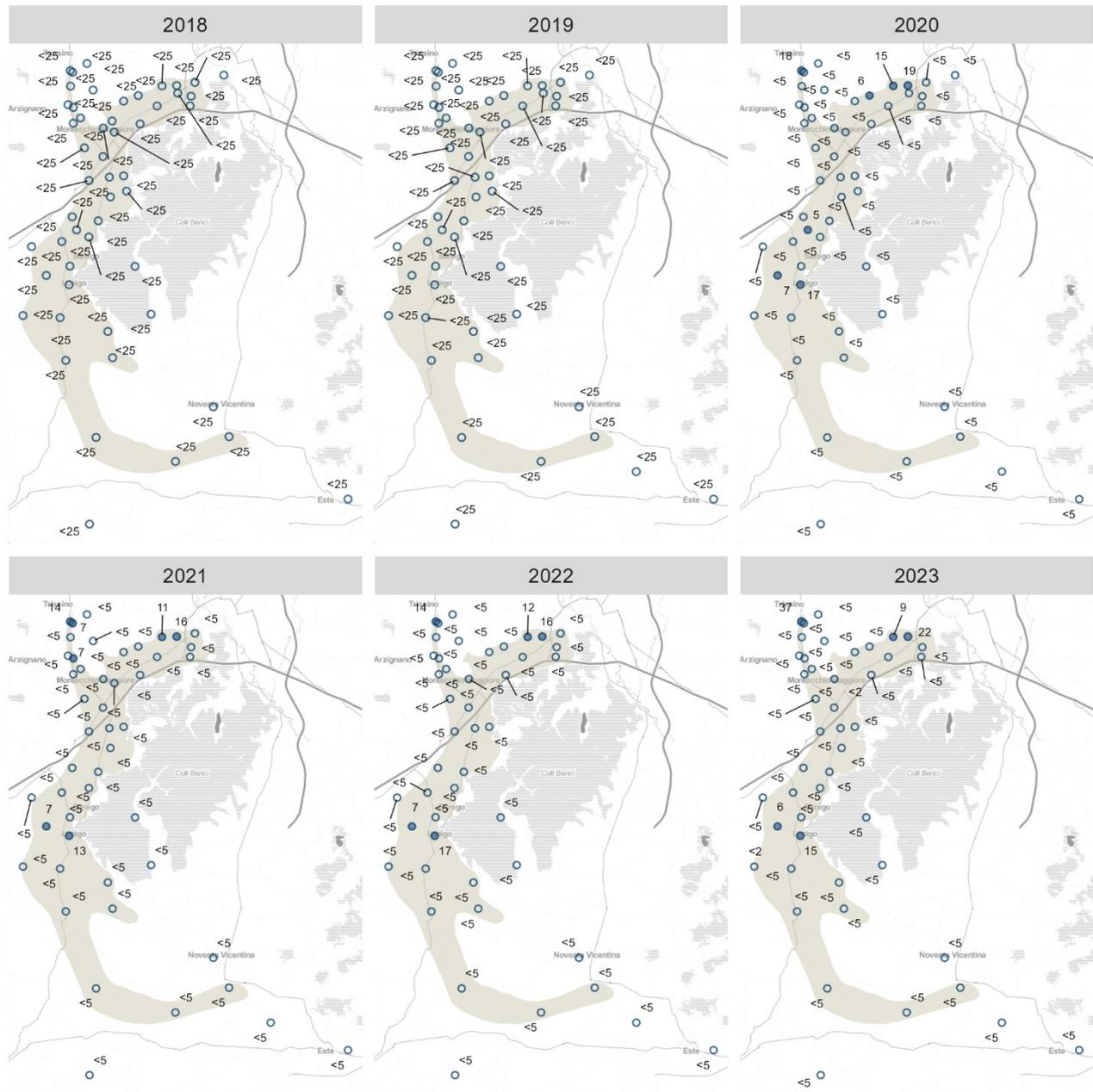


Figura 10: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluoroeptansolfonico (PFHpS).

concentrazione media annua C8-PFOS(n) [ng/L]

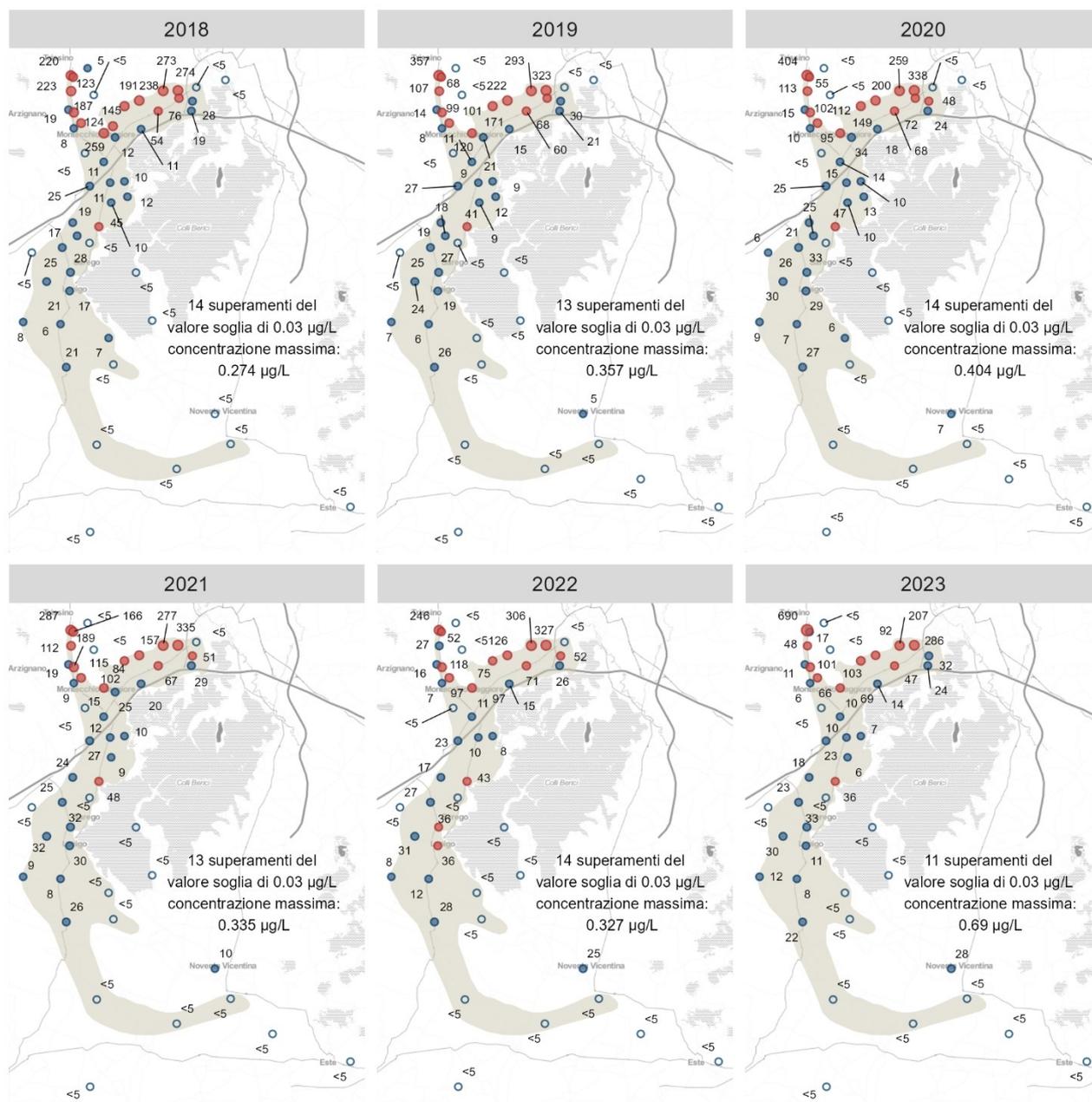


Figura 11: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluorottansolfonico isomero lineare (PFOS-n).

concentrazione media annua C8-PFOS(b) [ng/L]

