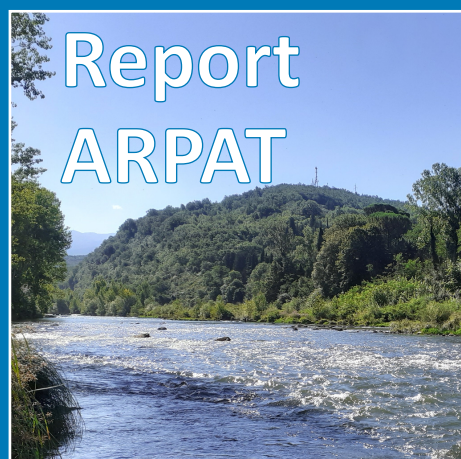


Analisi dei dati del
monitoraggio 2024
Acque superficiali
nel territorio del
Dipartimento
ARPAT di Firenze:
Arno, Sieve
e affluenti



Analisi dei dati del
monitoraggio 2024
Acque superficiali
nel territorio del
Dipartimento
ARPAT di Firenze:
Arno, Sieve
e affluenti

Firenze, 2026

Analisi dei dati del monitoraggio 2024 – Acque superficiali nel territorio del Dipartimento ARPAT di Firenze: Arno, Sieve e affluenti

A cura di Silvia Berrettini, Saverio Paoletti -ARPAT

Copertina e editing: ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione

ARPAT 2026



SINTESI

Premessa

La relazione presenta i risultati del monitoraggio delle acque superficiali effettuato nell'anno 2024 relative ai bacini idrografici dei Fiumi Arno e Sieve, al fine di valutare la qualità ecologica e chimica delle acque ed evidenziare le criticità connesse alle sostanze chimiche ricercate e individuarne le relative cause.

Il rapporto costituisce un approfondimento a scala geografica limitata dei dati già trattati nel report generale *"Monitoraggio ambientale corpi idrici superficiali: fiumi, laghi, acque di transizione Triennio 2022-2024"* pubblicato da ARPAT nel 2025, a cui si fa riferimento direttamente per la classificazione dei corsi d'acqua. Il lavoro è stato sviluppato in primo luogo per guidare le attività del Dipartimento di Firenze nell'individuazione delle cause specifiche delle criticità dei corpi idrici di competenza del dipartimento.

Nel 2024 sono state monitorate n.19 stazioni, di cui n.3 sull'asta principale del Fiume Arno, n. 6 su relativi affluenti, n.1 sul Fiume Sieve e n.3 sui suoi affluenti. Sono stati inoltre monitorati n.6 laghi (par.1).

Classificazione dello Stato Ambientale

Per la classificazione dello stato ambientale dei corsi d'acqua è stato fatto riferimento al documento redatto dal Settore Indirizzo tecnico delle attività (SITA) *"Monitoraggio ambientale corpi idrici superficiali: fiumi, laghi, acque di transizione Triennio 2022-2024"* pubblicato da ARPAT nel 2025.

Stato Ecologico (par.2.1):

Relativamente al triennio 2022-2024:

- La maggior parte dei corsi d'acqua risulta "sufficiente" o "buono".
- Nessun corso d'acqua è in "stato elevato".
- Si sono manifestati i seguenti peggioramenti rispetto al triennio precedente:
 - Torrente Pesa monte (da buono a sufficiente)
 - Torrente Marina valle (da buono a sufficiente)

Stato Chimico (par.2.2):

Relativamente al triennio 2022-2024, tutte le stazioni risultano in Stato Chimico "Buono", ad eccezione di:

- Fiume Arno loc. Camaioni (MAS-108) → Stato Chimico "Non Buono" per presenza di PFOS
- Torrente Chiesimone (MAS-2024) → Stato Chimico "Non Buono" per presenza di PFOS

Elaborazione dei dati chimici di monitoraggio

Vengono discussi i risultati dell'elaborazione dei principali dati chimici dei monitoraggi 2024. In particolare, si segnala che emergono situazioni oggetto di interesse per i nutrienti, PFAS e fitofarmaci, come di seguito riepilogato.

