



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

Campagna di monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nelle acque superficiali del marzo 2014

ARPAV

Direttore Generale

Carlo Emanuele Pepe

Direttore Area Tecnico-Scientifica

Paolo Rocca

Direttore del Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio

Alberto Luchetta

Servizio Idrologico

Giacomo Renzo Scussel

Servizio Osservatorio Acque Interne

Italo Saccardo

Autori:

Italo Saccardo (DT-SAI)

Silvia Cremonese (DST-SI)

Francesca Ragusa (DT-SAI)

Luglio 2014

Indice

1. Premessa	1
2. Risultati della campagna di agosto 2013	2
3. Concentrazioni rilevate nella campagna di marzo 2014.....	3
3.1 Confronto tra le concentrazioni rilevate nella campagna di agosto 2013 e marzo 2014.....	8
3.2 Concentrazioni allo scarico A.Ri.C.A. nella campagna di marzo 2014.....	10
4. Misure idrometriche effettuate nel marzo 2014.....	13
4.1 Rilevi lungo Togna-Fratta-Gorzone	15
4.2 Rilevi lungo Guà-Frassine	16
4.3 Rilevi lungo il Gorzone	18
4.4 Rilevi lungo Retrone-Bacchiglione-Brenta.....	18
5. Stima dei carichi nei dei diversi corsi d'acqua.....	20
5.1 Considerazioni sui tratti dei Fiumi Retrone-Bacchiglione-Brenta	21
5.2 Considerazioni sui tratti dei Fiumi Agno-Guà-Fratta-Gorzone	23
5.3 Considerazioni sui carichi PFAS veicolati complessivamente dai corsi d'acqua	25
6. Considerazioni riepilogative e raffronti tra Agosto 2013 e Marzo 2014.....	26
Allegato	28

1. Premessa

Nei giorni 9, 12 e 13 agosto 2013 sono stati effettuati campionamenti delle acque per l'analisi dei PFAS in una quindicina di punti lungo i principali corsi d'acqua a valle della zona di maggior contaminazione dei PFAS. Contemporaneamente sono state misurate anche le portate con lo scopo di disporre di una prima valutazione sia dei carichi in uscita dalla zona, sia dell'estensione dei tratti fluviali interessati dal fenomeno. Le misure sono state effettuate nel corso di un periodo caratterizzato da una certa stabilità idrologica. Sono state acquisite informazioni sulle attività di derivazione e di scarico dei Consorzi di Bonifica. I risultati in termini di concentrazioni e di carichi veicolati dai corsi d'acqua sono sintetizzati nella nota Tecnica "Stato dell'inquinamento da PFAS in provincia di Vicenza, Padova e Verona - Aspetti geologici ed idrogeologici, la rete idrografica, il sito potenzialmente inquinato, e prima delimitazione al 30.09.2013". Detta nota Tecnica, unitamente ad altri elaborati e ai dati della rete ARPAV sui PFAS sono pubblicati nel sito internet di ARPAV all'indirizzo <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/documenti/acque-interne/pfas>.

Nell'agosto 2013 si è potuto accertare che i meccanismi di contaminazione delle acque superficiali sono complessi e riguardano principalmente i seguenti aspetti:

- lo scarico A.Ri.C.A.;
- gli scambi "naturali" tra acque superficiali e sotterranee;
- gli scambi indotti da prelievi dalle falde per diversi usi e che poi vengono recapitati nel reticolo superficiale (industrie, azione della bonifica, ...);
- gli scambi da acque superficiali ai terreni (quindi alle falde) ad opera dell'intensa attività irrigua;
- la diluizione ad opera di affluenti non inquinati (Adige-LEB e Bacchiglione a monte del Retrone).

A partire dalle risultanze dei monitoraggi sia delle acque superficiali nella campagna di Agosto 2013, sia delle acque sotterranee, ARPAV ha subito programmato per l'anno 2014 monitoraggi di screening delle acque interne della Regione Veneto (sotterranee e superficiali). Per quanto riguarda i corsi d'acqua maggiormente interessati dall'inquinamento e per quelli immediatamente limitrofi è stato deciso di effettuare una campagna di misura dei PFAS nei primi giorni di marzo 2014.

Una campagna più estesa, comprendente ulteriori corsi d'acqua e i Laghi del Veneto, è prevista nel corso dell'estate 2014.

Nella campagna di marzo 2014 si è operato in più di 50 punti, ripetendo le misure effettuate in gran parte dei siti dell'estate 2013 e comprendendo anche i siti già individuati per il fiume "Fratta-Gorzone, nell'ambito delle attività di monitoraggio ambientale 2014, inerenti l' *"Accordo di programma quadro tutela delle acque e gestione integrata delle risorse idriche – Accordo integrativo per la tutela delle risorse idriche del bacino del Fratta-Gorzone attraverso l'implementazione di nuove tecnologie nei cicli produttivi, nella depurazione e nel trattamento fanghi del distretto conciaro vicentino"*. I prelievi sono stati eseguiti nella seconda settimana di marzo (dal 10 al 13): giorni con condizioni idrologiche stabili e con derivazioni irrigue presumibilmente ridotte. In questo periodo sono state effettuate anche numerose misure di portata nei corsi d'acqua di maggior interesse che hanno permesso di stimarne i carichi veicolati.

Nel seguito si riportano i risultati della campagna del marzo 2014 confrontandoli con quelli della campagna precedente (agosto 2013), sia in termini di concentrazioni rilevate, sia di carichi stimati.

2. Risultati della campagna di agosto 2013

Come già detto i risultati della campagna di agosto 2013 sono sintetizzati e commentati nella nota Tecnica "Stato dell'inquinamento da PFAS in provincia di Vicenza, Padova e Verona - Aspetti geologici ed idrogeologici, la rete idrografica, il sito potenzialmente inquinato, e prima delimitazione al 30.09.2013", pubblicata nel sito internet di ARPAV all'indirizzo <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/documenti/acque-interne/pfas>.

In **Figura 1** si riporta la sintesi della distribuzione dei carichi osservata lungo i corsi d'acqua monitorati.

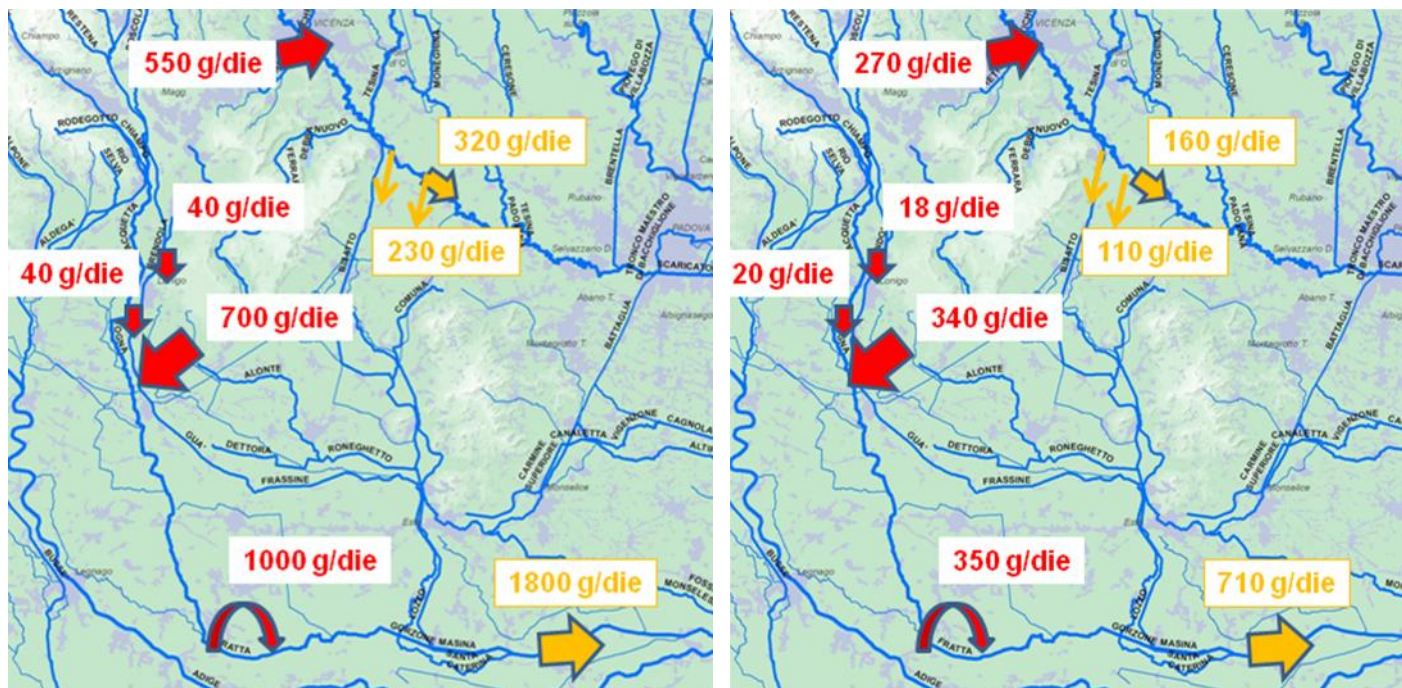


Figura 1 - Sintesi dei risultati dei carichi Σ PFAS (sinistra) e PFOS+PFOA (destra) veicolati dai corsi d'acqua nei giorni di misura

In quell'occasione si è potuto stimare un carico del Gorzone a Stanghella dell'ordine di 1800 g/die di Σ PFAS (di cui 710 g/die di PFOA e PFOS non rilevati). E' risultato che quasi il 40% di detto apporto veniva veicolato dallo scarico del collettore A.Ri.C.A (circa 700 g/die), circa il 5% proveniva dai corsi d'acqua drenanti la falda a nord di Lonigo-Cologna Veneta (Fratta a monte dello scarico A.Ri.C.A. per 40 g/die e Brendola-Agno-Guà a monte di Lonigo per altri 40 g/die), mentre più della metà del carico stimato a Stanghella era attribuibile alla restituzione al Gorzone delle acque dalla fitta rete idrografica del territorio a sud del Guà-Frassine (con prevalente recapito mediante sollevamento meccanico). Tale circostanza può essere spiegata sia dal contributo del drenaggio delle falde ad opera dei corsi d'acqua, sia dai maggiori carichi del collettore A.Ri.C.A

veicolati nei giorni precedenti alla campagna di misura dal Fratta-Gorzone e trasferiti al territorio irrigato con un certo lasso di tempo.

E' stato rilevato che anche l'inquinamento del Retrone deriva essenzialmente dalle falde che lo alimentano (sia direttamente, sia indirettamente attraverso gli scarichi di prelievi da acque sotterranee, in particolare nella sua parte sud-occidentale), stimando nei giorni di misura un carico di circa 550 g/die di Σ PFAS (di cui 240 g/die di PFOA e circa 25 g/die di PFOS). Il carico stimato sul Bacchiglione a Montegalda si riduceva a circa 330 g/die di Σ PFAS (di cui 136 g/die di PFOA e circa 18 g/die di PFOS) disperdendo la restante aliquota soprattutto attraverso il Canale Bisatto.

In definitiva è stato stimato un carico in uscita di Σ PFAS di poco superiore ai 2,3 kg/die (**Figura 1**).

3. Concentrazioni rilevate nella campagna di marzo 2014

In **Figura 2** si riporta la mappa con la localizzazione delle 52 stazioni analizzate nei giorni 10, 11, 12 e 13 marzo 2014. L'anagrafica dei punti di prelievo dei campioni d'acqua analizzati è riportata in **Allegato**.

I risultati delle analisi della campagna di marzo 2014 sono riportati nelle **Tabella 1**. Nella tabella sono stati evidenziati i valori superiori al limite di quantificazione pari a 10 ng/l; in seguito saranno trattati principalmente i parametri Σ PFAS, PFOS e PFOA.

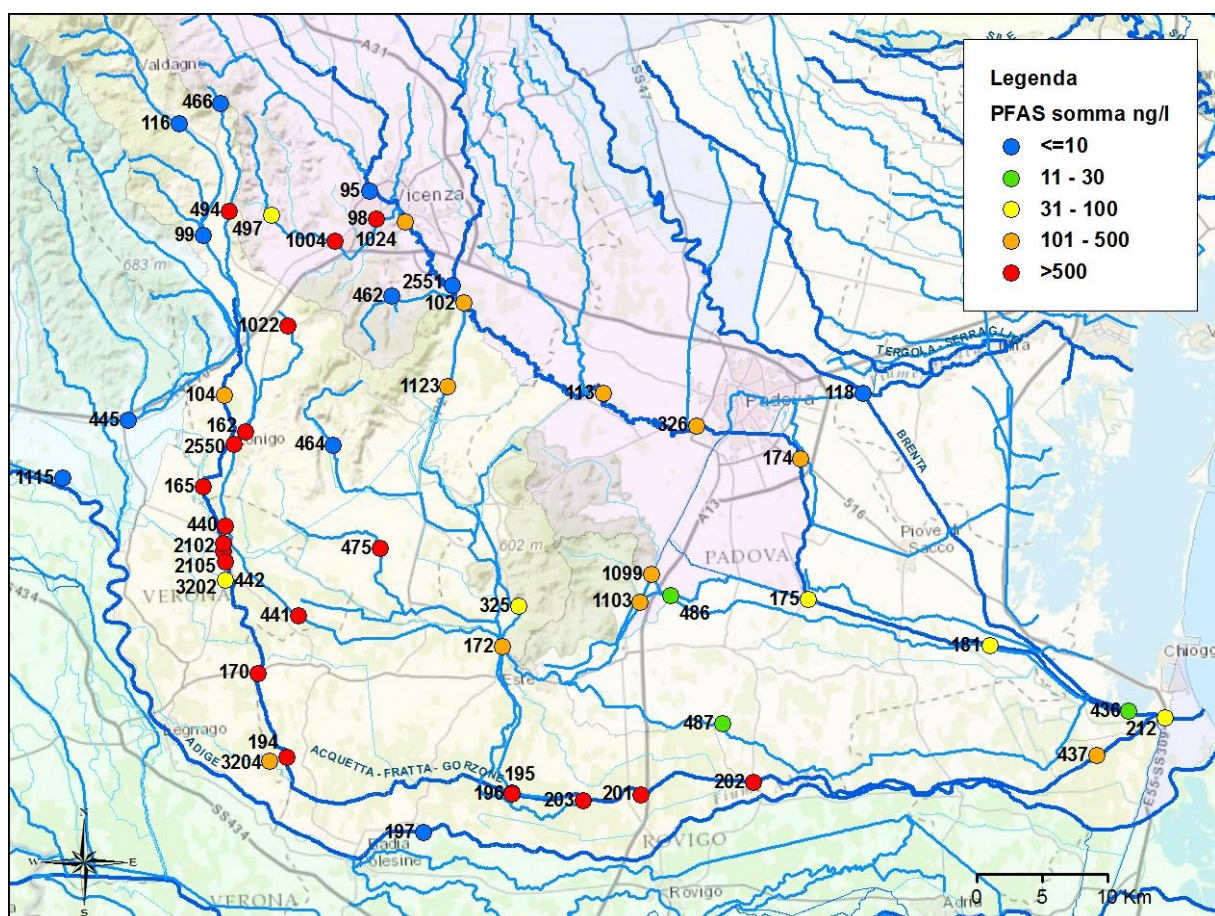


Figura 2 – Punti di misura dei PFAS nella campagna del Marzo 2014 e rappresentazione delle concentrazioni Σ PFAS (ng/l)