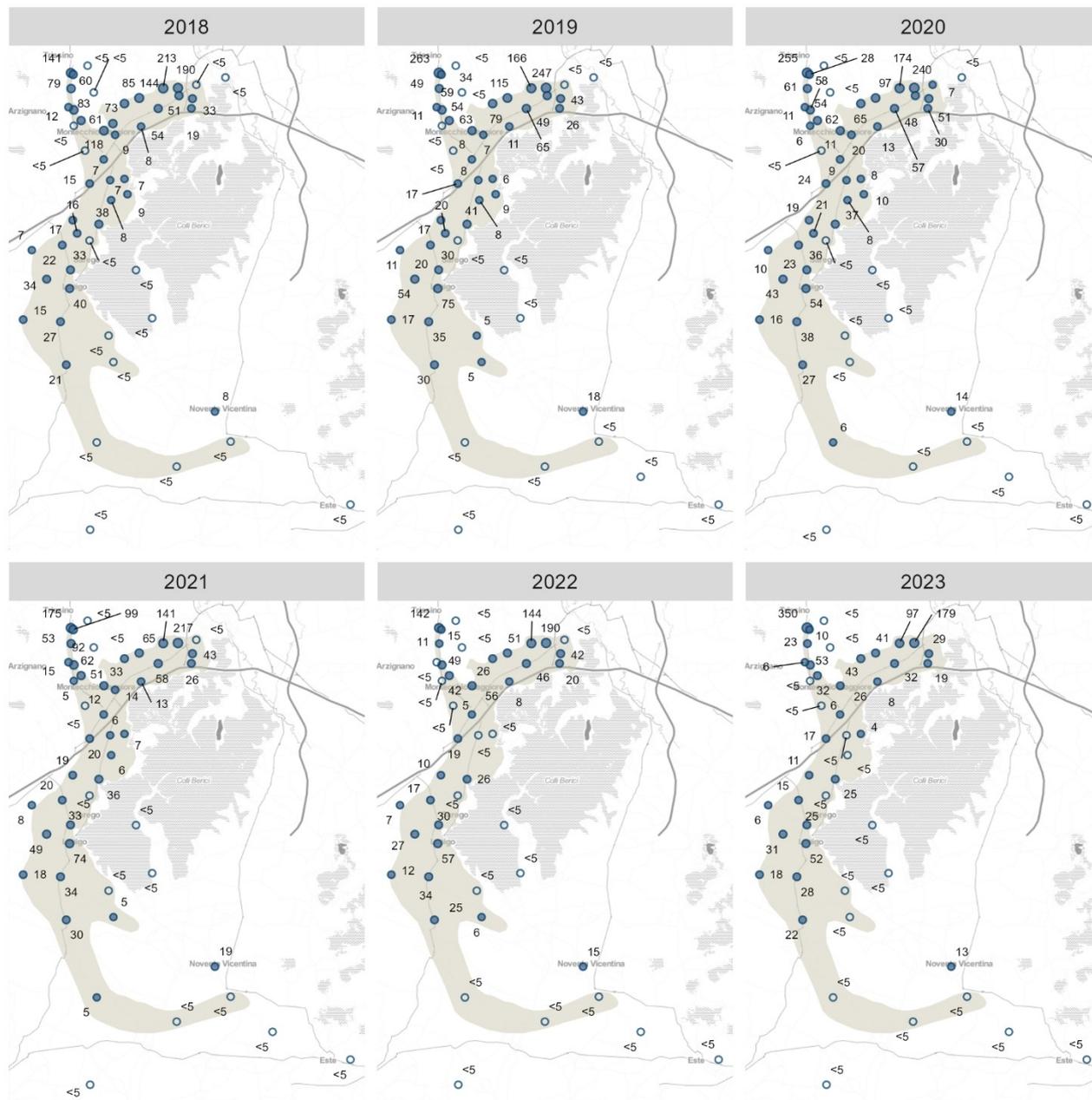


Figura 12: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluorottansolfonico isomeri ramificati (PFOS-b).

concentrazione media annua C8-PFOS [ng/L]

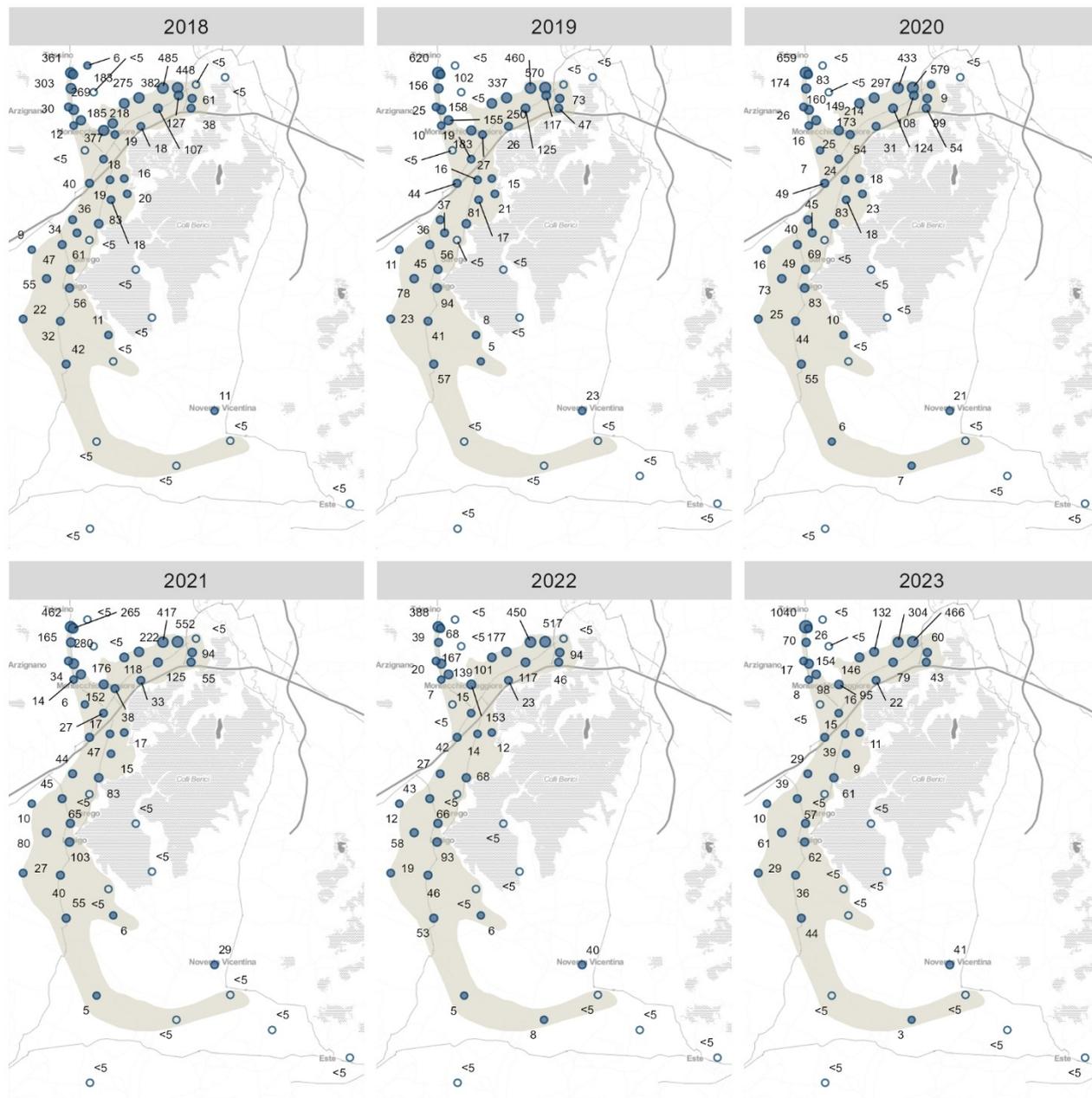


Figura 13: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluorottansolfonico isomeri lineare e ramificati (PFOS).

concentrazione media annua C4-PFBA [ng/L]