[Nutrienti \(par.3.1\)](#)

L'elaborazione dei dati dei nutrienti, che sono all'origine di fenomeni di eutrofizzazione e deteriorano la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici, ha portato in luce alcune criticità in corrispondenza del Fiume Pesa valle (MAS-517), Fiume Sieve valle (MAS-121),

Fiume Pesa valle (MAS-517)

I valori di azoto totale soggetti a oscillazioni stagionali, unitamente alla modesta correlazione dell'azoto totale con il fosforo totale, porterebbero ad escludere un'origine dei composti azotati prevalentemente legata alla presenza di scarichi. A conferma di ciò, è stato verificato che nel Fiume Pesa confluiscono scarichi, ma la maggior parte dei quali depurati, mentre quelli non depurati recapitano in fossi campestri solo successivamente confluenti nel corso d'acqua principale.

Probabilmente la sorgente dei composti azotati, stante l'elevata correlazione tra le concentrazioni di azoto totale e precipitazioni, potrebbe essere principalmente legata al dilavamento di suoli agricoli, che trovano ampio sviluppo in adiacenza del corso d'acqua.

Fiume Sieve valle (MAS-121)

I valori di azoto totale relativamente costanti durante l'anno, la discreta correlazione tra azoto totale e fosforo, e la modesta correlazione tra azoto e precipitazioni, presuppongono un'origine dei composti azotati prevalentemente da scarichi civili. Nel corso d'acqua, infatti, recapitano un numero significativo di scarichi non depurati, in particolar modo in corrispondenza delle frazioni di Rufina-Montebonello e Contea-Londa.

Tuttavia, l'occorrenza di un picco di fitofarmaci in concomitanza con elevate concentrazioni di azoto in occasione di elevate di precipitazioni, porta a non escludere che parte dell'origine dell'azoto totale sia legata al dilavamento di suoli agricoli con presenza di fertilizzanti agricoli azotati.

[Sostanze Perfluoroalchiliche \(PFAS\) \(par.4.1\)](#)

L'elaborazione dei dati dei PFAS ha portato in luce alcune criticità in corrispondenza del Fiume Arno loc. Camaioni (MAS-108), Torrente Chiesimone (MAS-2024).

Fiume Arno loc. Camaioni (MAS-108) (par.4.1.1)

Le concentrazioni superiori alle SQA Ma (Standard Qualità Ambientale Media Annuale) nella stazione sull'Arno MAS-108 in loc. Camaioni sono una realtà ormai da almeno il 2018; gli andamenti risultano altalenanti, ma con una predominanza di valori distribuiti sopra il valore soglia.

Attraverso analisi statistiche e campionamenti "ad hoc" è stato verificato che due diverse sorgenti concorrono ad apportare un contributo significativo ai valori di PFAS in Arno loc. Camaioni, ovvero:

- gli scarichi del tessuto industriale pratese, recapitati attraverso il Fiume Ombrone, che confluisce in Arno poco a monte della stazione di campionamento MAS-108;
- lo scarico del depuratore di San Colombano, anch'esso ubicato poco a monte della stazione di campionamento MAS-108.

[Torrente Chiesimone \(MAS-2024\) \(par.4.1.2\)](#)

Nel 2024 sono stati verificati superamenti della SQA-Ma di PFOS nel Torrente Chiesimone. La serie storica non risulta particolarmente nutrita, in quanto sono disponibili solo i monitoraggi degli anni 2021 e 2024 per questo parametro: nel 2021 risulta qualche superamento sporadico, mentre nel 2024 il superamento risulta quasi costante.

Considerato che circa 700 m a monte del punto di campionamento del corpo idrico è presente lo scarico industriale in acque superficiali di uno stabilimento farmaceutico, è stato effettuato un campionamento delle acque di scarico. Tuttavia, i primi risultati analitici sembrano escludere, al momento, tale scarico come sorgente primaria della contaminazione da PFOS delle acque del torrente.

È stata invece rilevata una correlazione dei PFAS con i composti azotati, che potrebbe suggerire un'origine degli stessi legata a sostanze impiegate in agricoltura. L'individuazione delle cause dei PFAS nel Torrente Chiesimone sarà oggetto di uno specifico monitoraggio di indagine nel 2026.

[Fitofarmaci \(par.4.2\)](#)

[Lago Fabbrica \(par.4.2.2\)](#)

Il lago Fabbrica, ubicato nel Comune di San Casciano Val di Pesa, ha presentato superamenti di SQA nel 2024 di Dimetomorf e Chlorantraniliprole: le variazioni storiche delle concentrazioni di Dimetomorf, mostrano che la problematica non è nuova, ma sebbene andamenti altalenanti, più volte si sono verificati superamenti del valore SQA-Ma dal 2012 ad oggi. Il lago è circondato per la maggior parte da boschi di latifoglie; tuttavia, non mancano estese superfici di seminativi nella zona nord- nordovest e vigneti nella zona sudest. Si ritiene che la sorgente di questi composti possa essere individuata nell'utilizzo di fitofarmaci in queste ultime superfici adiacenti al lago.