BACINO	COD STAZ	FIUME	Giorno campionamento Marzo 2014	PFAS (somma) ng/l	PFOA (PerfluoroOctanoic Acid) ng/l	PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat) ng/l	PFBA (PerfluoroButyric Acid) ng/l	PFBS (PerfluoroButane Sulfonate) ng/l	PFDeA (PerfluoroDecanoic Acid) ng/l	PFDoA (PerfluoroDodecanoic Acid) ng/l	PFHpA (PerfluoroHeptanoic Acid) ng/l	PFHxA (PerfluoroHexanoic Acid) ng/l	PFHxS (PerfluoroHexane Sulfonate) ng/l	PFNA (PerfluoroNonanoic Acid) ng/l	PFPeA (PerfluoroPentanoic Acid) ng/l	PFUnA (PerfluoroUndecanoic Acid) ng/l
ADIGE	445	CHIAMPO	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ADIGE	197	ADIGE	13	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
B.S.L.	487	FOSSA MONSELESANA	12	15	15	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
B.S.L.	486	CANALETTA	12	18	18	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	95	BACCHIGLIONE	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	497	ONTE	10	35	21	<10	<10	14	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	1004	RETRONE	10	2348	1126	162	191	462	<10	<10	58	122	<10	<10	227	<10
BACCHIGLIONE	98	RETRONE	11	1504	716	129	120	308	<10	<10	30	77	<10	<10	124	<10
BACCHIGLIONE	1024	BACCHIGLIONE	11	165	101	14	18	32	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	2551	TESINA	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	102	BACCHIGLIONE	11	242	143	20	22	42	<10	<10	<10	15	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	113	BACCHIGLIONE	12	180	90	<10	20	52	<10	<10	<10	18	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	326	BACCHIGLIONE	12	110	80	<10	<10	30	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	174	BACCHIGLIONE	12	146	64	<10	17	34	<10	<10	<10	14	<10	<10	17	<10
BACCHIGLIONE	1123	BISATTO	11	115	71	<10	<10	44	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	462	FERRARA	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	325	BISATTO	13	76	48	<10	<10	28	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	464	LIONA	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	1103	BISATTO	12	182	94	<10	19	41	<10	<10	<10	14	<10	<10	14	<10
BACCHIGLIONE	1099	BATTAGLIA	12	105	66	<10	<10	39	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	175	CAGNOLA	12	90	50	<10	15	25	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BACCHIGLIONE	181	BACCHIGLIONE	11	87	53	<10	<10	34	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BRENTA	118	BRENTA	12	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BRENTA	436	BRENTA	11	16	<10	<10	<10	16	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BRENTA	212	BRENTA	11	51	<10	<10	<10	19	32	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
FRATTA GORZONE	104	RIO ACQUETTA	10	356	143	40	36	83	<10	<10	<10	23	<10	<10	31	<10
FRATTA GORZONE	165	TOGNA	11	1094	499	<10	90	189	<10	<10	35	123	15	<10	143	<10
FRATTA GORZONE	1115	L.E.B.	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
FRATTA GORZONE	2102	FRATTA	12	1039	489	11	148	129	<10	<10	25	116	<10	<10	121	<10
FRATTA GORZONE	2105	FRATTA	12	859	180	<10	155	334	<10	<10	14	98	<10	<10	78	<10
FRATTA GORZONE	442	FRATTA	11	873	262	37	81	313	<10	<10	21	75	<10	<10	84	<10
FRATTA GORZONE	3202	ZERPANO	11	42	25	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	17	<10
FRATTA GORZONE	170	FRATTA	11	894	227	<10	77	423	<10	<10	17	82	<10	<10	68	<10
FRATTA GORZONE	194	FRATTA	11	567	152	<10	94	179	<10	<10	<10	66	<10	<10	76	<10
FRATTA GORZONE	3204	TERRAZZO	11	140	61	<10	28	<10	<10	<10	<10	14	<10	<10	37	<10
FRATTA GORZONE	196	GORZONE	11	666	202	<10	99	265	<10	<10	<10	47	<10	<10	53	<10
FRATTA GORZONE	475	ALONTE	10	620	315	<10	94	75	<10	<10	<10	51	<10	<10	85	<10
FRATTA GORZONE	172	S. DI LOZZO	13	409	187	<10	52	97	<10	<10	<10	29	<10	<10	44	<10
FRATTA GORZONE	195	S. DII LOZZO - C. MASINA	13	390	152	<10	54	113	<10	<10	<10	26	<10	<10	45	<10
FRATTA GORZONE	116	AGNO	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
FRATTA GORZONE	466	POSCOLA	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
FRATTA GORZONE	494	POSCOLA	10	3979	2430	100	209	375	28	<10	200	390	14	<10	233	<10
FRATTA GORZONE	99	GUA'	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
FRATTA GORZONE	1022	BRENDOLA	10	970	392	14	117	227	<10	<10	22	73	<10	<10	125	<10
FRATTA GORZONE	2550	GUA'	10	1004	468	18	109	208	<10	<10	19	64	<10	<10	118	<10
FRATTA GORZONE	162	BRENDOLA	10	1015	492	19	112	183	<10	<10	18	59	<10	<10	132	<10
FRATTA GORZONE	440	GUA'	11	558	263	<10	72	90	<10	<10	15	46	<10	<10	72	<10
FRATTA GORZONE	441	GUA'	11	613	314	19	69	79	<10	<10	14	44	<10	<10	74	<10
FRATTA GORZONE	203	S. CATERINA	13	637	315	<10	94	116	<10	<10	<10	47	<10	<10	65	<10
FRATTA GORZONE	201	GORZONE	11	613	244	<10	99	187	<10	<10	<10	38	<10	<10	45	<10
FRATTA GORZONE	202	GORZONE	11	507	238	<10	69	99	<10	<10	<10	37	<10	<10	64	<10
FRATTA GORZONE	437	GORZONE	11	429	154	<10	31	156	<10	<10	<10	45	<10	<10	43	<10

Tabella 1- Risultati delle analisi PFAS dei campioni prelevati nella campagna di Marzo 2014

In **Figura 2** si riporta anche l'indicazione delle concentrazioni raggiunte in termini di Σ PFAS ed in **Tabella 2** si sintetizzano i risultati in termini rispettivamente di numero di campioni per classe di concentrazione. In **Figura 3** sono rappresentati alcuni indici statistici di distribuzione del singolo PFAS mediante una rappresentazione box-plot (max, min, 25°, 50°, 75° percentile e media) in scala logaritmica. La distribuzione delle concentrazioni dei singoli PFAS evidenzia che il PFOA è la sostanza che presenta mediamente i maggiori valori di concentrazione e con la maggior variabilità statistica.

PARAMETRO	Numero campioni per intervallo di concentrazione (ng/l)					C min (ng/l)	C max (ng/l)
	≤10	11-30	31-100	101-500	>500		
PFAS (somma)	11	3	6	13	19	10	3979
PFBA (PerfluoroButyric Acid)	22	7	15	8		10	209
PFBS (PerfluoroButane Sulfonate)	15	6	14	17		10	462
PFDeA (PerfluoroDecanoic Acid)	50	1	1			10	32
PFDoA (PerfluoroDodecanoic Acid)	52					10	10
PFHpA (PerfluoroHeptanoic Acid)	39	10	2	1		10	200
PFHxA (PerfluoroHexanoic Acid)	24	8	16	4		10	390
PFHxS (PerfluoroHexane Sulfonate)	50	2				10	15
PFNA (PerfluoroNonanoic Acid)	52					10	10
PFOA (PerfluoroOctanoic Acid)	13	4	10	22	3	10	2430
PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat)	40	7	3	2		10	162
PFPeA (PerfluoroPentanoic Acid)	25	3	16	8		10	233
PFUnA (PerfluoroUndecanoic Acid)	52					10	10

Tabella 2 – Campagna di Marzo 2014. Sintesi del numero di campioni per classe di concentrazione. Cmin = Concentrazione minima misurata, Cmax = Concentrazione massima misurata.

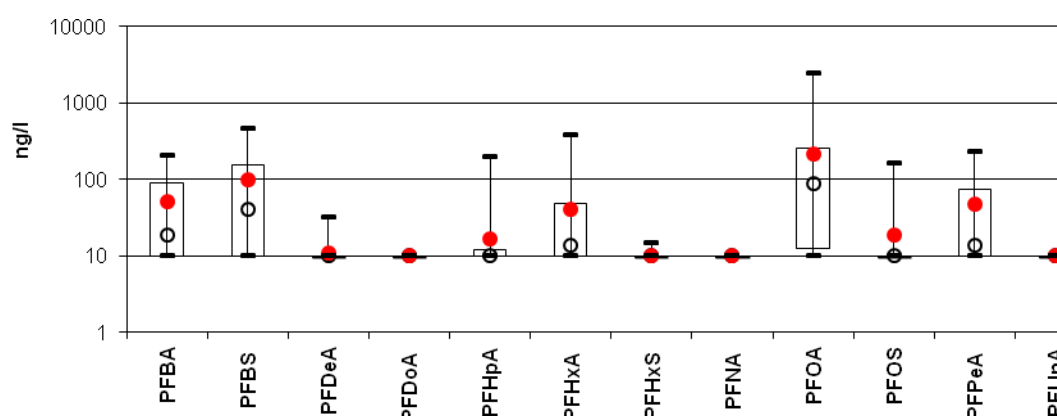


Figura 3 – Campagna di Marzo 2014. Sintesi della distribuzione delle concentrazioni dei singoli PFAS

Le classi riportate in **Figura 2** e in **Tabella 2** sono puramente indicative, non essendo ancora definiti per queste sostanze limiti di concentrazione né nella normativa italiana, né in quella europea e nemmeno negli standard internazionali fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Per le acque destinate al consumo umano il Ministero della Salute, con nota prot. 2565 del 29/01/2014, recependo il parere dell'Istituto Superiore di Sanità (prot. 16/01/2014 – 0001584), ha raccomandato di assicurare i seguenti livelli di performance (obiettivo): PFOS: $\leq 0,03 \mu\text{g/litro}$ (30 ng/litro); PFOA: $\leq 0,5 \mu\text{g/litro}$ (500 ng/litro) e altri PFAS: $\leq 0,5 \mu\text{g/litro}$ (500 ng/litro). Il livello definito per "altri PFAS" è riferito alla somma delle concentrazioni dei

singoli PFAS – diversi da PFOS e PFOA – rilevati e quantificati nella procedura di controllo, comprendenti almeno i seguenti PFAS: PFBA, PFPeA, PFBS, PFHxA, PFHpA, PFHxS, PFNA, PFDeA, PFUnA, PFDoA. Come standard di qualità ambientale, solo recentemente, all'interno della direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE), è stato proposto uno standard per il PFOS di 0.65 ng/l come media annua e di 36 µg/l come concentrazione massima ammissibile nelle acque superficiali.

Da quanto si osserva in **Tabella 1** e **Figura 2** i PFAS non risultano essere stati rilevati nei seguenti corsi d'acqua: nel Chiampo, nell'Agno Guà a monte di Arzignano, nel Poscola alla stazione n. 466, sull'Adige, sul Bacchiglione a Vicenza a monte del Retrone, sul Tesina poco a monte della confluenza in Bacchiglione, nei corsi d'acqua Ferrara e Lione (rispettivamente alle stazioni n. 462 e n. 464) e nel Brenta a Strà.

Nelle **Figura 4**, **Figura 5** e **Figura 6** si riportano le distribuzioni di concentrazione lungo i principali corsi d'acqua con presenza di PFAS: Retrone-Bacchiglione, Acquetta-Fratta-Gorzone, Brendola-Guà-Frassine-Santa Caterina.

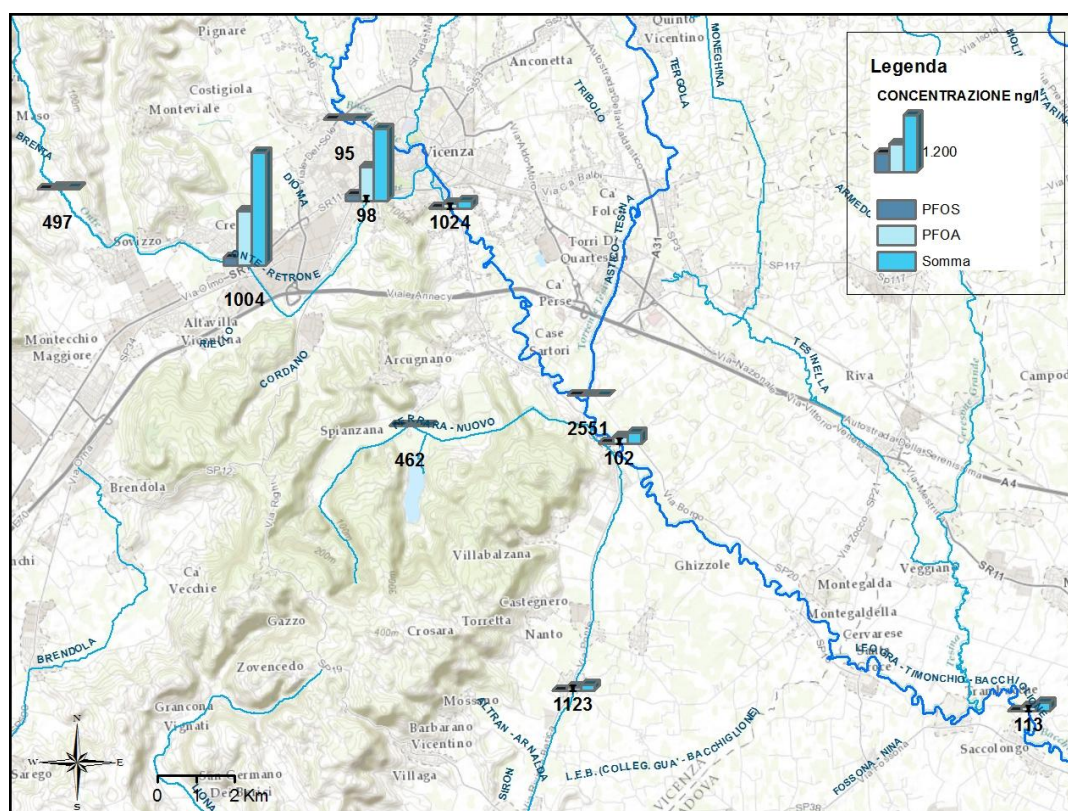


Figura 4 – Campagna di Marzo 2014. Rappresentazione concentrazioni PFOS, PFOA e ΣPFAS (ng/l) lungo il Retrone ed il Bacchiglione sino a Saccolongo.