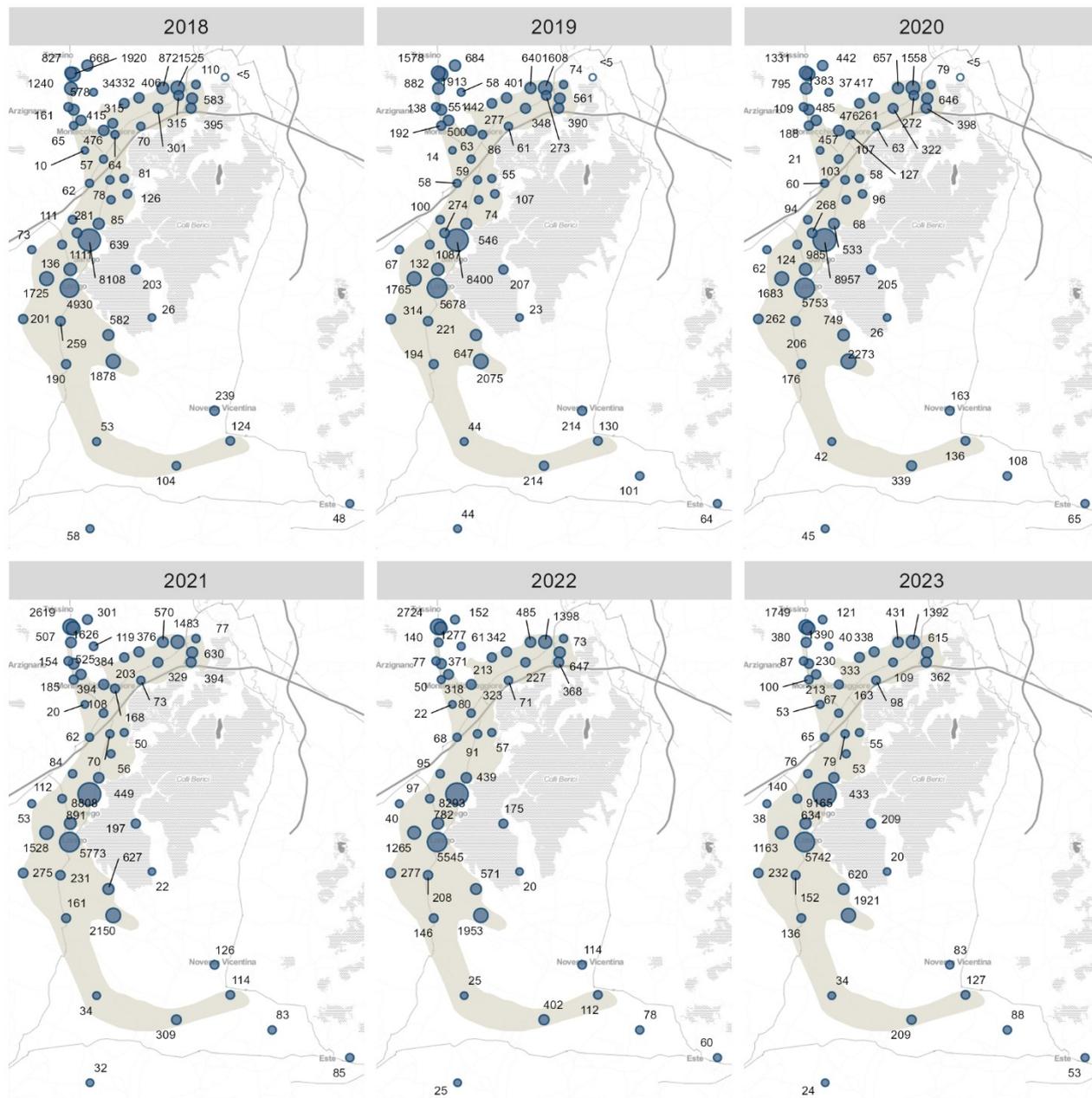


Figura 14: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluorobutanoico (PFBA).

concentrazione media annua C5-PFPeA [ng/L]

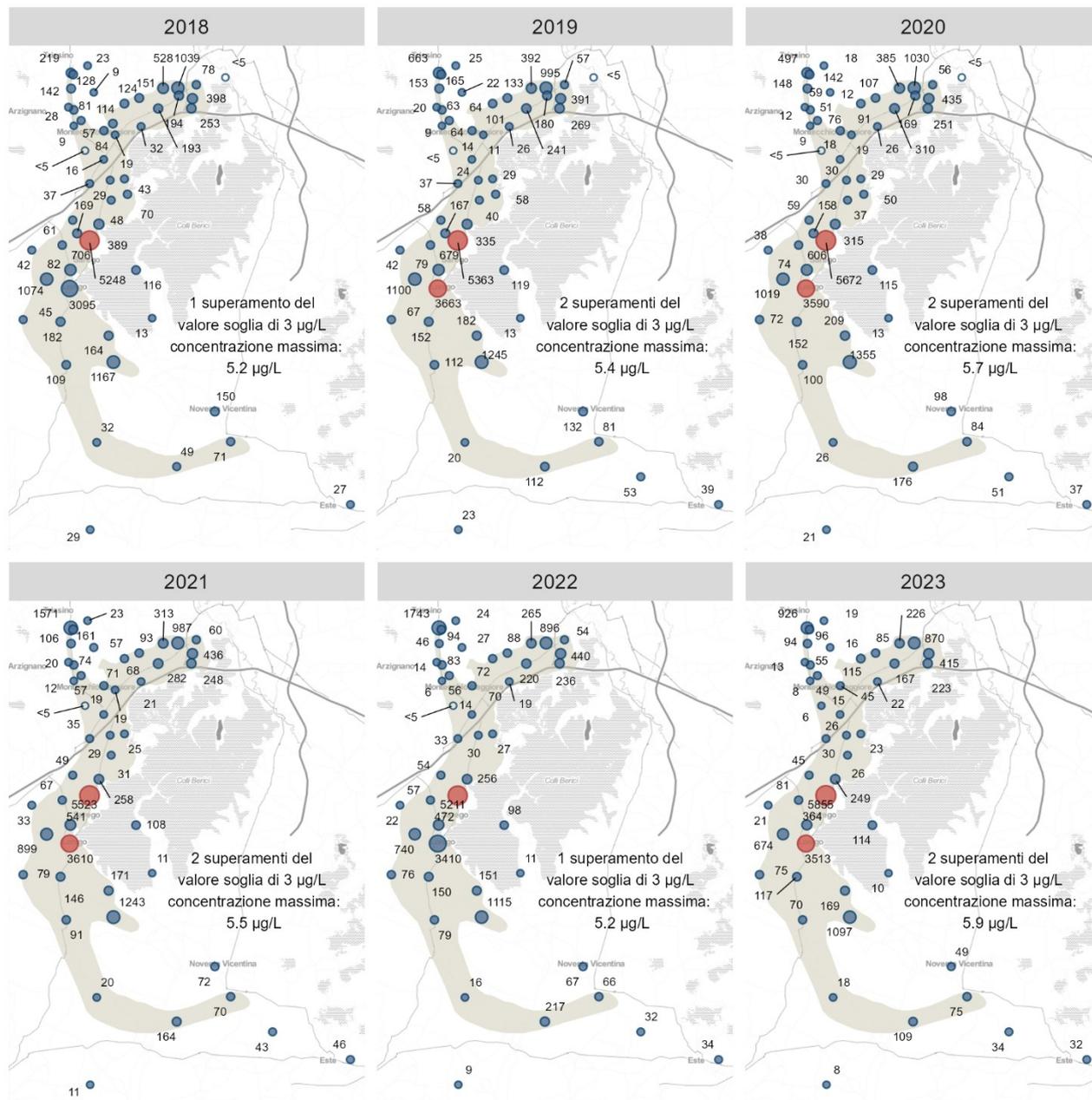


Figura 15: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluoropentanoico (PFPeA). I punti con superamento del valore soglia di 3 µg/L sono il #52 a Sarego e il #36 a Lonigo.

concentrazione media annua C6-PFHxA [ng/L]