Considerato che il Lago Fabbrica rappresenta un "POT" ovvero un punto di prelievo per la potabilizzazione delle acque, e pertanto soggetto ad area di salvaguardia, è stato verificato che il vigneto posto a sudest, così come parte delle aree agricole adiacenti, rientrano all'interno della recente perimetrazione dell'area di salvaguardia di cui alla DGRT 38/2026.

Pertanto, il Dipartimento di Firenze, si attiverà con controlli mirati per chiarire la provenienza dei fitofarmaci e individuare eventuali illeciti utilizzi delle sostanze citate nelle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile stabilite da AIT in applicazione Regolamento 30 luglio 2018, n. 43/R.

[Metalli \(par.4.3\)](#)

Gli esiti del monitoraggio 2024 in merito ai metalli hanno portato in luce pochi superamenti del valore soglia SQA Ma, di cui per la maggior parte trattasi di eventi sporadici ed isolati; solo il Fiume Arno loc. Matassino (MAS-106) presenta una serie storica con superamenti ricorrenti di Piombo e Nichel negli ultimi 15 anni.

[Altri composti](#)

Nel corso del monitoraggio 2024 sono stati ricercati e analizzati numerosi altri parametri, tra cui composti organici alifatici e aromatici (par.4.4), microinquinanti organici (par.4.5), che non hanno presentato criticità.

Conclusioni

Il Dipartimento di Firenze sta predisponendo per l'anno 2026 una serie di monitoraggi di indagine per approfondire l'origine delle criticità emerse, in particolare relative ai nutrienti sul Fiume Pesa e Fiume Sieve e per i PFAS sul Torrente Chiesimone, oltre a controlli specifici per verificare il rispetto del regolare utilizzo dei fitofarmaci presso l'area di salvaguardia del Lago Fabbrica.

PREMESSA	8
1. LA RETE DI MONITORAGGIO.....	9
2 LA CLASSIFICAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE	11
2.1. Stato Ecologico	11
2.2 Stato Chimico	17
3 ELABORAZIONE DEI DATI CHIMICI DI MONITORAGGIO	19
3.1 Nutrienti.....	19
4 SUPERAMENTI.....	35
4.1 Sostanze perfluoroalchiliche (PFAS).....	36
4.1.1 PFAS in ARNO loc. Camaioni.....	38
4.1.2 Superamenti di PFOS su Chiesimone	48
4.2 Antiparassitari e fitofarmaci.....	52
4.2.1 AMPA	54
4.2.2 Lago Fabbrica.....	58
4.2.3 Torrente Chiesimone	61
4.3 Metalli.....	61
4.4 Composti organici alifatici e aromatici	64
4.5 Microinquinanti organici	64
5 CONCLUSIONI	66

PREMESSA

La presente relazione prende in esame i dati del monitoraggio relativi all'anno 2024 dei corpi idrici superficiali afferenti ai bacini idrografici dei fiumi Arno e Sieve.

La programmazione delle attività e il set di parametri da ricercare sulle stazioni di monitoraggio seguono i criteri dettati dalla Direttiva europea 2000/60/CE (WFD), dal Decreto di recepimento, il D.Lgs. 152/06 e successivi Decreti nazionali e Delibere regionali di attuazione, e tengono conto delle linee guida del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, SNPA.

Il monitoraggio dei punti MAS (**M**onitoraggio **A**cque **S**uperficiali) è realizzato sulla base dei criteri contenuti nella Delibera di Giunta della Regione Toscana DGRT 847/13.

La programmazione delle attività di monitoraggio, in accordo con la Regione Toscana, viene svolta in un triennio, di fatto tenendo sotto osservazione il territorio regionale per due volte nell'ambito del sessennio individuato dalla Direttiva europea sulle acque 2000/60/UE.

Nell'ambito del triennio, sulla base delle pressioni esistenti e della qualità ambientale dedotta dagli anni precedenti, vengono individuati le stazioni da sottoporre a monitoraggio operativo o di sorveglianza:

- il monitoraggio operativo viene effettuato annualmente sui corpi idrici a rischio, analizzando i soli parametri critici, ovvero quelli che hanno determinato lo scadimento a non buono dello stato chimico;
- il monitoraggio di sorveglianza viene fatto solo una volta nel triennio sui corpi idrici non a rischio analizzando tutti i parametri di tab. 1A e tab. 1B del D.Lgs 152/06, Allegato 1 parte III, ad eccezione di quei parametri risultati sempre assenti o comunque inferiori al limite di quantificazione richiesto, e per i quali è ritenuta sufficiente un'unica verifica sessennale.