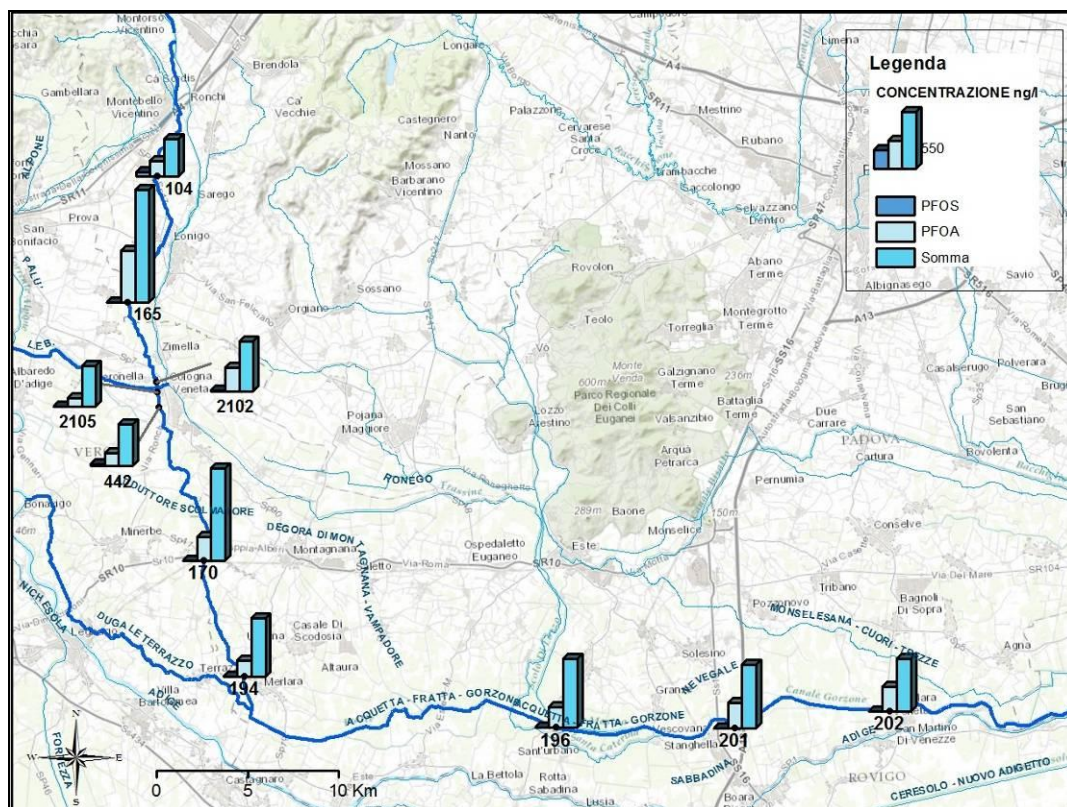


Figura 5 – Campagna di Marzo 2014. Rappresentazione concentrazioni PFOS, PFOA e ΣPFAS (ng/l) lungo i corsi d'acqua Acquetta-Fratta-Gorzone sino ad Anguillara

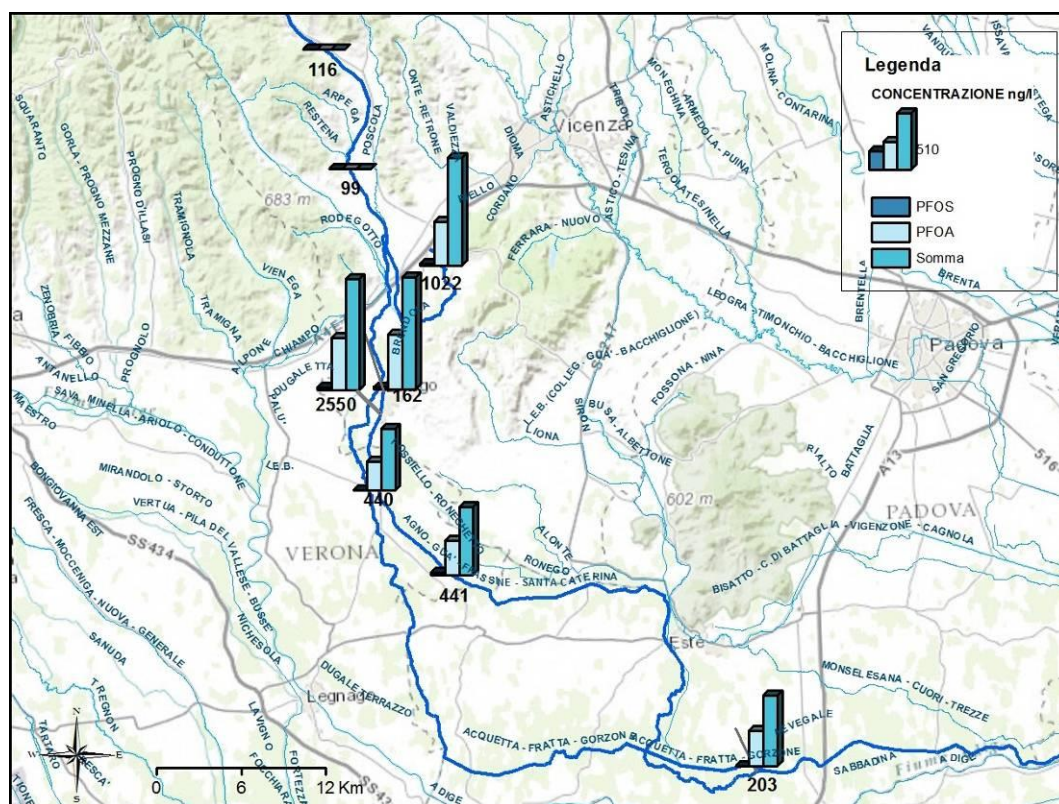


Figura 6 – Campagna di Marzo 2014. Rappresentazione concentrazioni PFOS, PFOA e ΣPFAS (ng/l) lungo il corso d'acqua Brendola-Guà-Frassine-Santa Caterina

I PFAS sono caratterizzati da una alta solubilità e per tale motivo l'evoluzione delle concentrazioni lungo i corsi d'acqua possono dipendere da molti fattori: uno scarico, un affluente o un contributo da falda possono comportare un aumento o una diminuzione della concentrazione, da monte a valle, in ragione del carico di monte e del carico del contributo; una sottrazione d'acqua ad opera di una derivazione (a gravità o per pompaggio) o per infiltrazione in subalveo o in falda, non alterano invece la concentrazione tra monte e valle.

Nelle considerazioni sulle concentrazioni rilevate non si deve poi dimenticare dell'incertezza (certamente non trascurabile) insita nell'analisi di laboratorio di questo tipo di sostanze.

Una variazione di concentrazione in una stazione a monte si propaga ad una stazione di valle dopo un certo tempo, correlabile principalmente alla velocità della corrente. Quindi in una stazione di campionamento la concentrazione cambia generalmente nel tempo, in funzione della variazione del regime idrologico del corso d'acqua e soprattutto della variazione dovuta agli apporti nel bacino drenato da pompaggi dalla falda e da scarichi. I pompaggi e gli scarichi possono presentarsi di massima in modo discontinuo, comunque quasi mai costanti nel tempo. Per quanto detto il confronto tra dati di diverse stazioni, pur riferiti ad un periodo con deflussi piuttosto stabili, deve tener conto di queste possibili ulteriori fonti di incertezza.

Pur con le incertezze insite nelle misure e nei confronti, le distribuzioni delle concentrazioni di PFOS, PFOA e Σ PFAS nei corsi d'acqua monitorati appaiono significativamente coerenti tra loro ed in relazione sia alle concentrazioni dello scarico A.Ri.C.A., sia soprattutto alle concentrazioni delle acque di falda, drenate dal Retrone a nord e più a sud dal Togna, dal Rio Acquetta, dal Guà e dal Brendola. Le maggiori concentrazioni di PFOS si osservano infatti lungo il Retrone e seppur in misura minore, pure sul Poscola alla stazione 494 e sul Rio Acquetta. Anche le maggiori concentrazioni di PFOA sembrano riguardare la falda drenata dal Retrone e la falda più a sud.

Di particolare interesse risultano i valori di PFOA e Σ PFAS riscontrati nel Alonte, più elevati rispetto ad alcuni corpi idrici circostanti e paragonabili a quelli del Guà-Frassine.

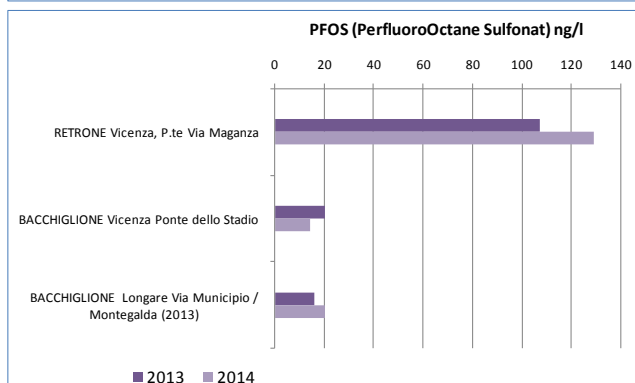
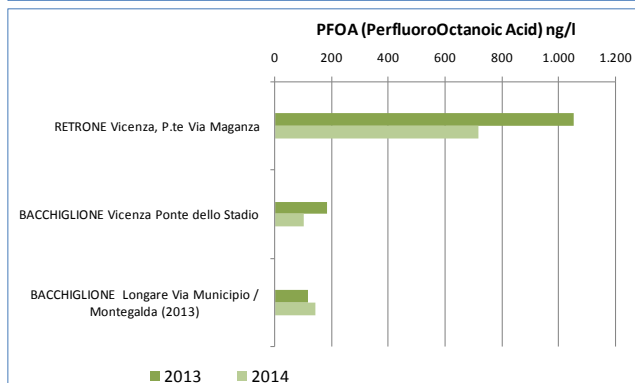
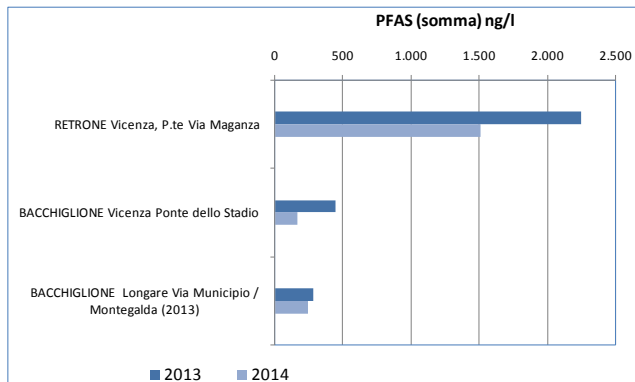
3.1 Confronto tra le concentrazioni rilevate nella campagna di agosto 2013 e marzo 2014

La campagna dell'agosto 2013 e quella di marzo 2014 hanno in comune solo poco più di una decina di stazioni.

In **Tabella 3** e in **Figura 7** si possono paragonare le concentrazioni rilevate nelle stazioni comuni alle due campagne relativamente ai parametri Σ PFAS, PFOS e PFOA lungo i principali corsi d'acqua con presenza di PFAS, osservando quanto segue:

- sul Retrone le concentrazioni sono solo di poco più elevate nell'agosto 2013 rispetto al marzo 2014;
- sul Fratta a monte dello scarico A.Ri.C.A. e sul Guà a Lonigo le concentrazioni risultano praticamente uguali nei due periodi;

BACCHIGLIONE



FRATTA GORZONE

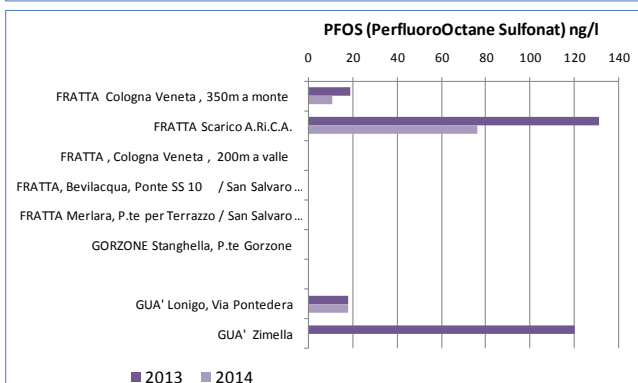
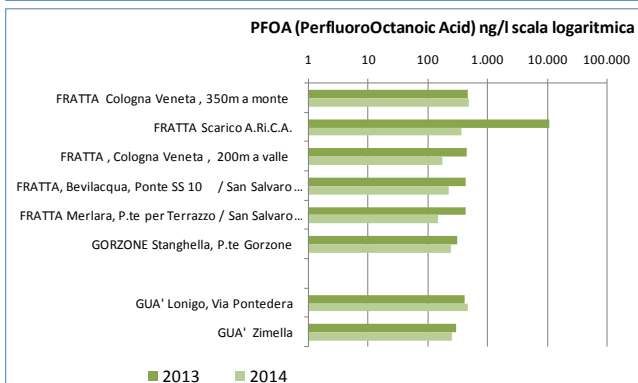
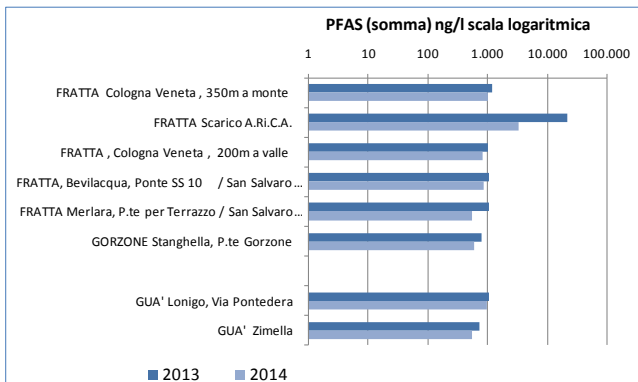


Figura 7 – Confronto concentrazioni Agosto 2013 e Marzo 2014 (PFOS, PFOA, Σ PFAS) lungo i principali corsi d'acqua.

- si assiste ad una consistente riduzione dei PFAS dallo scarico A.Ri.C.A.;
- risulta significativo l'abbattimento della concentrazione dei PFAS nell'agosto 2014 lungo il Guà-Frassine ad opera della diluizione dell'acqua del L.E.B.;
- risulta una certa sottostima nei dati PFAS del Bacchiglione a Vicenza a valle del Retrone (stazione 1024) nelle misure del marzo 2014, forse per via del non completo mescolamento delle acque del Retrone con quelle del Bacchiglione nel punto di campionamento (la sottostima risulta eclatante nell'analisi dei carichi al paragrafo 5.1).

BACINO	COD. STAZ	FIUME	Agosto 2013			Marzo 2014		
			PFAS (somma) ng/l	PFOA (PerfluoroOctanoic Acid) ng/l	PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat) ng/l	PFAS (somma) ng/l	PFOA (PerfluoroOctanoic Acid) ng/l	PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat) ng/l
BACCHIGLIONE	98	RETRONE Vicenza, P.te Via Maganza	2241	1050	107	1504	716	129
BACCHIGLIONE	1024	BACCHIGLIONE Vicenza Ponte dello Stadio	443	181	20	165	101	14
BACCHIGLIONE	102	BACCHIGLIONE Longare Via Municipio / Montegalda (2013)	279	116	16	242	143	20
FRATTA GORZONE	2102	FRATTA Cologna Veneta , 350m a monte	1197	478	19	1038	489	11
FRATTA GORZONE	17051	FRATTA Scarico A.Ri.C.A.	21922	11190	131	3351	376	76
FRATTA GORZONE	2105	FRATTA , Cologna Veneta , 200m a valle	1038	462	<10	859	180	<10
FRATTA GORZONE	170	FRATTA, Bevilacqua, Ponte SS 10 / San Salvaro (2013)	1065	436	<10	894	227	<10
FRATTA GORZONE	194	FRATTA Merlara, P.te per Terrazzo / San Salvaro (2013)	1065	436	<10	567	152	<10
FRATTA GORZONE	201	GORZONE Stanghella, P.te Gorzone	810	320	<10	613	244	<10
FRATTA GORZONE	2550	GUA' Lonigo, Via Pontedera	1081	426	18	1004	468	18
FRATTA GORZONE	440	GUA' Zimella	745	309	120	558	263	<10

Tabella 3 - Confronto concentrazioni Agosto 2013 e Marzo 2014 (PFOS, PFOA, ΣPFAS)

3.2 Concentrazioni allo scarico A.Ri.C.A. nella campagna di marzo 2014

Nel presente Capitolo vengono analizzati più nel dettaglio i dati relativi ai controlli mensili svolti da ARPAV sia nelle acque di scarico del collettore A.Ri.C.A. (stazione n. 17951), sia nelle acque del Fiume Fratta nei punti situati 350 metri a monte (stazione n. 2102) e 200 metri a valle (stazione n. 2105), quest'ultimo punto ubicato a valle del rilascio del L.E.B in Fratta (**Figura 8**).