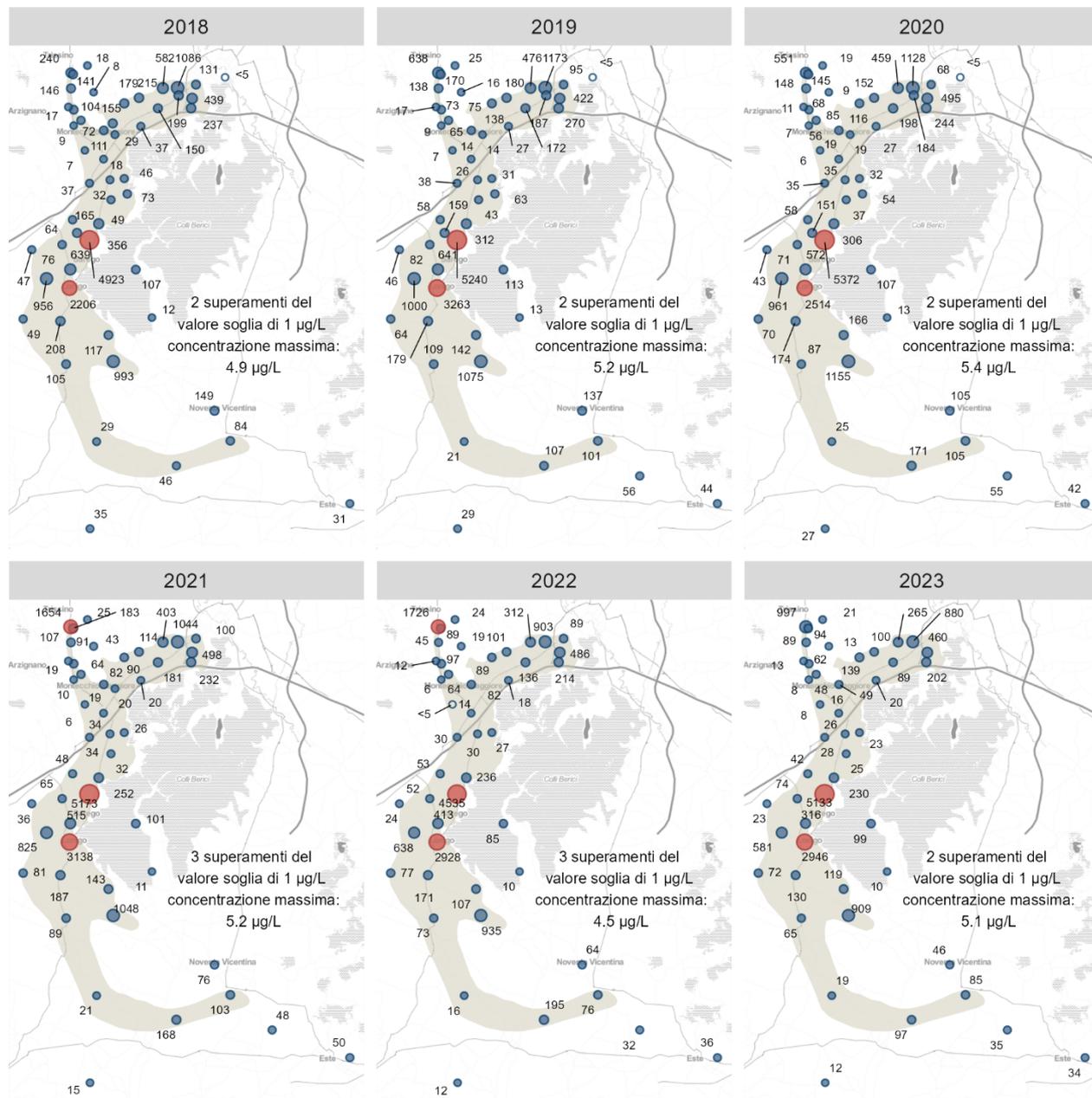


Figura 16: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluoroesanoico (PFHxA). I punti con superamento del valore soglia di 1 µg/L sono il #30 a Trissino, il #52 a Sarego e il #36 a Lonigo.

concentrazione media annua C7-PFHpA [ng/L]

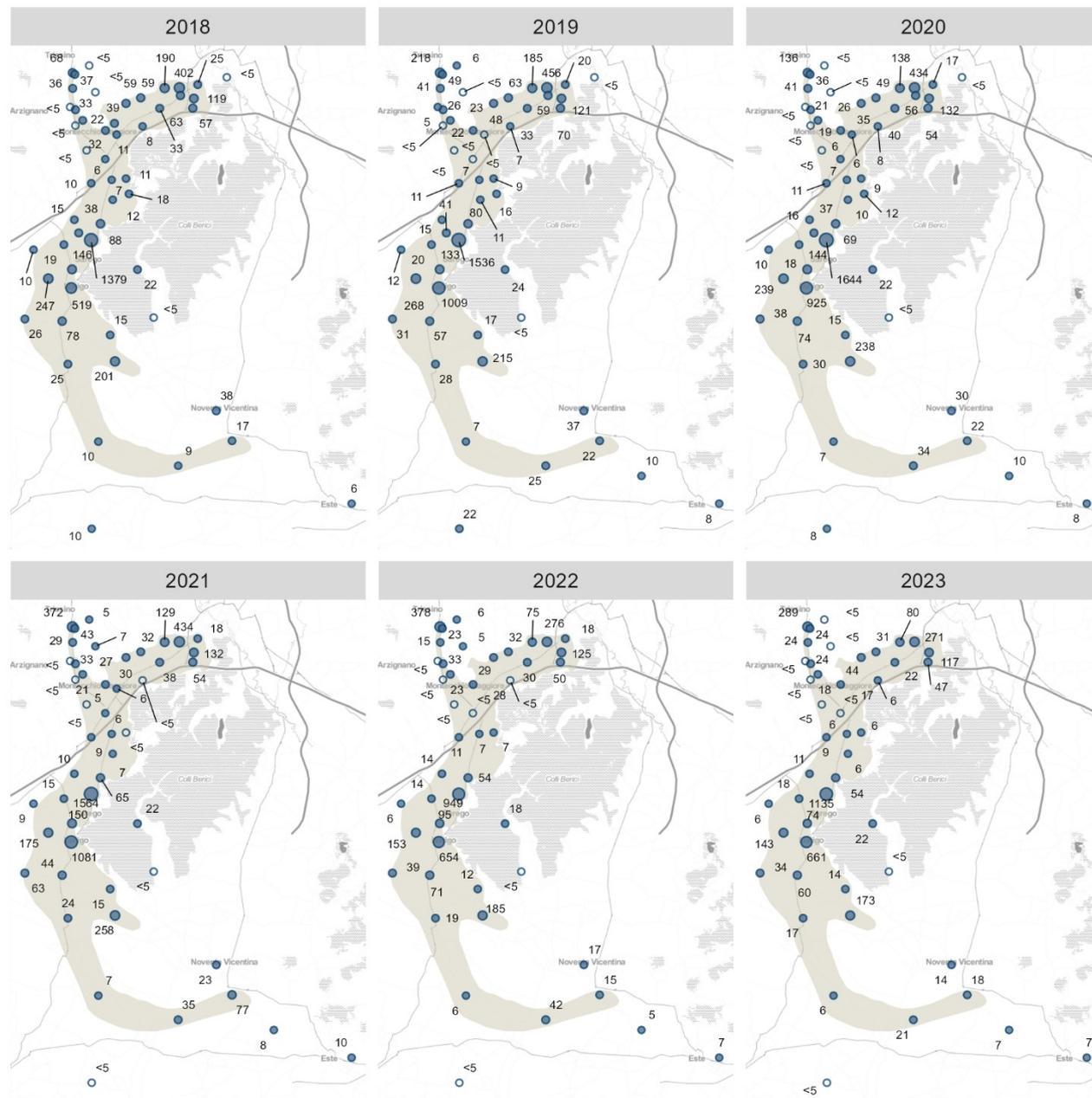


Figura 17: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluoroeptanoico (PFHpA).

concentrazione media annua C8-PFOA(n) [ng/L]