Ogni punto di campionamento ha uno specifico profilo analitico, che deriva dalla tipologia delle pressioni presenti sul corpo idrico e dalle analisi effettuate nel decennio precedente da ARPAT.

I criteri per l'elaborazione dei dati processati nell'anno/triennio sono quelli previsti nel D.Lgs.152/06 integrato dalla quota ancora valida del DM 260/2010 ("Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152") e dagli aggiornamenti apportati dal D.Lgs. 172/2015.

1. LA RETE DI MONITORAGGIO

La rete di monitoraggio dei corpi idrici superficiali afferenti ai bacini idrografici dei fiumi Arno e Sieve per l'anno 2024 è costituita da n.19 stazioni di monitoraggio, di cui n.3 sull'asta principale del Fiume Arno, n. 6 su relativi affluenti e n.1 sul Fiume Sieve e n.3 sui suoi affluenti. Sono stati inoltre considerati n.6 laghi (Figura1, Tabella1).

Tipo	Stazione Id	Corpo Idrico Nome	Bacino
RW	MAS-106	FIUME ARNO VALDARNO SUPERIORE	ARNO
RW	MAS-503	FIUME ARNO FIORENTINO MONTE	
RW	MAS-108	FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	
RW	MAS-131	TORRENTE PESA MONTE	
RW	MAS-2024	TORRENTE CHIESIMONE	
RW	MAS-517	TORRENTE PESA VALLE	
RW	MAS-541	FOSSO REALE (2)-TORRENTE RIMAGGIO (2)	
RW	MAS-922	TORRENTE RESCO	
RW	MAS-979	TORRENTE MARNIA	
RW	MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	SIEVE
RW	MAS-854	TORRENTE BOTENA	
RW	MAS-902	FOSSO DEL CARLONE	
RW	MAS-903	FOSSO DEL RISAIO	
LW	MAS-602	BARBERINO VE - DIGA MIGLIORINI	
LW	MAS-605	LAGO ISOLA	
LW	MAS-606	INVASO DELLA CALVANELLA	
LW	MAS-607	LAGO MIGNETO	
LW	MAS-608	LAGO FABBRICA 1	