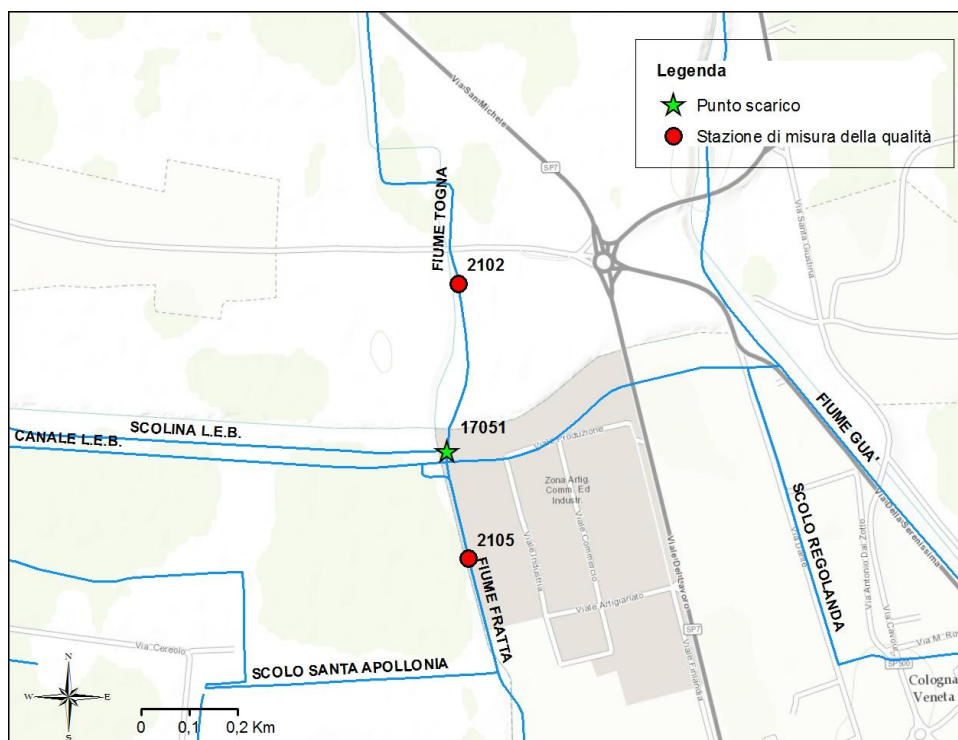


Figura 8 – Punti di misura in prossimità dello scarico del collettore A.Ri.C.A.

In corrispondenza di questo nodo idraulico, il giorno 12 marzo 2014, sono state riscontrate le concentrazioni riportate in **Tabella 4**.

COD STAZ	FIUME	Giorno campionamento Marzo 2014	PFAS (somma) ng/l	PFBA (PerfluoroButyric Acid) ng/l	PFBS (PerfluoroButane Sulfonate) ng/l	PFDeA (PerfluoroDecanoic Acid) ng/l	PFDoA (PerfluoroDodecanoic Acid) ng/l	PFHpA (PerfluoroHeptanoic Acid) ng/l	PFHxA (PerfluoroHexanoic Acid) ng/l	PFHxS (PerfluoroHexane Sulfonate) ng/l	PFNA (PerfluoroNonanoic Acid) ng/l	PFOA (PerfluoroOctanoic Acid) ng/l	PFOS (PerfluoroOctane Sulfonate) ng/l	PFPeA (PerfluoroPentanoic Acid) ng/l	PFUnA (PerfluoroUndecanoic Acid) ng/l
2102	FRATTA a monte	12	1038	148	129	<10	<10	25	116	<10	<10	489	11	121	<10
17051	Scarico A.Ri.C.A	12	3351	553	1745	<10	<10	43	324	19	10	376	76	205	<10
1115	L.E.B.	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2105	FRATTA a valle	12	859	155	334	<10	<10	14	98	<10	<10	180	<10	78	<10

Tabella 4 - Risultati delle analisi PFAS dei campioni prelevati nella campagna di marzo 2014 al nodo idraulico dello scarico del collettore A.Ri.C.A.

Le concentrazioni sul Fratta nella stazione a valle risultano dipendere dai carichi delle tre confluenze: dai carichi del Fratta nella stazione a monte dello scarico, dai carichi allo scarico del collettore A.Ri.C.A e soprattutto dalla portata del L.E.B. derivata dal Fiume Adige (stazione n. 1115), che si è sempre dimostrata priva di PFAS.

Nelle **Figura 9**, **Figura 10** e **Figura 11** si riportano i risultati delle concentrazioni PFOS, PFOA e Σ PFAS misurate da ARPAV nel nodo idraulico allo scarico del collettore A.Ri.C.A. da luglio 2013 sino ad aprile 2014.

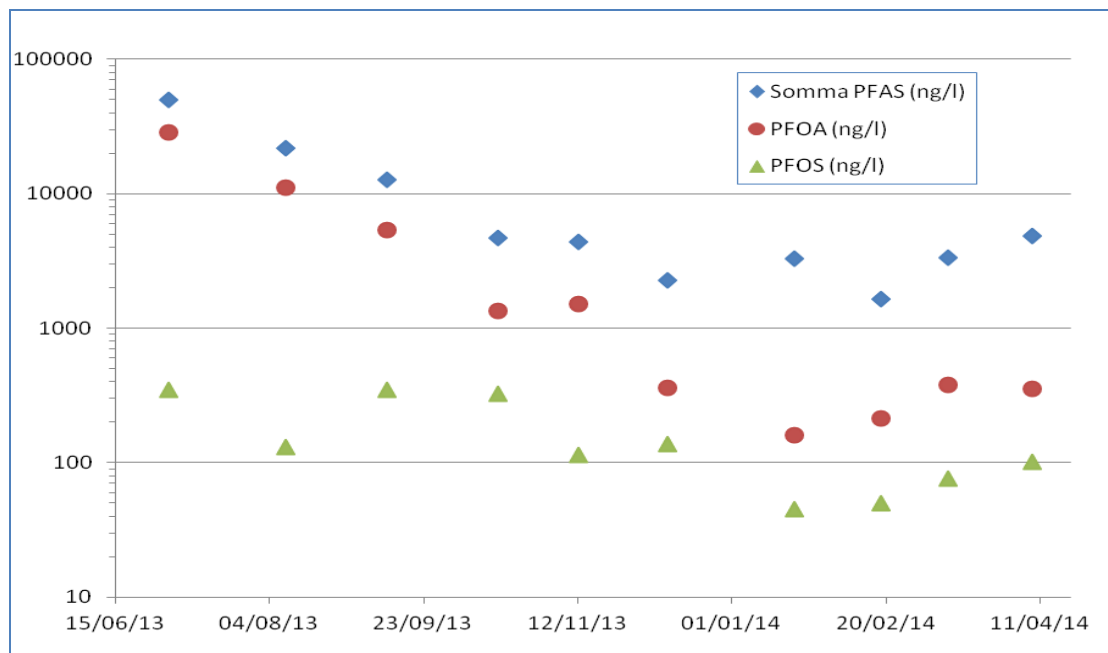


Figura 9 – Andamento dei PFOS, PFOA e Σ PFAS (ng/l) allo scarico del collettore A.Ri.C.A

I risultati dei campionamenti PFOS, PFOA e Σ PFAS effettuati da ARPAV e da A.Ri.C.A. nel corso del 2013 allo scarico del collettore sono descritti anche nella Relazione "Fratta Gorzone – Rapporto attività di monitoraggio e controllo – Anno 2013" reperibile in internet alla pagina <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/documenti/acque-interne/accordo-di-programma-quadro-bacino-del-fiume/>.

Per quanto riguarda lo scarico del collettore A.Ri.C.A (**Figura 9**) si osserva che gli interventi di contenimento di impiego del PFOA e di depurazione dei reflui messi in atto con diverse iniziative, hanno comportato e resa evidente la progressiva e consistente diminuzione della presenza di PFAS nelle acque del collettore A.Ri.C.A. in particolare del PFOA e PFOS. Nel mesi da febbraio ad aprile 2014 si osserva tuttavia un certo relativo aumento delle concentrazioni. Ciò può essere motivato sia da una perdita di efficienza dei filtri a carbone per la depurazione, sia da un lieve aumento relativo delle concentrazioni osservate nelle falde.

In **Figura 10** si osservano variazioni sostanzialmente contenute nelle concentrazioni rilevate da ARPAV nel Fratta 350 m a monte dello scarico: infatti l'inquinamento del Fratta a monte dello scarico A.Ri.C.A. deriva essenzialmente dal contributo diretto e indiretto della falda.

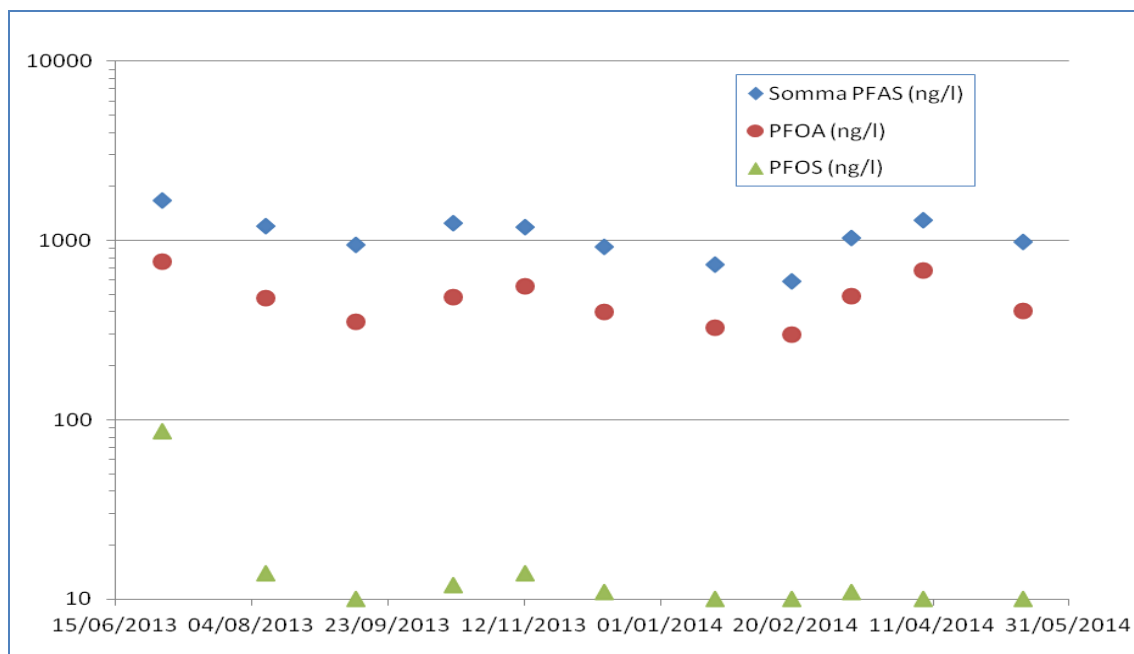


Figura 10 – Andamento dei PFOS, PFOA e Σ PFAS (ng/l) allo stazione 350 m a monte A.Ri.C.A

Per quanto riguarda l'andamento dei risultati dei campionamenti PFOS, PFOA e Σ PFAS effettuati a valle dello scarico dal Canale L.E.B. (**Figura 11**), che dipendono come già osservato dalle tre componenti del nodo idraulico, si evidenziano gli effetti degli interventi sugli scarichi dei depuratori che afferiscono al collettore A.Ri.C.A. (in particolare del PFOA e PFOS), unitamente ad una certa variabilità indotta appunto dalla variabilità dei tre apporti.

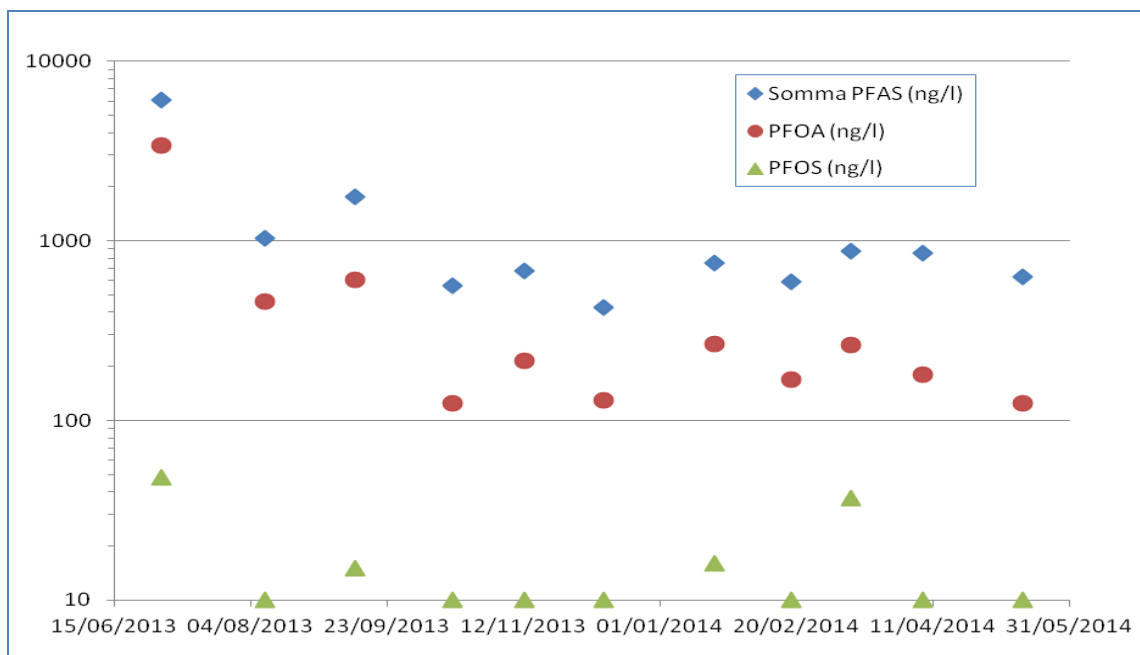


Figura 11 – Andamento dei PFOS, PFOA e Σ PFAS (ng/l) allo stazione 200 m a valle A.Ri.C.A

4. Misure idrometriche effettuate nel marzo 2014

La campagna di misure è stata condotta, per quanto riguarda le portate, nei giorni 11 e 12 marzo 2014. Nei giorni precedenti le misure non si sono verificate precipitazioni significative e la campagna è stata condotta in condizioni idrometeorologiche stabili. Sono state monitorate complessivamente 18 sezioni distribuite sui corsi d'acqua Guà-Frassine, Togna-Fratta, Gorzone, Retrone, Bacchiglione, Brenta e i canali Bisatto, Cagnola, Masina e Dolza.

Lo scopo di questa campagna di misure è stata soprattutto la determinazione delle portate in corrispondenza dei campionamenti per l'analisi di concentrazione dei PFAS, in modo da poterne stimare i carichi per i tratti principali.