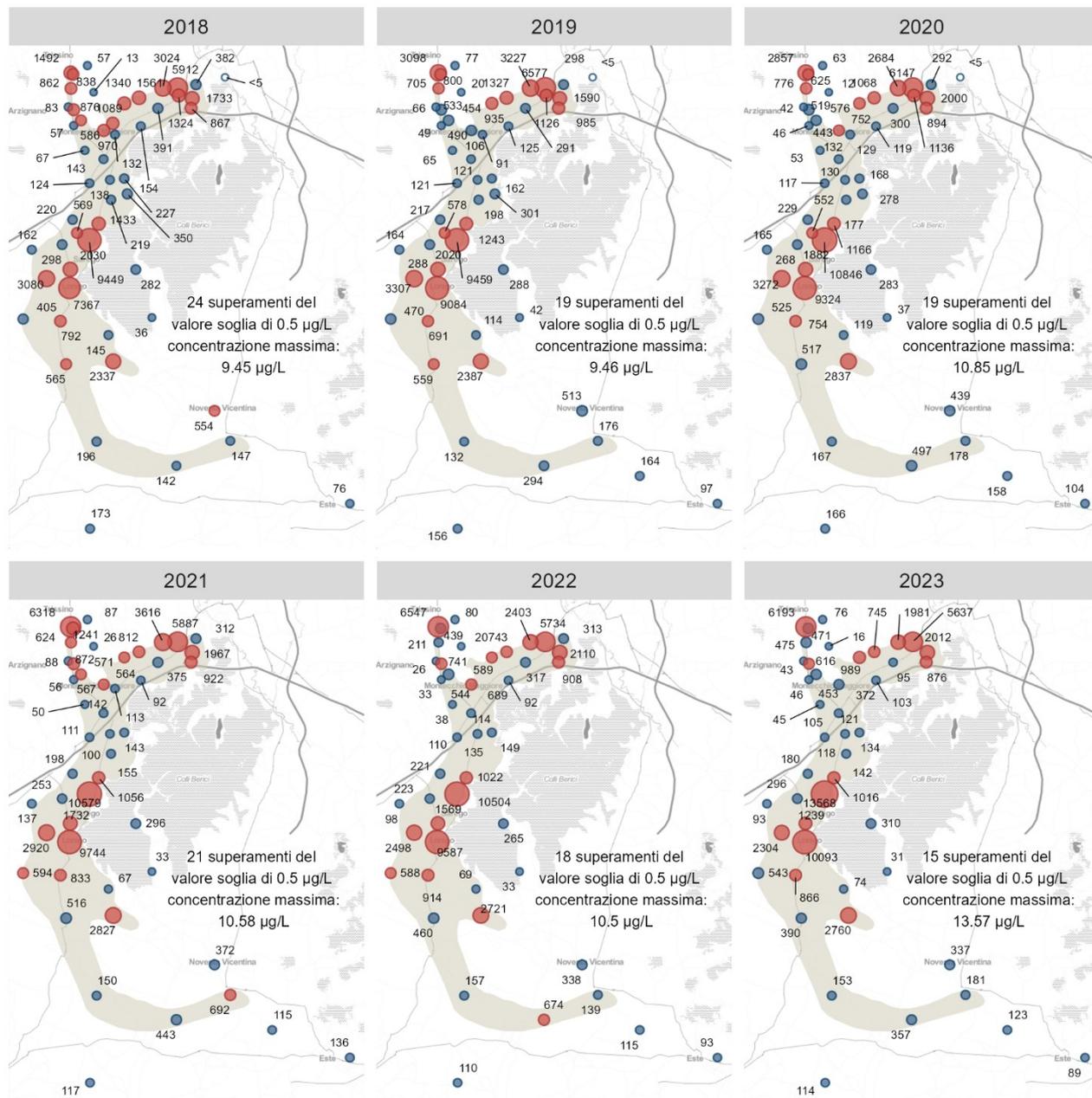


Figura 18: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluorottanico isomero lineare (PFOA-n).

concentrazione media annua C8-PFOA(b) [ng/L]

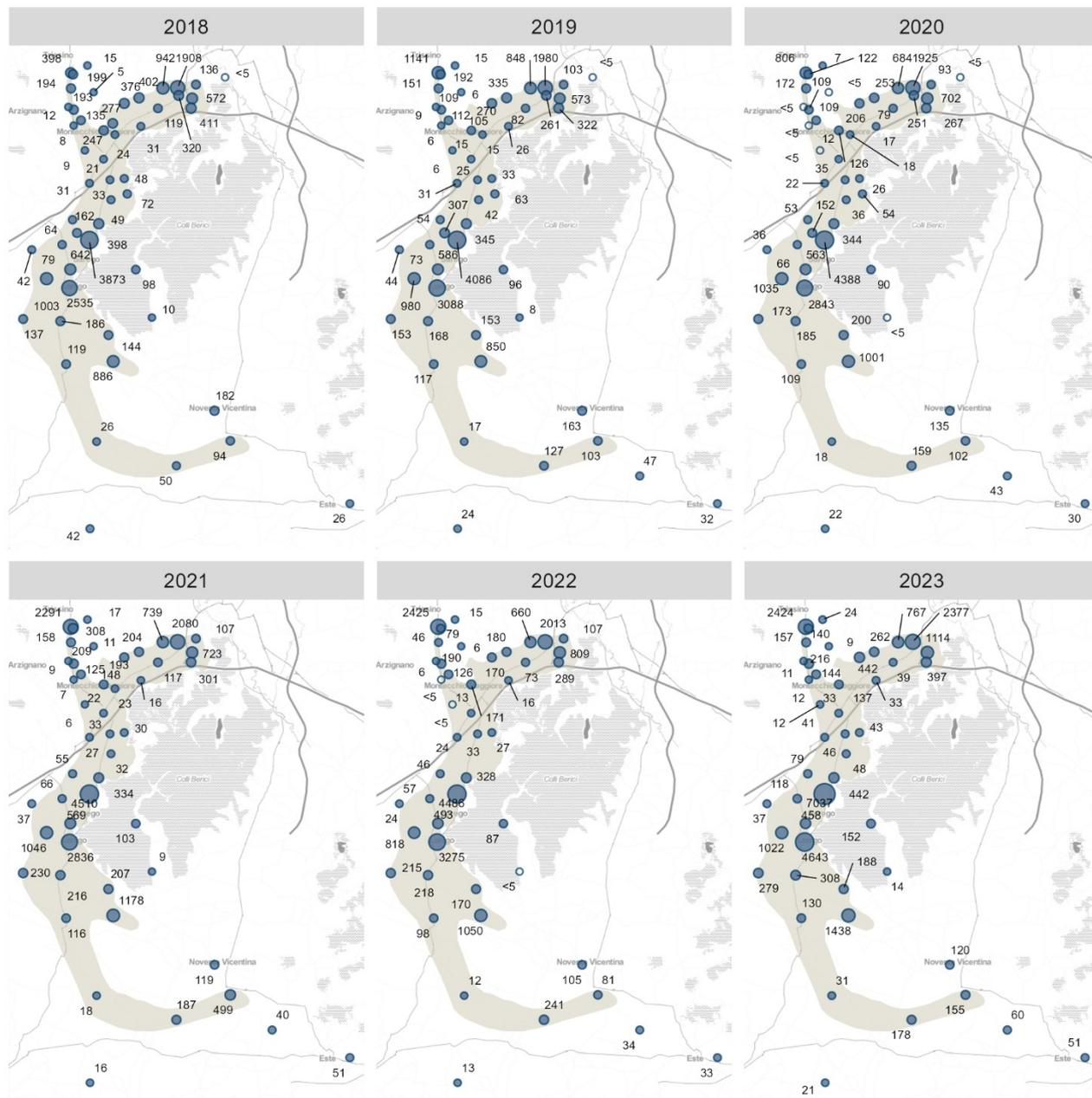


Figura 19: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluorottanico isomeri ramificati (PFOA-b)

concentrazione media annua C8-PFOA [ng/L]