Nella Nota Tecnica ARPAV DRST-Servizio Idrologico n° 07/2014 "Misure di portata per la campagna di monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) di marzo 2014", si analizzano nel dettaglio, corso d'acqua per corso d'acqua, tratto per tratto, i risultati delle misure di portata effettuate, integrando i dati acquisiti dal monitoraggio diretto con le ulteriori informazioni reperite sul funzionamento delle principali opere di derivazione e scarico presenti, nonché sulla stima delle portate in corrispondenza di alcune stazioni ARPAV della rete di monitoraggio idrometrico, per le quali è disponibile una relazione analitica tra livelli e portate (scala delle portate).

In **Tabella 5** si riporta l'elenco delle 18 stazioni/sezioni di misura delle portate, con le rispettive date di esecuzione. L'ubicazione delle stazioni/sezioni di misura delle portate è riportata in **Figura 12**.

Data misura	Corso d'acqua	Località
11/03/14	Guà	Lonigo
11/03/14	Guà	Cologna Veneta (valle derivazione LEB)
11/03/14	Frassine	Borgofrassine
11/03/14	Chiavica Dolza	Borgofrassine
11/03/14	Frassine	Brancaglia
11/03/14	Togna	Cologna via San Michele
11/03/14	Fratta	Cologna via Predicale
11/03/14	Fratta	San Salvaro
11/03/14	Fratta	Merlara
11/03/14	Masina	Carmignano
12/03/14	Gorzone	Stanghella
12/03/14	Retrone	Sant'Agostino
12/03/14	Bacchiglione	Vicenza (valle immissione Retrone)
12/03/14	Bisatto	Longare
12/03/14	Bacchiglione	Montegaldà
12/03/14	Cagnola	Bovolenta
12/03/14	Bacchiglione	Ponte S. Nicolò
12/03/14	Brenta	Vigonovo

Tabella 5 - Sintesi delle misure eseguite nella campagna dell'11 e 12 marzo 2014

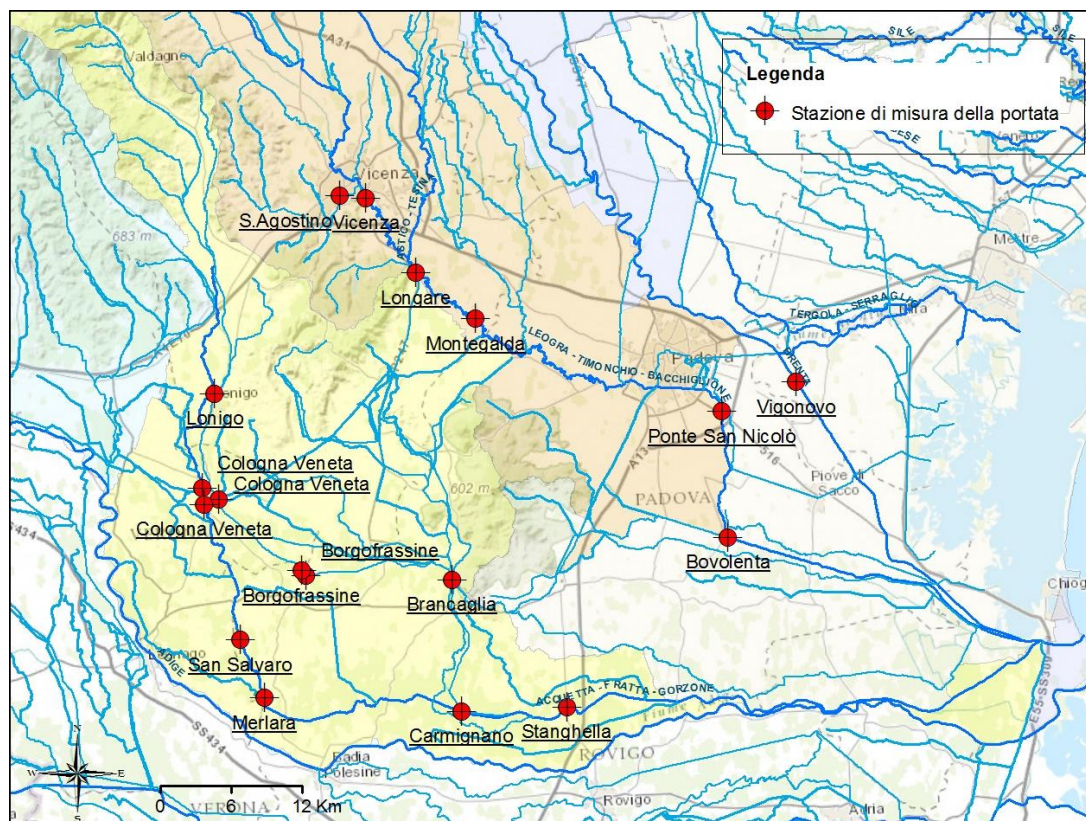


Figura 12 – Stazioni di misura delle portate – Marzo 2014

Nel seguito vengono analizzati per tratti, i risultati acquisiti da monitoraggio diretto, integrati con le ulteriori informazioni a disposizione. I risultati delle misure di portata effettuate appaiono coerenti tra loro, nell'ambito dell'incertezza insita in questo tipo di misure.

4.1 Rilevi lungo Togna-Fratta-Gorzone

I risultati delle misure eseguite nel Bacino del Fratta-Gorzone sono sintetizzati in **Tabella 6**.

Data misura	Ora solare media	Corso d'acqua	Località	Tipo riferimento idrometrico	H _{media} (m m.s.r.)	Portata (m ³ /s)
11/03/14	11.40	Togna	Cologna via San Michele	asta idrometrica	0.26	2.257
11/03/14	12.35	Fratta	Cologna via Predicale	rif. locale	-5.45	10.396
11/03/14	10.25	Fratta	San Salvaro	teleidrometro	-2.255	13.273
11/03/14	11.15	Fratta	Merlara	rif. locale	-4.42	13.299
11/03/14	15.45	Masina	Carmignano	asta idrometrica	-1.96	5.448
12/03/14	9.45	Gorzone	Stanghella	teleidrometro	-2.72	29.617

Tabella 6 - Risultati delle misure effettuate nel bacino del Fratta-Gorzone

In **Figura 13** si riporta l'andamento delle altezze idrometriche rilevate dalle stazioni ARPAV per il monitoraggio in continuo dei livelli di interesse per il bacino del Togna-Fratta-Gorzone, occorse nella prima metà del mese di marzo 2014. In campitura gialla vengono messi in evidenza i giorni in cui è stata condotta la campagna di misura delle portate.

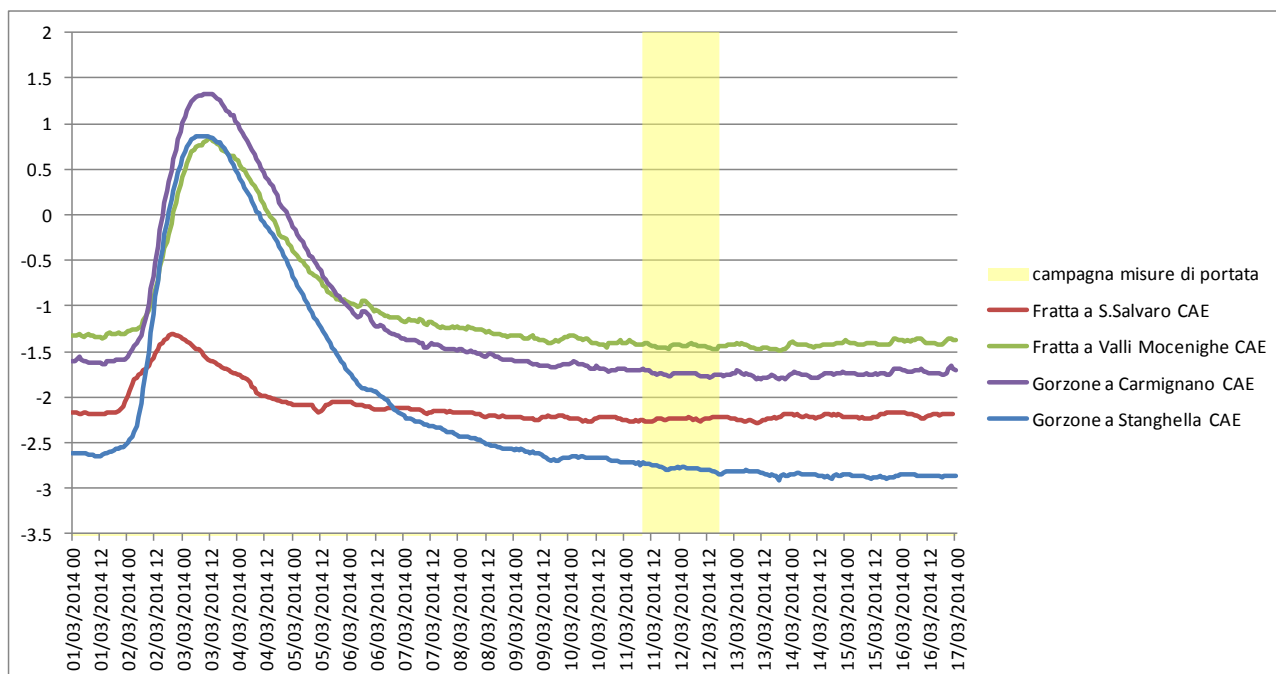


Figura 13 - Andamento dei livelli idrometrici nel bacino del Fratta-Gorzone nella prima metà del mese di Marzo 2014.

Dal grafico si evince che la campagna di misura è stata condotta in condizioni idrometriche sostanzialmente stabili, come pure appare stabile nei giorni di campionamento per i PFAS (dal 10 al 13 marzo 2014). In questo tratto l'andamento dei deflussi nel tempo è ben rappresentato dall'andamento dei livelli nel tempo dalle stazioni idrometriche di San Salvaro e di Valli Mocenighe.

Il fiume Fratta è stato oggetto di monitoraggio in varie sezioni a partire da Cologna Veneta (VR), dove sono state eseguite due misure, rispettivamente a monte e a valle dello scarico del collettore A.Ri.C.A. e del rilascio – immediatamente a valle dello scarico- di quota parte della portata del canale L.E.B.

La portata dello scarico del collettore A.Ri.C.A. il giorno 11 marzo, così come comunicata da A.Ri.C.A., è stata mediamente pari a circa $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$. La portata rilasciata dal canale L.E.B., stimata per differenza ($Q_{\text{monte}} - Q_{\text{valle}} - Q_{\text{ARICA}}$) risulta pari a $6.8 \text{ m}^3/\text{s}$.

La successiva misura è stata eseguita alla stazione di S.Salvaro, in comune Urbana (PD), evidenziando una portata di circa $3 \text{ m}^3/\text{s}$ superiore rispetto a quella misurata a Cologna Veneta a valle delle immissioni del collettore A.Ri.C.A. e del rilascio del canale L.E.B.. Nei circa 14 chilometri che separano le due sezioni insistono le immissioni di vari bacini di bonifica, gestiti dal Consorzio Alta Pianura Veneta, solo in parte caratterizzati da scolo meccanico e dotati di impianti idrovori (idrovora Tartarello e idrovora S.Salvaro). Da informazioni fornite dal Consorzio non risulta possibile stimare con esattezza la portata immessa nel tratto, sia perché una parte consistente della superficie di bonifica è caratterizzata da scoli a gravità, per i quali non ci sono valutazioni sulle portate recapitate, sia perché non vengono registrate le modalità e i tempi di funzionamento degli impianti idrovori di competenza (la massima capacità delle pompe risulta per questi impianti complessivamente pari a $2.8 \text{ m}^3/\text{s}$.)

In comune di Merlara (PD) è stata poi rilevata una portata di fatto coincidente con quella misurata a S.Salvaro. Nel tratto (lungo circa 6 chilometri), insiste un impianto idrovoro (Tre Chiaviche, $Q_{\text{max}} = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$) e sono inoltre presenti immissioni a scolo naturale (non dotate di misuratori di portata) e canali ad uso irriguo con derivazione dal Fratta, gestiti dal Consorzio Alta Pianura Veneta. Nell'area sono presenti anche derivazioni irrigue operate dal fiume Adige, a servizio della parte più meridionale del comprensorio consortile tra il fiume Adige ed il Fratta (circa 7 400 ha). Tali contributi dovrebbero tuttavia risultare poco significativi, anche in periodo irriguo, in quanto la portata prelevata dall'Adige viene modulata in relazione alle effettive esigenze e i volumi d'acqua immessi in Fratta in questo tratto dovrebbero essere del tutto residuali.

4.2 Rilievi lungo Guà-Frassine

Le misure lungo il fiume Guà-Frassine sono state condotte nella giornata del 11 marzo, tra le 10.20 e le 15.30, nel tratto compreso tra Lonigo (VI) e Brancaglia (PD): i risultati delle misure eseguite sono sintetizzati in **Tabella 7**.

Data misura	Ora solare media	Corso d'acqua	Località	Tipo riferimento idrometrico	H _{media} (m m.s.r.)	Portata (m ³ /s)
11/03/14	10.20	Guà	Lonigo	teleidrometro	0.485	8.204
11/03/14	15.15	Guà	Cologna Veneta (valle derivazione LEB)	rif. locale	-7.54	7.914
11/03/14	12.05	Frassine	Borgofrassine	teleidrometro	-2.035	7.649
11/03/14	12.30	Chiavica Dolza	Borgofrassine	asta idrometrica	15.74	0.525
11/03/14	14.40	Frassine	Brancaglia	teleidrometro	-2.455	8.545

Tabella 7 - Risultati delle misure effettuate nel bacino dell'Agno-Guà-Frassine

Analogamente a quanto proposto per il bacino del Fratta-Gorzone, si riporta un grafico che sintetizza l'andamento idrometrico nel corso d'acqua (**Figura 14**). Dal grafico si evince che la campagna è stata condotta in condizioni idrometriche sostanzialmente stabili, come pure appare stabile nei giorni di campionamento per i PFAS (dal 10 al 11 marzo 2014).

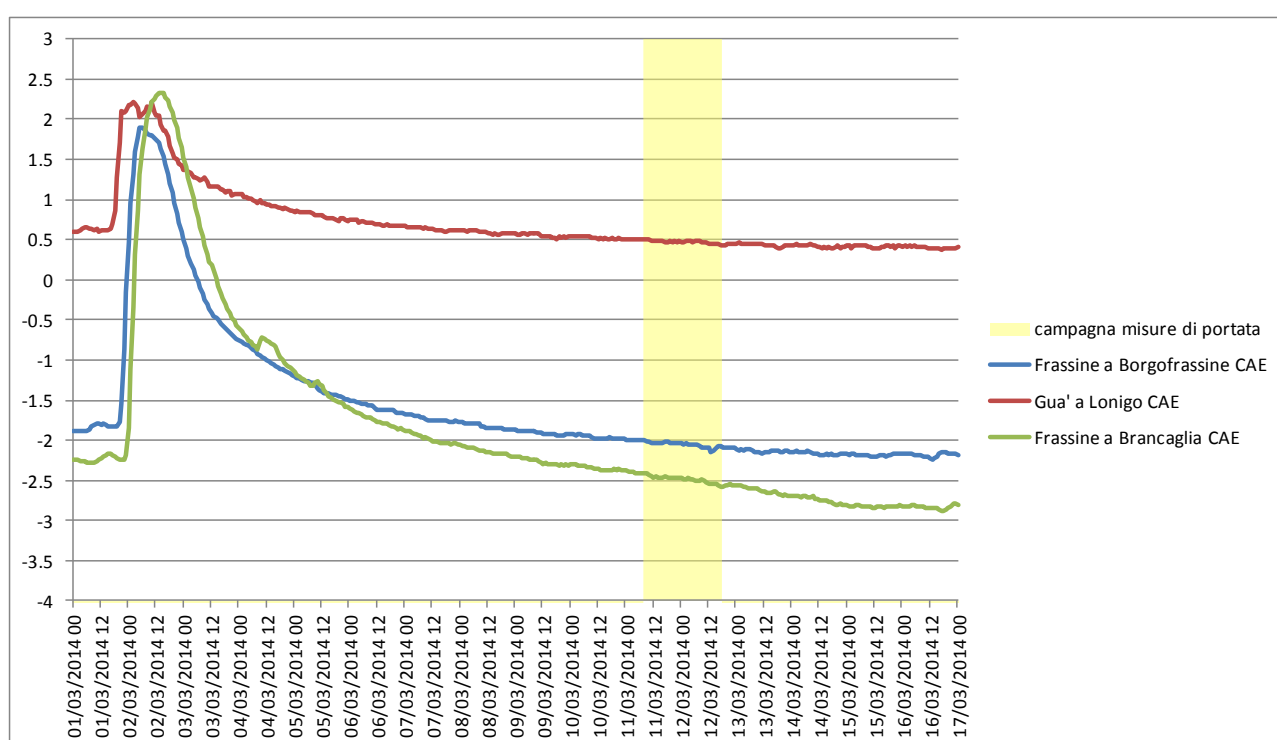


Figura 14 - Andamento dei livelli idrometrici lungo il fiume Guà-Frassine nella prima metà del mese di Marzo 2014.

Nel tratto tra Lonigo e Borgofrassine, le misure hanno evidenziato una sostanziale costanza delle portate in transito, pari a circa 8 m³/s. Da sopralluogo fatto contestualmente alle misure di portata, la derivazione ad opera del canale L.E.B. a Cologna Veneta è risultata non essere attiva nel momento dei rilievi; tale osservazione è confermata dai risultati delle misurazioni fatte a Lonigo e Cologna, la cui differenza rientra nei limiti dell'incertezza insita nelle misure di portata effettuate (inferiore al 4%). Anche la differenza di portata osservata tra le sezioni di Cologna e Borgofrassine, pari a 0.265 m³/s, risulta compatibile con la misurazione della portata derivata in sponda destra dalla chiavica Dolza (Q_{mis}=0.525 m³/s), anche in considerazione della non contemporaneità delle misure.

La portata misurata a Brancaglia, risulta superiore di quella osservata a Borgofrassine di circa il 12% (il tratto d'alveo compreso tra le due sezioni è lungo circa 14km). Tale scostamento può essere ascrivibile a diversi fattori, tra cui il drenaggio della falda in sinistra orografica e la presenza di un impianto idrovoro gestito dal Consorzio Adige-Euganeo (Idrovora Chiavicone, di portata massima pari a 2.5 m³/s). A monte della stazione idrometrica di Brancaglia vi è anche una connessione idraulica con il canale Bisatto, che però è risultata essere chiusa nel momento della misura di portata. La differenza osservata, peraltro modesta, può in ogni caso essere almeno in parte ricondotta alla normale incertezza delle misurazioni e ai tempi di corrivazione tra le due sezioni.

4.3 Rilievi lungo il Gorzone

Ad integrazione delle osservazioni descritte nei due paragrafi precedenti (**Tabella 6** e **Tabella 7**), è possibile fare alcune considerazioni sul Gorzone alla chiusura del bacino idrografico a Stanghella. Come sintetizzato in **Tabella 8**, si può osservare la buona corrispondenza tra la portata misurata alla sezione di Stanghella (29.617 m³/s) e la somma dei principali contributi misurati singolarmente (Fratta a S.Salvaro, Frassine a Brancaglia, Canale Masina a Carmignano). Nell'analisi di questi dati vanno comunque tenute in considerazione le incertezze legate ai possibili apporti dei numerosi impianti idrovori, per i quali, come già detto, non si dispone di informazioni.

La misura eseguita a Stanghella conferma inoltre l'affidabilità della scala di deflusso, che fornisce, all'ora media del rilievo, un valore di 29.87 m³/s, con uno scostamento tra portata misurata e calcolata inferiore al 1%.

Data misura	Ora solare media	Corso d'acqua	Località	Portata (m ³ /s)
11/03/14	14.40	Frassine	Brancaglia	8.545
11/03/14	11.15	Fratta	Merlara	13.299
11/03/14	15.45	Masina	Carmignano	5.448
			Somma	27.292

Tabella 8 - Somma dei contributi di Fratta, Frassine e Canale Masina

4.4 Rilievi lungo Retrone-Bacchiglione-Brenta

Le misure nel bacino del fiume Bacchiglione sono state condotte nella giornata del 12 marzo, tra le 10.00 e le 14.30, nel tratto compreso tra Vicenza e Ponte S. Nicolò (PD). Sono stati inoltre misurati i deflussi del canale Cagnola a Bovolenta e del Brenta a Vigonovo, allo scopo di quantificare (unitamente agli apporti del Gorzone) la portata complessiva del fiume Brenta alla foce e poter fare una stima del carico totale degli inquinanti veicolati in mare. I risultati delle misure eseguite sono sintetizzati in **Tabella 9**.

Data misura	Ora solare media	Corso d'acqua	Località	Tipo riferimento idrometrico	H _{media} (m m.s.r.)	Portata (m³/s)
12/03/14	10.00	Retrone	Sant'Agostino	teleidrometro	-0.01	5.584
12/03/14	10.55	Bacchiglione	Vicenza (valle immissione Retrone)	rif. locale	-6.885	29.429
12/03/14	11.50	Bisatto	Longare	rif. locale	-5.28	2.269
12/03/14	12.45	Bacchiglione	Montegalda	teleidrometro	0.67	42.994
12/03/14	10.55	Cagnola	Bovolenta	rif. locale	-9.13	15.095
12/03/14	11.05	Bacchiglione	Ponte S.Nicolò	asta idrometrica	-0.13	7.078
12/03/14	14.20	Brenta	Vigonovo	asta idrometrica	1.48	132.723

Tabella 9 - Risultati delle misure effettuate nel bacino del Brenta-Bacchiglione.

Si riporta anche in questo caso un grafico che sintetizza l'andamento idrometrico nel bacino del Bacchiglione (**Figura 15**) dal quale si evince che la campagna è stata condotta in condizioni idrometriche sostanzialmente stabili, come pure appare stabile nei giorni di campionamento per i PFAS (dal 10 al 13 marzo 2014).

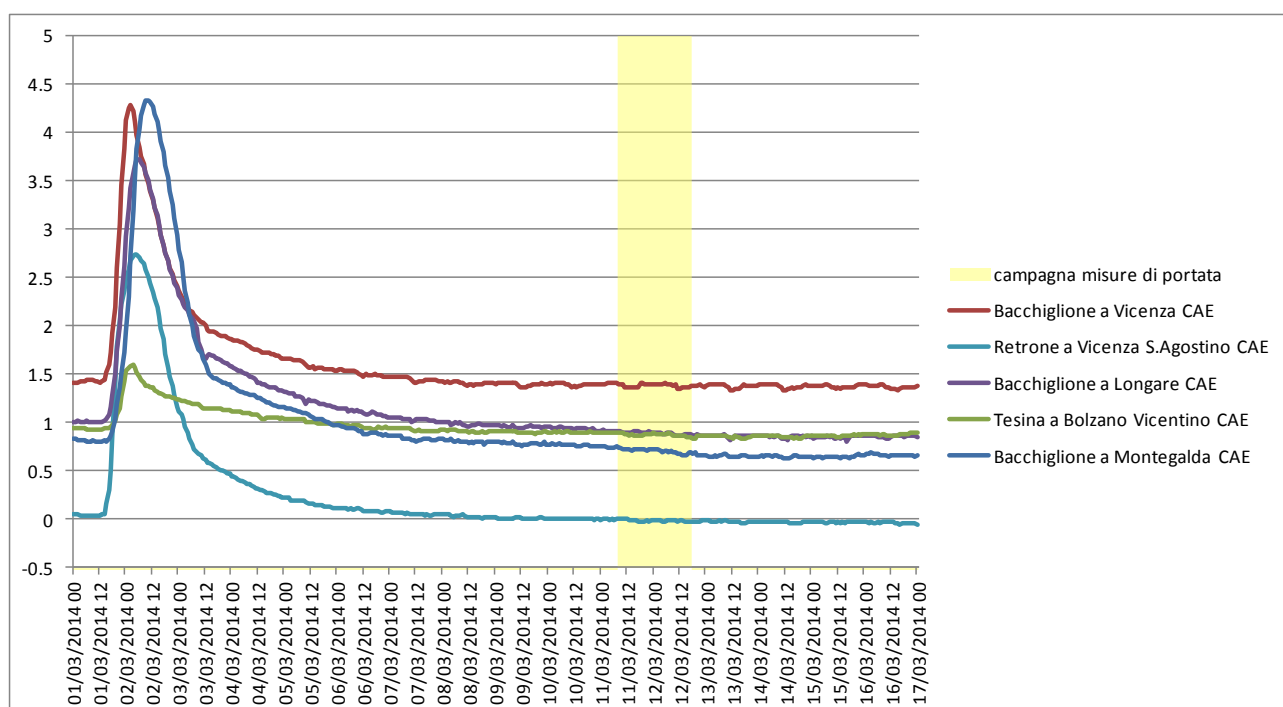


Figura 15 - Andamento dei livelli idrometrici nel bacino del Bacchiglione nella prima metà del mese di Marzo 2014

La portata del Bacchiglione stimata a Ponte Angeli (sezione situata nel centro città, circa 1700 m a monte della confluenza), in base alla misura di livello della stazione idrometrica ARPAV e della scala di deflusso disponibile è pari a circa 23.12 m³/s (dato corrispondente alle ore 10.00 del 12 marzo); la portata calcolata per differenza tra le misure effettuate sul Bacchiglione a valle della confluenza del Retrone e sul Retrone a Sant Agostino differisce da questa di appena 3 punti percentuali (23.845 m³/s).

Conferma la bontà della scala di deflusso in uso anche la misura eseguita sul Bacchiglione a Montegalda, con uno scostamento dal valore atteso del 4% ($Q_{misurata}=42.994 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{calcolata}=41.34 \text{ m}^3/\text{s}$).

5. Stima dei carichi nei dei diversi corsi d'acqua

In **Figura 16** sono rappresentate le stazioni per le quali nel marzo 2014 sono stati effettuati i campionamenti dei PFAS e per le quali è stato anche possibile stimare le portate defluite (in riferimento a quanto descritto nel Capitolo precedente (4.)), potendone così calcolare i carichi. In **Figura 16** si rappresentano mediante istogrammi i carichi PFOS, PFOA e Σ PFAS, espressi in grammi al giorno (g/die), anche in quelle stazioni nelle quali, pur non disponendo di misure di portata, non è stata rilevata la presenza di PFAS. I punti in figura rappresentati da sole crocette sono quelli in cui non è stata possibile una valutazione (seppur di massima) dei carichi veicolati dai corsi d'acqua.

Per alcune stazioni monitorate lungo i principali corsi d'acqua con presenza di PFAS si riporta in **Tabella 10** la stima della portata (m³/s) e dei carichi ΣPFAS, PFOA e PFOS (g/die).

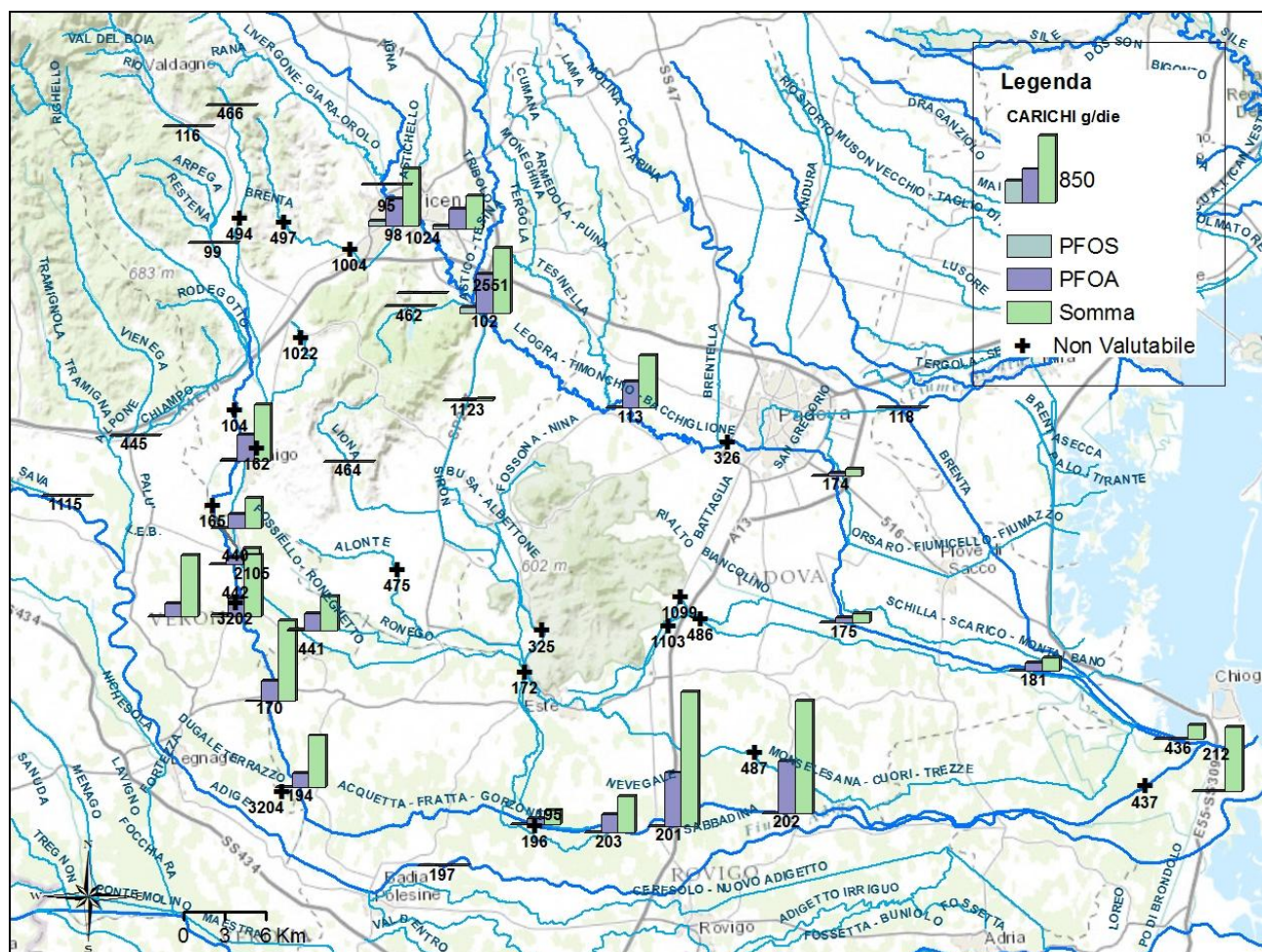


Figura 16– Marzo 2014. Stima dei carichi ΣPFAS (g/die) in corrispondenza di alcuni punti di misura.