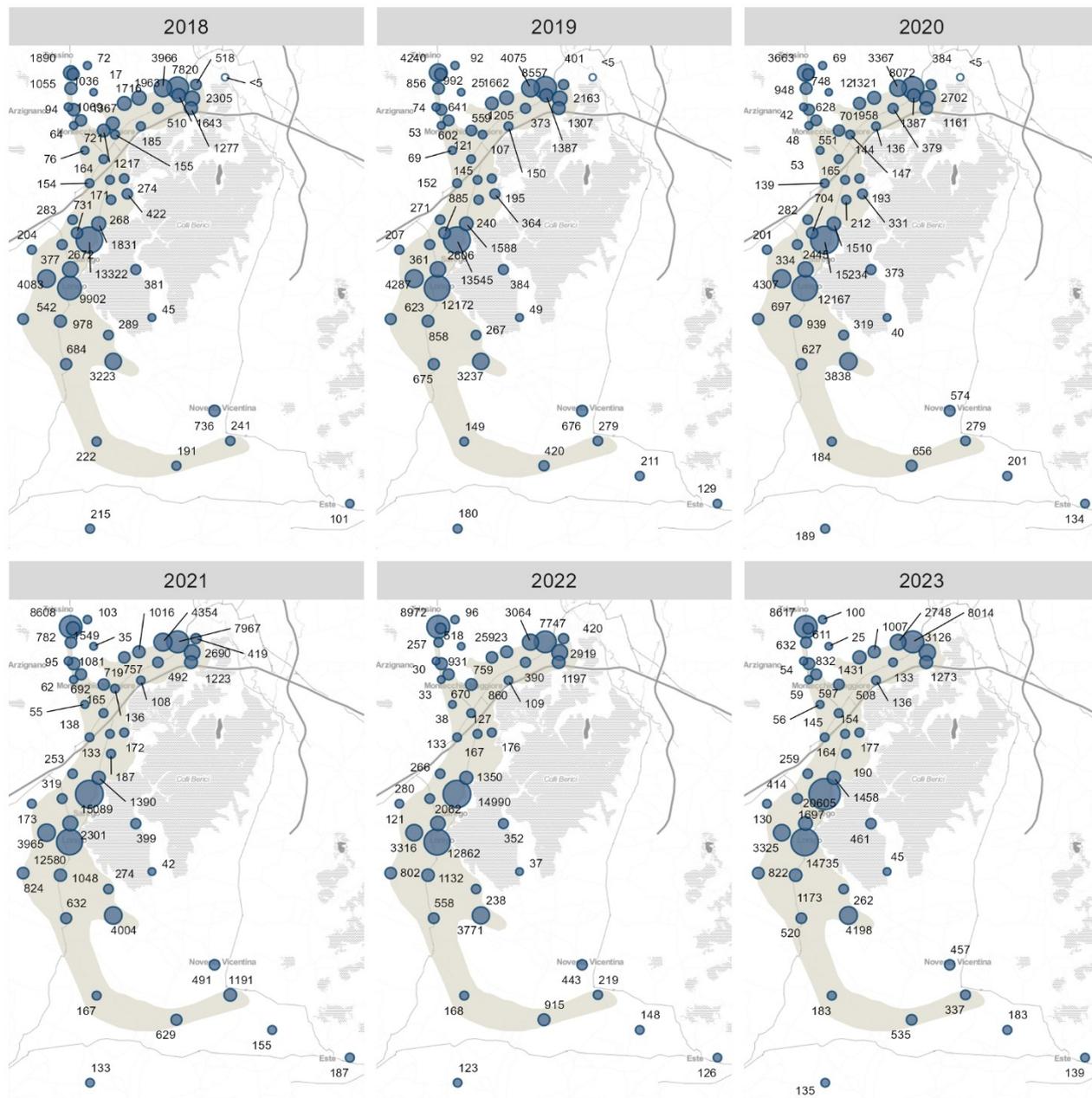


Figura 20: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluoroottanoico isomeri lineare e ramificati (PFOA).

concentrazione media annua C9-PFNA [ng/L]

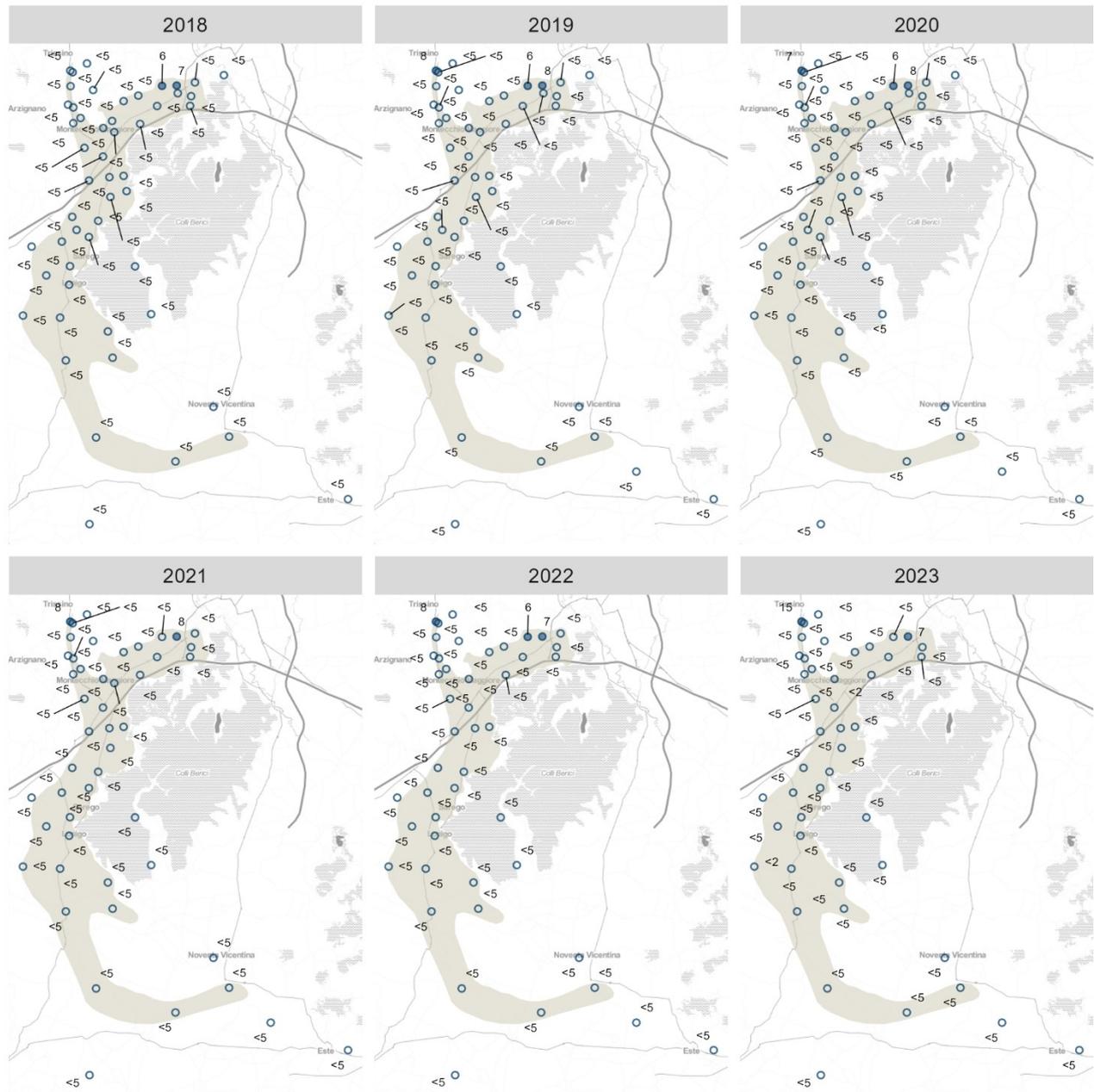


Figura 21: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluorononanoico (PFNA).

concentrazione media annua C10-PFDA [ng/L]