COD STAZ	FIUME	COMUNE	PROV	LOCALITA'	Q (m ³ /s)	Σ PFAS (g/die)	PFOA (g/die)	PFOS (g/die)
98	RETRONE	Vicenza	VI	PONTE VIA MAGANZA	5,58	725	345	62
1024	BACCHIGLIONE	Vicenza	VI	PONTE VIALE DELLO STADIO	29,43	420	257	36
102	BACCHIGLIONE	Longare	VI	VIA MUNICIPIO	39,21	820	484	68
113	BACCHIGLIONE	Saccolongo	PD	CHIESA NUOVA	43	669	334	0
1123	BISATTO	Nanto	VI	PONTE VIA ROMA	2,27	23	14	0
174	BACCHIGLIONE	Ponte San Nicolò	PD	PONTE SAN NICOLÒ	7,08	89	39	0
175	CAGNOLA	Bovolenta	PD	PONTE	15,1	117	65	0
181	BACCHIGLIONE	Correzzola	PD	BRENTA DELL'ABBÀ	22,17	167	102	0
436	BRENTA	Chioggia	VE	CA' PASQUA (monte Bacchiglione)	132,72	183	0	0
212	BRENTA	Chioggia	VE	PONTE S.S. 309 (valle Gorzone)	184,51	813	0	0
2102	FRATTA	Cologna Veneta	VR	PONTE VIA SULE, 350 M MONTE CANALE LEB	2,26	203	95	2
17051	Scarico A.Ri.C.A - FRATTA	Cologna Veneta	VR	Scarico A.Ri.C.A	1,4	405	45	9
2105	FRATTA	Cologna Veneta	VR	200 M A VALLE SCARICO ARICA	10,4	772	162	0
442	FRATTA	Cologna Veneta	VR	VIA PREDICALE	10,4	784	235	33
170	FRATTA	Bevilacqua	VR	PONTE S.S.10	13,27	1.025	260	0
194	FRATTA	Merlara	PD	PONTE PER TERRAZZO	13,3	652	175	0
195	S. DI LOZZO - C. MASINA	Sant'Urbano	PD	A NORD DI PONTE ZANE	5,45	184	72	0
116	AGNO	Cornedo Vicentino	VI	PONTE STRADA PER PIANA	5,5	0	0	0
2550	GUA'	Lonigo	VI	PONTE DI VIA GIULIO PONTEDERA	8,2	711	332	13
440	GUA'	Zimella	VR	ZIMELLA	7,91	381	180	0
441	GUA'	Roveredo di Guà	VR	PONTE	8,17	433	222	13
203	S. CATERINA	Vescovana	PD	PONTE A VESCOVANA	8,55	458	233	0
201	GORZONE	Stanghella	PD	VIA GORZONE SINISTRO INFERIORE	31,99	1.694	674	0
202	GORZONE	Anguillara Veneta	PD	PONTE A TAGLIO	32,29	1.414	664	0

Tabella 10 – Stima dei carichi ΣPFAS, PFOA e PFAS (g/die) alle diverse stazioni. Marzo 2014

5.1 Considerazioni sui tratti dei Fiumi Retrone-Bacchiglione-Brenta

In **Figura 17** si riporta l'andamento dei carichi ΣPFAS, PFOA e PFOS (g/die) lungo il Retrone-Bacchiglione. Si osserva l'anomalia delle concentrazioni e dei relativi carichi della stazione 1024 a Vicenza, sul Bacchiglione subito a Valle del Retrone (istogramma rappresentato senza colorazione). Il carico veicolato dal Retrone (pari a circa 700-800 g/die di ΣPFAS, 350-450 g/die di PFOA e 50-100 g/die di PFOS) è riconducibile alla falda drenata direttamente e/o indirettamente dal reticolo idrografico. Detto carico si trasferisce praticamente senza sensibili riduzioni sino a monte di Padova. Anzi pare che nel tratto tra Vicenza e Longare ci sia un ulteriore modesto apporto che non riguarda però il Fiume Tesina, che risulta alla confluenza con il Bacchiglione privo di PFAS. Tra Longare e Saccolongo pare ci sia invece una riduzione dei carichi (presumibilmente per derivazione e/o scambio tra acque superficiali e sotterranee) unitamente ad una certa diluizione (ad opera soprattutto del Tesina Padovano), in particolare si annullano i PFOS. Ciò significa che nei giorni di misura (marzo 2014) il Canale Bisatto derivava dal Bacchiglione portate del tutto trascurabili (dell'ordine al massimo di un m³/s).

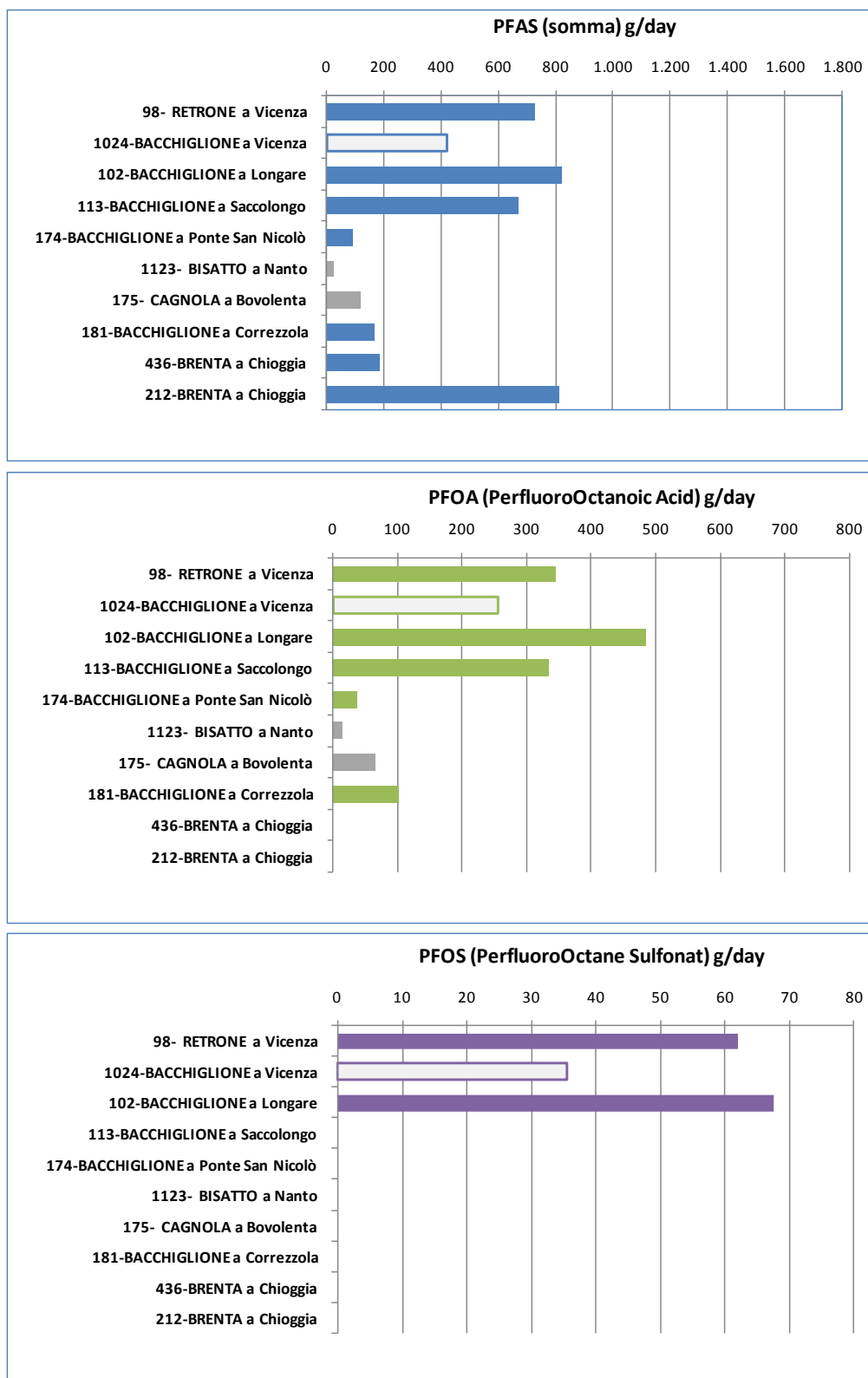


Figura 17- Rappresentazione dei carichi Σ PFAS, PFOA e PFOS (g/die) lungo l'asta del fiume Retrone-Bacchiglione - Brenta. Gli apporti degli affluenti sono rappresentati in grigio.

A valle del nodo idraulico di Padova (Ponte San Nicolò) il carico stimato per il Bacchiglione risulta alquanto ridotto rispetto a quello di monte (Saccolongo) e con una composizione dei PFAS diversa rispetto a monte: gran parte del carico del Bacchiglione sembra seguire le portate trasferite al Brenta dal nodo idraulico di Voltabarozzo e nel Brenta ulteriormente ripartirsi tra il Brenta Vecchio, verso la Laguna, e il Brenta verso Chioggia.

Come già ampiamente anticipato le considerazioni qui contenute devono essere prese con la massima cautela per via della combinazione delle incertezze legate alla tipologia delle misure che concorrono alla stima dei carichi e all'ipotesi di stazionarietà di questi nel periodo considerato.

5.2 Considerazioni sui tratti dei Fiumi Agno-Guà-Fratta-Gorzone

In **Figura 18** si riporta l'andamento dei carichi Σ PFAS, PFOA e PFOS (g/die) lungo il Fratta-Gorzone-Guà-Frassine.

Il carico veicolato dal Fratta a valle della diluizione operata dal L.E.B. (pari a circa 750-800 g/die di Σ PFAS, 150-250 g/die di PFOA e PFOS praticamente assente) è riconducibile in parte allo scarico A.Ri.C.A. (soprattutto per la Σ PFAS), in parte alla falda drenata direttamente e/o indirettamente dal reticolo idrografico a monte dello scarico. La valutazione dei carichi del collettore di **Tabella 10** appare inferiore a quanto atteso dal bilancio di massa molto probabilmente per una sottostima delle portate mediamente colettate.

Tra Cologna Veneta e Merlara non risultano marcate variazioni nei PFAS, salvo una discreta anomalia delle concentrazioni e dei relativi carichi Σ PFAS della stazione 170 di Bevilacqua. In questo tratto si assiste presumibilmente ad un contemporaneo apporto di PFAS da parte degli affluenti e dalle idrovore nella parte più settentrionale e a derivazioni, a scambi con la falda e contributi di impianti idrovori con concentrazioni minori di quelle presenti più a monte nel fiume.

Il carico veicolato dal Guà a Lonigo (pari a circa 700 g/die di Σ PFAS, 300-350 g/die di PFOA e PFOS quasi assente) è riconducibile alla falda drenata direttamente e/o indirettamente dal reticolo idrografico a monte di Lonigo, soprattutto dalle risorgive del Fiume Brendola.

Tra Lonigo e Zimella si assiste ad una certa riduzione dei carichi dei PFAS, mentre a valle di Zimella il carico resta per lo più costante sin quasi alla confluenza con il Gorzone pur in presenza di numerosi accertati scambi d'acqua (per derivazione, immissioni a gravità, impianti idrovori e scambi tra acque superficiali e sotterranee).

Il carico in uscita dal sistema Fratta-Frassine-Gorzone è ben rappresentato dai dati per la stazione del Gorzone a Stanghella (con circa 1700 g/die di Σ PFAS, 650-700 g/die di PFOA e PFOS assente).

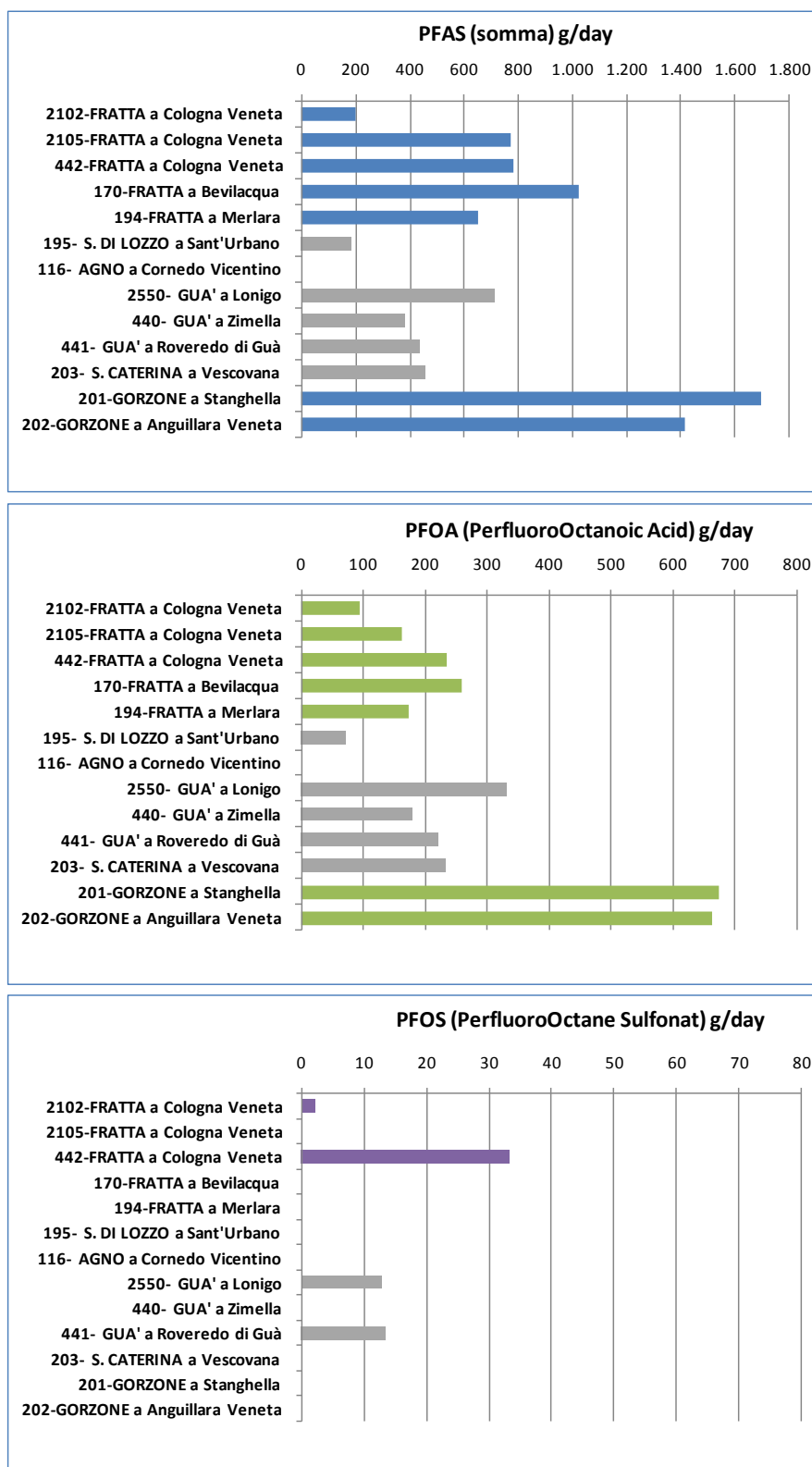


Figura 18- Rappresentazione dei carichi Σ PFAS, PFOA e PFOS (g/die) lungo l'asta dei fiumi Fratta-Gorzone. Gli apporti degli affluenti, tra cui il Guà-Frassine sono rappresentati in grigio.