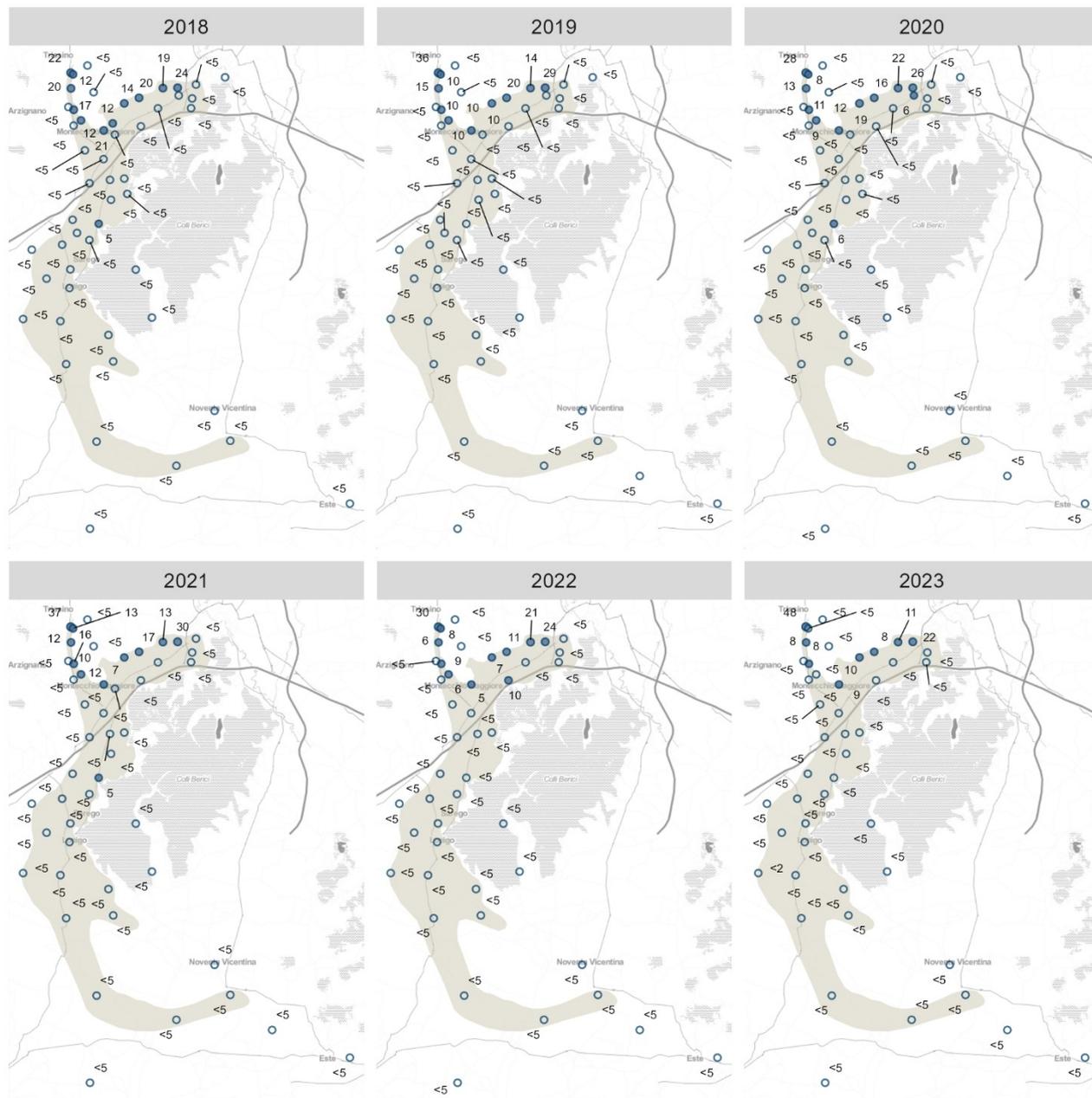


Figura 22: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido perfluorodecanoico (PFDA).

concentrazione media annua 6:2-FTS [ng/L]

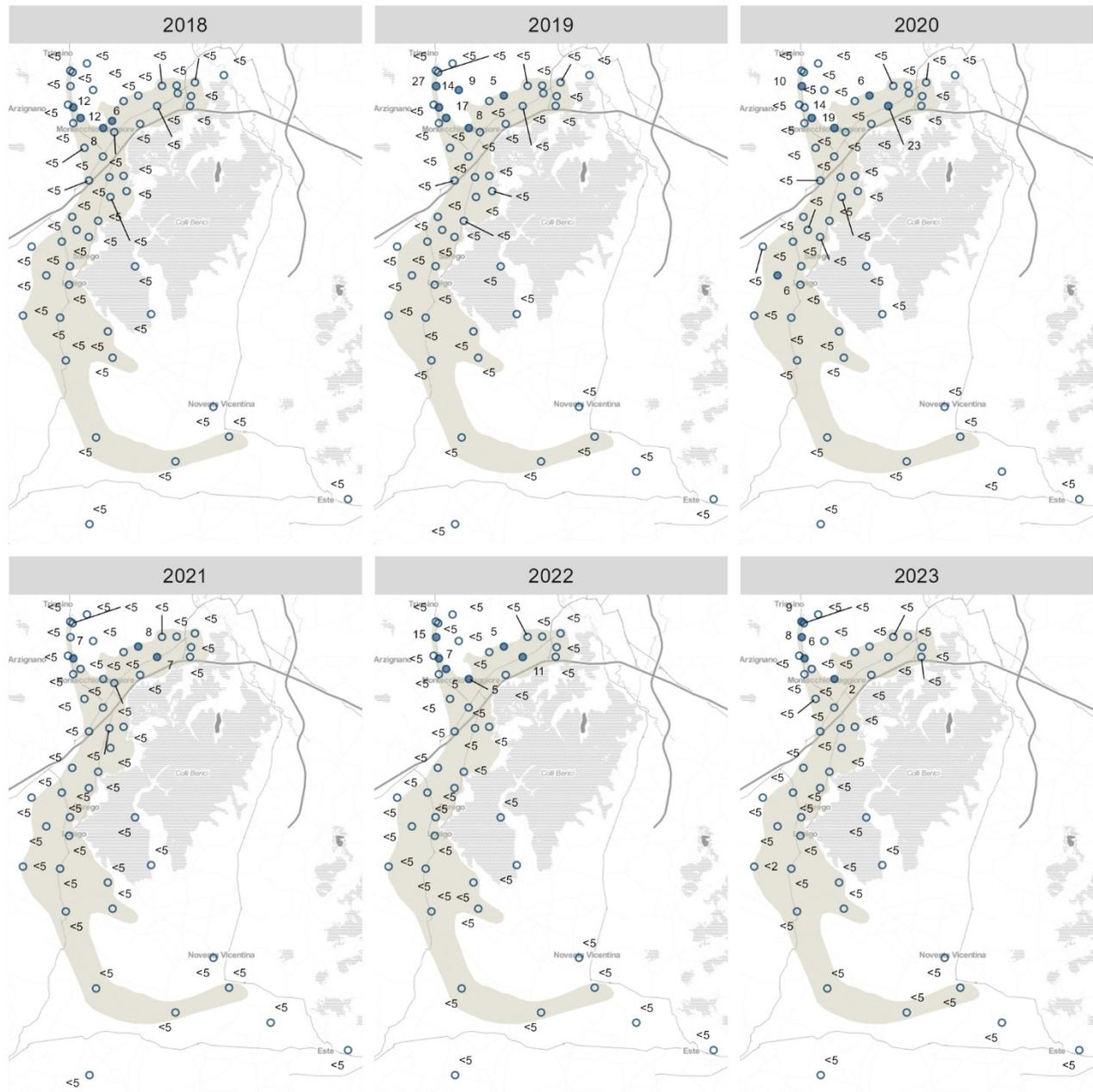


Figura 23: Distribuzione della concentrazione media annua per il 6:2 fluorotelomero solfonato (6:2-FTS).

concentrazione media annua HFPO-DA [ng/L]

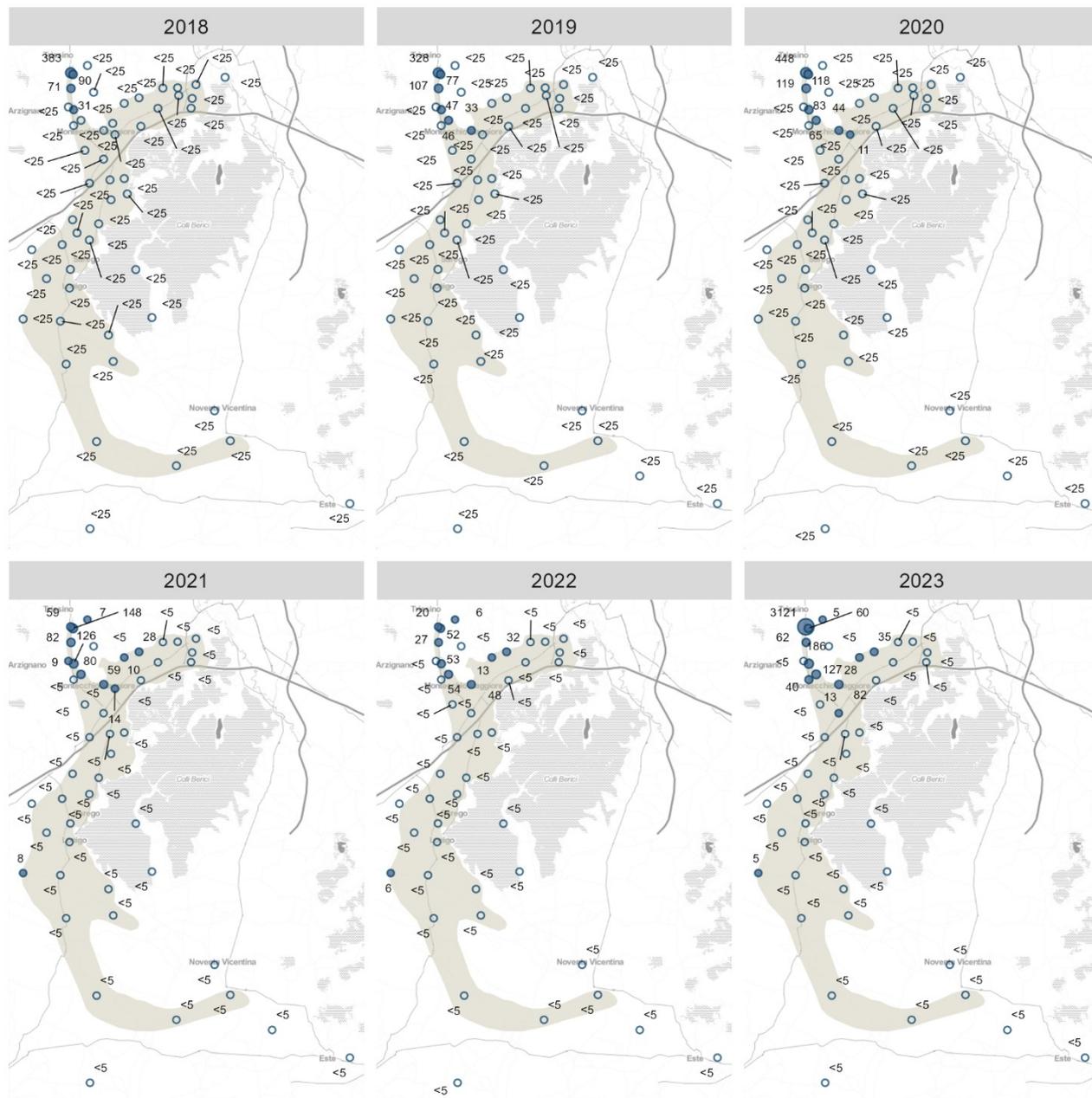


Figura 24: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptafuoropropossi) propanoico (HFPO-DA).

concentrazione media annua C6O4 [ng/L]

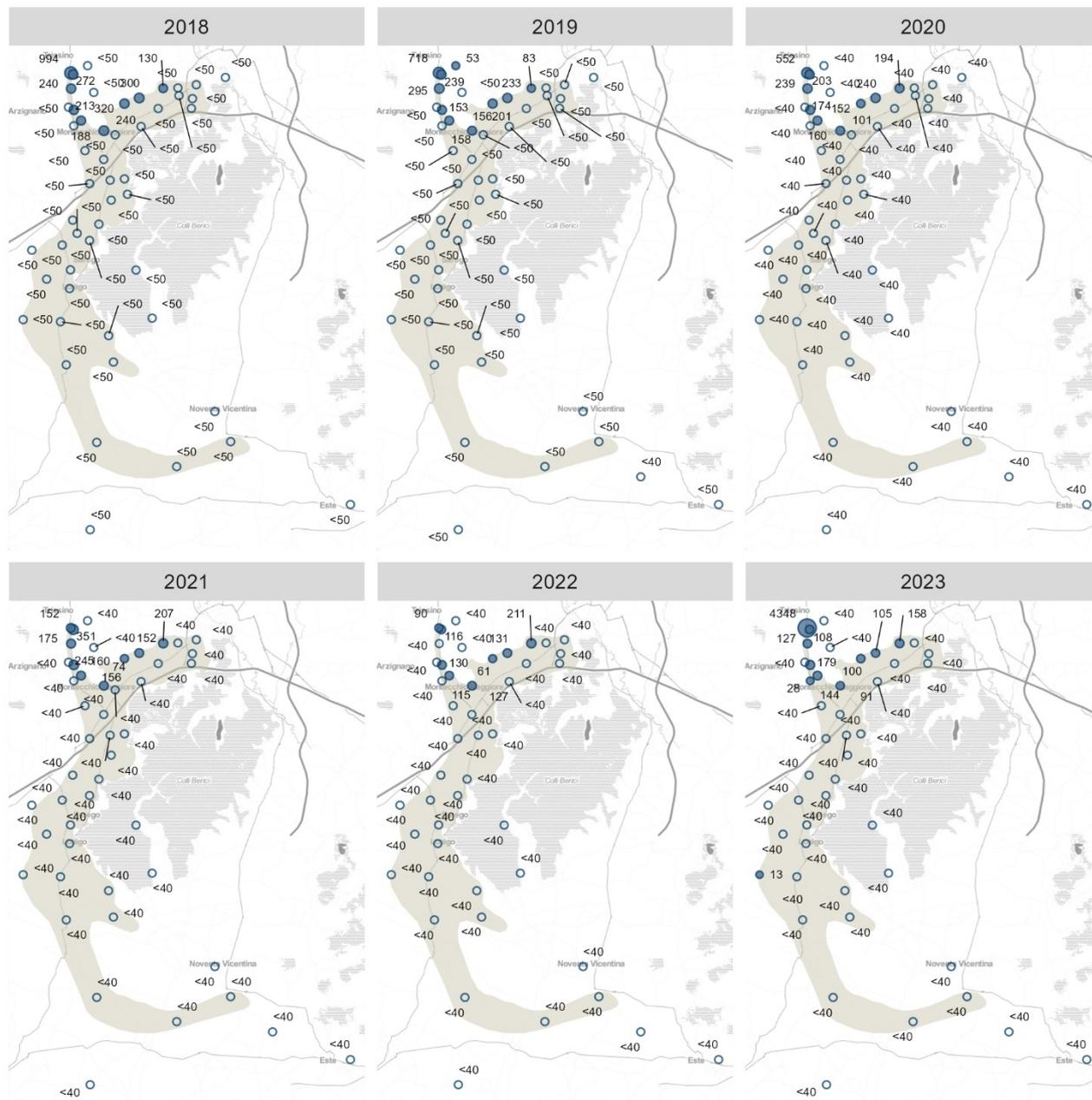


Figura 25: Distribuzione della concentrazione media annua per l'acido difluoro {[2,2,4,5- tetrafluoro-5- (trifluorometossi)-1,3-diossolan-4-yl]ossid} acetico (C₆O₄).

8. Conclusioni

Questa relazione rappresenta la sintesi del monitoraggio delle sostanze Per- e Polifluoroalchiliche (PFAS) rilevate dalla Rete di Sorveglianza delle acque sotterranee (RS-PFAS), istituita da ARPAV nel 2015 allo scopo di fornire informazioni attendibili sulla distribuzione e sull'andamento spazio-temporale della contaminazione.

Il controllo sistematico delle acque sotterranee durante l'arco temporale 2018-2023 nei 54 punti costituenti la rete di sorveglianza, attraverso le campagne di monitoraggio, ha permesso di ottenere significative informazioni sulla diffusione e l'evoluzione tendenziale dell'inquinamento con la raccolta di 1650 campioni.

In particolare i massimi valori di concentrazione di PFAS rilevati si confermano in tre zone distinte:

- in prossimità della sorgente di contaminazione, nei comuni di Trissino e Montecchio Maggiore;
- in corrispondenza del fronte est della contaminazione, nei comuni fra Creazzo e Vicenza;
- in corrispondenza del fronte sud della contaminazione, nei comuni di Sarego e Lonigo.

Nel 2020 ARPAV e Regione del Veneto hanno stipulato un "Accordo di collaborazione per lo sviluppo delle conoscenze sulla contaminazione da PFAS nel Veneto tramite l'automazione delle reti di monitoraggio - CONT_PFAS" che, nel 2023, ha reso possibile il potenziamento della rete di sorveglianza per il monitoraggio di PFAS, attraverso la realizzazione di 35 nuovi piezometri.

Nel 2024 è stata effettuata la prima campagna di monitoraggio dei nuovi piezometri, i cui risultati verranno riportati e approfonditi in una successiva relazione.

La comunicazione IARC del 1° dicembre 2023, relativa alla cancerogenicità di PFOA (Gruppo 1) e PFOS (Gruppo 2B), contribuisce a mantenere alta l'attenzione nei confronti dei PFAS.

Per quanto riguarda ARPAV, l'insieme complessivo dei dati e delle informazioni ambientali sui PFAS, raccolti o elaborati per le diverse matrici ambientali, sono disponibili nella pagina web dedicata, "Sostanze perfluoroalchiliche (PFAS)" raggiungibile dalla homepage.

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente
Unità Organizzativa Monitoraggi Aria e Acqua
Via Zamenhof 353, Italia
36100 Vicenza (VI)
Italy
Tel. +39 0444 217311
E-mail: umaa@arpa.veneto.it
PEC: drqa@pec.arpav.it



ARPAV

Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto
Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24
35121 Padova
Italy
Tel. +39 049 8239 301
Fax +39 049 660966
e-mail: urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it