5.3 Considerazioni sui carichi PFAS veicolati complessivamente dai corsi d'acqua

Oltre al contributo dei corsi d'acqua analizzati nei paragrafi precedenti (5.1 e 5.2) si ricorda anche il carico PFAS veicolato della intera rete di irrigazione-drenaggio. Questa risulta sommariamente localizzata tra il Fiume Bacchiglione e il Fiume Fratta Gorzone e comprende il Canale Bisatto ed il Canale Battaglia.

In **Tabella 11** si riporta la sintesi dei carichi stimati in entrata ed in uscita dai principali sistemi idrografici.

Per quanto riguarda l'asse Retrone-Bacchiglione, quest'ultimo chiuso a Montegalda, si osserva un sostanziale trasferimento completo dei carichi e l'assenza di sostanziali sottrazioni ad opera della derivazione del Bisatto.

Per quanto riguarda il sistema Agno-Guà-Fratta-Gorzone si assiste ad un modesto apporto del bacino intermedio (stimato in circa 150 g/die di PFOA), che rappresenta meno del 10% del carico calcolato per il Gorzone a Stanghella, quindi assai inferiore rispetto al contributo calcolato nella campagna dell'agosto 2013.

		Agosto 2013			Marzo 2014		
		PFAS (somma) g/die	PFOA (perfluoroOctanoic Acid) g/die	PFOS (perfluoroOctane Sulfonat) g/die	PFAS (somma) g/die	PFOA (perfluoroOctanoic Acid) g/die	PFOS (perfluoroOctane Sulfonat) g/die
In Entrata	RETRONE	550	250	20	750	350	50
In Uscita	BACCHIGLIONE a Montegalda	330	140	20	750	350	40
Differenza		- 220	-110	-	-	-	-10
In Entrata	FRATTA monte A.Ri.C.A.	40	20	-	200	100	-
In Entrata	Scarico A.Ri.C.A.	700	340	-	550	50	10
In Entrata	GUA' Lonigo,	40	18	-	700	350	13
In Uscita	GORZONE a Stanghella,	1800	710	0	1600	650	0
Differenza		+1020	+330	-	+150	+150	+20

Tabella 11 – Confronto tra i carichi veicolati dai corsi d'acqua: ordini di grandezza in g/die per PFOS, PFOA, ΣPFAS. Agosto 2013 e Marzo 2014

Rispetto all'agosto 2013 si riscontra nel marzo 2014 un carico assai maggiore della falda che alimenta il Retrone, il Rio Acquetta-Fratta e il Guà, soprattutto per via delle maggiori quote di falda (davvero straordinarie per il mese di marzo) e quindi delle maggiori portate drenate dal sistema idrografico.

Dalle misure effettuate nel Marzo 2014 non risulta possibile stimare, seppur sommariamente, le aliquote di PFAS veicolate in Adriatico dal Brenta a Brondolo e neppure quanto trasferito al Bacino Scolante il Laguna di Venezia attraverso il complesso sistema idrografico della zona compresa tra il Brenta Vecchio e Chioggia.

6. Considerazioni riepilogative e raffronti tra Agosto 2013 e Marzo 2014

Da quanto si osserva in **Tabella 1** e **Figura 2**, in riferimento alle misure effettuate nel Marzo 2014, non risultano essere stati rilevati PFAS nel Chiampo, nell'Agno Guà a monte di Arzignano, nel Poscola alla stazione n. 466, sull'Adige, sul Bacchiglione a Vicenza a monte del Retrone, sul Tesina poco a monte della confluenza in Bacchiglione, nei corsi d'acqua Ferrara e Lione (rispettivamente alle stazioni n. 462 e n. 464) e nel Brenta a Strà. La distribuzione delle concentrazioni dei singoli PFAS nelle 52 stazioni del Marzo 2014 (**Figura 3**) evidenzia che il PFOA è la sostanza tra i PFAS analizzati che presenta mediamente i maggiori valori di concentrazione.

Pur con le incertezze insite nelle misure e nei confronti operati, le distribuzioni delle concentrazioni di PFOS, PFOA e Σ PFAS nei corsi d'acqua monitorati nel Marzo 2014 appaiono significativamente coerenti tra loro e ben riferibili sia alle concentrazioni dello scarico A.Ri.C.A., sia soprattutto alle concentrazioni delle acque di falda, drenate dal Retrone a nord e più a sud dal Togna, dal Rio Acquetta, dal Guà e dal Brendola. Le maggiori concentrazioni di PFOS si osservano lungo il Retrone e seppur in misura minore, pure sul Poscola alla stazione 494 e sul Rio Acquetta. Anche le maggiori concentrazioni di PFOA sembrano riguardare maggiormente la falda drenata dal Retrone e la falda con scaturigini più a sud.

Di interesse risultano i valori di PFOA e Σ PFAS riscontrati nel Alonte, più elevati rispetto ad alcuni corpi idrici circostanti e paragonabili a quelli del Guà-Frassine.

La campagna dell'agosto 2013 e quella di marzo 2014 hanno in comune solo poco più di una decina di stazioni. In **Tabella 3** e in **Figura 7** si possono paragonare le concentrazioni rilevate nelle stazioni comuni alle due campagne relativamente ai parametri Σ PFAS, PFOS e PFOA lungo i principali corsi d'acqua con presenza di PFAS, osservando quanto segue:

- sul Retrone le concentrazioni sono solo di poco più elevate nell'agosto 2013 rispetto al marzo 2014;
- sul Fratta a monte dello scarico A.Ri.C.A. e sul Guà a Lonigo le concentrazioni risultano praticamente uguali nei due periodi;
- si assiste ad una consistente riduzione dei PFAS dallo scarico A.Ri.C.A.;
- risulta significativo l'abbattimento della concentrazione dei PFAS nell'agosto 2014 lungo il Guà-Frassine ad opera della diluizione dell'acqua del L.E.B..

La distribuzione dei carichi di Σ PFAS stimati lungo i corsi d'acqua monitorati nel Marzo 2014 appaiono significativamente coerenti tra loro. Anche in questa occasione i risultati di dette stime devono essere presi con una certa cautela per via della combinazione delle incertezze insite nelle diverse misure che concorrono al loro calcolo (misure di portata e misure di concentrazione) e per l'ipotesi di stazionarietà idrologica e di stazionarietà nelle derivazioni e negli scarichi, nel periodo considerato.

Di seguito si riepilogano le principali considerazioni sulle stime e sui calcoli operati in riferimento ai carichi del Marzo 2014:

- il carico veicolato dal Retrone (pari a circa 700-800 g/die di Σ PFAS, 350-450 g/die di PFOA e 50-100 g/die di PFOS) è riconducibile alla falda drenata direttamente e/o indirettamente dal reticolo idrografico. Detto carico si trasferisce praticamente senza sensibili riduzioni sino a monte di Padova. A valle del nodo idraulico di Padova (Ponte San Nicolò) il carico stimato per il Bacchiglione risulta alquanto ridotto rispetto a quello di monte (Saccolongo) e con una composizione dei PFAS diversa rispetto a monte: gran parte del carico del Bacchiglione sembra seguire le portate trasferite al Brenta dal nodo idraulico di Voltabarozzo e nel Brenta ulteriormente ripartirsi tra il Brenta Vecchio, verso la Laguna, e il Brenta verso Chioggia;
- il carico veicolato dal Fratta a valle della diluizione operata dal L.E.B. (pari a circa 750-800 g/die di Σ PFAS, 150-250 g/die di PFOA e PFOS praticamente assente) è riconducibile in parte allo scarico A.Ri.C.A. (soprattutto per la Σ PFAS), in parte alla falda drenata direttamente e/o indirettamente dal reticolo idrografico a monte dello scarico. Tra Cologna Veneta e Merlara non risultano marcate variazioni nei PFAS;
- il carico veicolato dal Guà a Lonigo (pari a circa 700 g/die di Σ PFAS, 300-350 g/die di PFOA e PFOS quasi assente) è riconducibile alla falda drenata direttamente e/o indirettamente dal reticolo idrografico a monte di Lonigo, soprattutto dalle risorgive del Fiume Brendola. Tra Lonigo e Zimella si assiste ad una certa riduzione dei carichi dei PFAS, mentre a valle di Zimella il carico resta per lo più costante sin quasi alla confluenza con il Gorzone pur in presenza di numerosi accertati scambi d'acqua (per derivazione, immissioni a gravità, impianti idrovori e scambi tra acque superficiali e sotterranee);
- il carico in uscita dal sistema Fratta-Frassine-Gorzone è ben rappresentato dai dati per la stazione del Gorzone a Stanghella (con circa 1600-1700 g/die di Σ PFAS, 650-700 g/die di PFOA e PFOS assente).

Per quanto riguarda il confronto tra i carichi stimati in entrata ed in uscita dal sistema idrografico considerato nella campagna dell'agosto 2013 e in quella di marzo 2014 (**Tabella 11**), si osserva nella campagna di marzo 2014 un contributo complessivamente trascurabile del bacino tra Cologna Veneta, Lonigo e Stanghella (particolarmente rilevante invece nell'agosto 2013) e l'assenza di sostanziali sottrazioni ad opera della derivazione del Bisatto (per via del periodo tipicamente non irriguo). Rispetto all'agosto 2013 si riscontra un carico assai maggiore della falda che alimenta il Retrone, il Rio Acquetta-Fratta e il Guà, soprattutto per via delle maggiori quote di falda (davvero eccezionali per il mese di marzo) e quindi delle maggiori portate drenate dal sistema idrografico.

7. Allegato

COD. STAZ	COMUNE	PROV	LOCALITA'	BACINO IDROGRAFICO	FIUME
95	VICENZA	VI	VIALE DIAZ	BACCHIGLIONE	BACCHIGLIONE
98	VICENZA	VI	PONTE VIA MAGANZA	BACCHIGLIONE	RETRONE
99	ARZIGNANO	VI	PONTE DI TEZZE	FRATTA GORZONE	GUA'
102	LONGARE	VI	VIA MUNICIPIO	BACCHIGLIONE	BACCHIGLIONE
104	LONIGO	VI	LE CASETTE	FRATTA GORZONE	RIO ACQUETTA
113	SACCOLONGO	PD	CHIESA NUOVA	BACCHIGLIONE	BACCHIGLIONE
116	CORNEDO VICENTINO	VI	PONTE STRADA PER PIANA	FRATTA GORZONE	AGNO
118	NOVENTA PADOVANA	PD	PONTE PER STRA	BRENTA	BRENTA
162	LONIGO	VI	SS 500	FRATTA GORZONE	BRENDOLA
165	ZIMELLA	VR	S. STEFANO	FRATTA GORZONE	TOGNA
170	BEVILACQUA	VR	PONTE S.S.10	FRATTA GORZONE	FRATTA
172	ESTE	PD	SOSTEGNO	FRATTA GORZONE	S. DI LOZZO
174	PONTE SAN NICOLÒ	PD	VIA MASCAGNI	BACCHIGLIONE	BACCHIGLIONE
175	BOVOLENTA	PD	PONTE	BACCHIGLIONE	CAGNOLA
181	CORREZZOLA	PD	BRENTA DELL'ABBA	BACCHIGLIONE	BACCHIGLIONE
194	MERLARA	PD	PONTE PER TERRAZZO	FRATTA GORZONE	FRATTA
195	SANT'URBANO	PD	A NORD DI PONTE ZANE	FRATTA GORZONE	S. DI LOZZO - C. MASINA
196	SANT'URBANO	PD	PONTE ZANE	FRATTA GORZONE	GORZONE
197	PIACENZA D'ADIGE	PD	PRESA ACQUEDOTTO	ADIGE	ADIGE
201	STANGHELLA	PD	VIA GORZONE SINISTRO INFERIORE	FRATTA GORZONE	GORZONE
202	ANGUILLARA VENETA	PD	PONTE A TAGLIO	FRATTA GORZONE	GORZONE
203	VESCOVANA	PD	PONTE A VESCOVANA	FRATTA GORZONE	S. CATERINA
212	CHIOGGIA	VE	PONTE S.S. 309	BRENTA	BRENTA
325	CINTO EUGANEO	PD	BOMBA	BACCHIGLIONE	BISATTO
326	PADOVA	PD	VOLTABRUSEGANA	BACCHIGLIONE	BACCHIGLIONE
436	CHIOGGIA	VE	CA' PASQUA	BRENTA	BRENTA
437	CAVARZERE	VE	ROTTANOVA	FRATTA GORZONE	GORZONE
440	ZIMELLA	VR	ZIMELLA	FRATTA GORZONE	GUA'
441	ROVEREDO DI GUÀ	VR	PONTE	FRATTA GORZONE	GUA'
442	COLOGNA VENETA	VR	VIA PREDICALE	FRATTA GORZONE	FRATTA
445	SAN BONIFACIO	VR	RITONDA	ADIGE	CHIAMPO
462	ARCUGNANO	VI	A MONTE CONFLUENZA CON CANALE DEBBA	BACCHIGLIONE	FERRARA
464	S. GERMANO DEI BERICI	VI	VILLA DEL FERRO	BACCHIGLIONE	LIONA
466	MONTE DI MALO	VI	PRIABONA	FRATTA GORZONE	POSCOLA
475	POIANA MAGGIORE	VI	CAGNANO	FRATTA GORZONE	ALONTE
486	PERNUMIA	PD	ACQUANERA	B.S. LAGUNA DI VE	CANALETTA
487	TRIBANO	PD	PONTE ZATA	B.S. LAGUNA DI VE	FOSSA MONSELESANA
494	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	PONTE VIA PINETA	FRATTA GORZONE	POSCOLA
497	SOVIZZO	VI	VIGO	BACCHIGLIONE	ONTE
1004	CREAZZO	VI	PONTE PEDONALE	BACCHIGLIONE	RETRONE
1022	BRENDOLA	VI	VIA MADONNA DEI PRATI	FRATTA GORZONE	BRENDOLA
1024	VICENZA	VI	PONTE VIALE DELLO STADIO	BACCHIGLIONE	BACCHIGLIONE
1099	BATTAGLIA TERME	PD	P.TE PEDONALE CENTRO BATTAGLIA TERME	BACCHIGLIONE	BATTAGLIA
1103	BATTAGLIA TERME	PD	RIVELLA	BACCHIGLIONE	BISATTO
1115	BELFIORE	VR	LUTALDO	FRATTA GORZONE	L.E.B.
1123	NANTO	VI	PONTE VIA ROMA	BACCHIGLIONE	BISATTO
2102	COLOGNA VENETA	VR	PONTE VIA SULE, 350 M A MONTE SBOCCO CANALE LEB	FRATTA GORZONE	FRATTA
2105	COLOGNA VENETA	VR	200 M A VALLE SCARICO ARICA	FRATTA GORZONE	FRATTA
2550	LONIGO	VI	PONTE DI VIA GIULIO PONTEDERA	FRATTA GORZONE	GUA'
2551	LONGARE	VI	CIRCA 150 M A MONTE CONFLUENZA BACCHIGLIONE	BACCHIGLIONE	TESINA
3202	COLOGNA VENETA	VR	IL PALU'	FRATTA GORZONE	ZERPARO
3204	TERRAZZO	VR	TERRAZZO	FRATTA GORZONE	TERRAZZO

**ARPAV**

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale

Via Matteotti, 27

35137 Padova

Tel. +39 049 823 9301

Fax. +39 049 660 966

e-mail: urp@arpa.veneto.it

PEC: urp@pec.arpav.it

www.arpa.veneto.it