TABELLA 1- RETE DI MONITORAGGIO

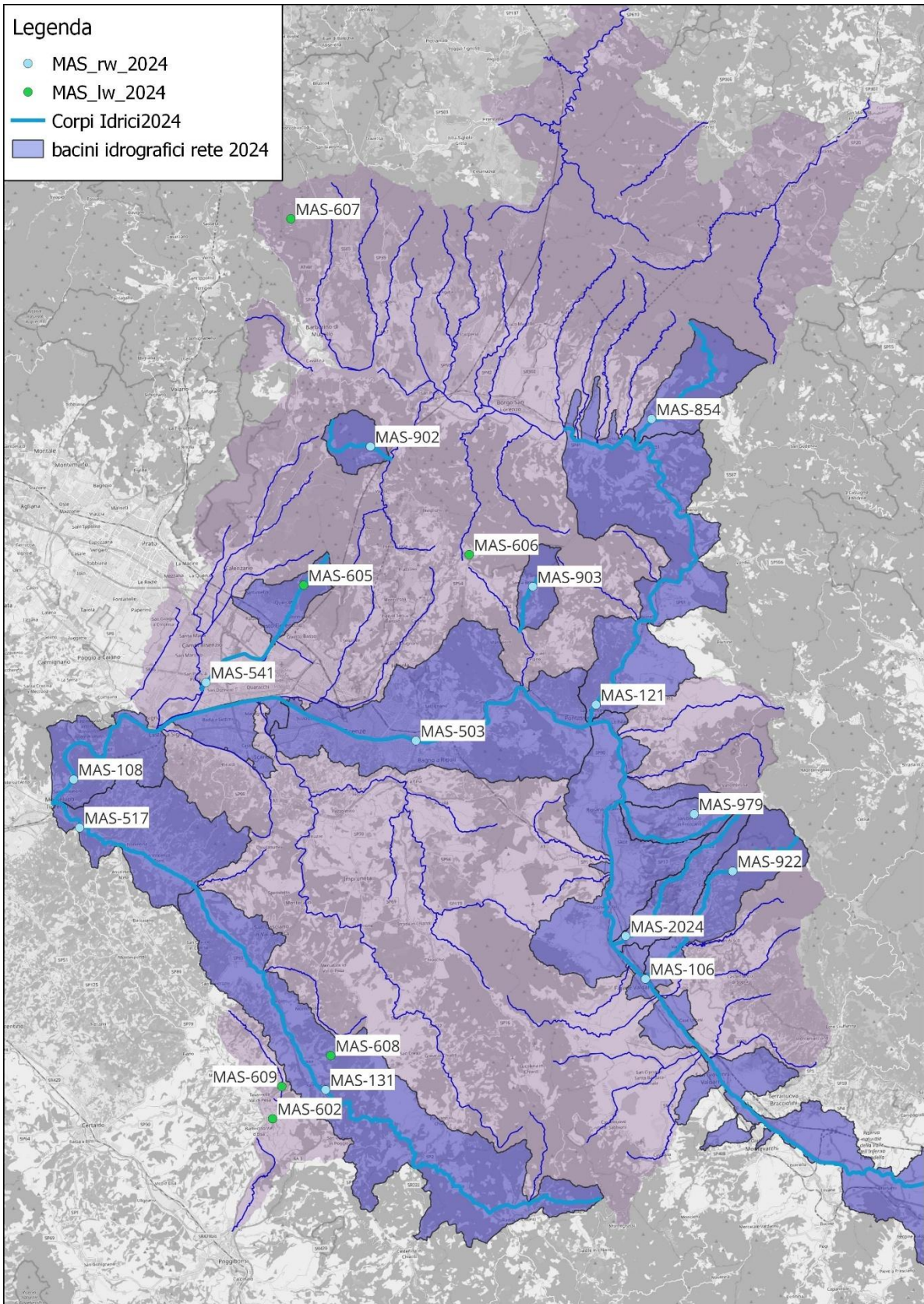


FIGURA 1- MAPPA DELLA RETE DI MONITORAGGIO

2 LA CLASSIFICAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

La Direttiva 2000/60/CE (“Direttiva Acque”), recepita con il Decreto Legislativo 152/2006 e s.m.i., individuava come obiettivi di qualità per i corpi idrici superficiali il raggiungimento dello Stato Ecologico e Chimico “Buono” al dicembre 2015, concedendo la possibilità, per giustificate motivazioni, di una proroga temporale (attualmente al 2027) al raggiungimento e/o la deroga allo stato di qualità (art. 4 comma 4 e 5 della Direttiva).

Per obiettivi di qualità ambientale si intende sia la capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e diversificate, sia di qualità per specifica destinazione per individuare lo stato dei corpi idrici idoneo ad una particolare utilizzazione da parte dell’uomo, alla vita dei pesci e dei molluschi.

La classificazione dello stato ambientale dei corsi d’acqua è stata ripresa dal documento redatto dal Settore Indirizzo tecnico delle attività (SITA) “*Monitoraggio ambientale corpi idrici superficiali: fiumi, laghi, acque di transizione Triennio 2022-2024*” pubblicato da ARPAT nel 2025.

2.1. Stato Ecologico

Lo **Stato Ecologico** di un corpo idrico è determinato dai risultati ottenuti dai seguenti elementi di qualità rilevati nel triennio/sessennio di riferimento:

1. Elementi di Qualità Biologica (EQB): Macrobenthos, Diatomee, Macrofite e Fauna Ittica;
2. Elementi fisico-chimici, a sostegno degli elementi biologici: ossigeno disciolto, nutrienti a base di azoto (azoto nitrico e ammoniacale) e fosforo, che compongono il livello di inquinamento da macrodescrittori (LIMeco);
3. Elementi chimici: inquinanti specifici a sostegno degli elementi biologici (di cui alla Tab. 1/B del D.Lgs 172/2015).
4. Elementi idromorfologici, a sostegno degli elementi biologici (Indice di Qualità Morfologica, IQM)

Per i Macroinvertebrati, le Diatomee, le Macrofite e la Fauna Ittica, la classificazione si effettua sulla base del valore di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Si tratta del rapporto tra il valore dell’indice biologico osservato e il valore dello stesso indice corrispondente alle condizioni di riferimento, ovvero le condizioni che si ritrovano nei corpi idrici di quel “tipo” considerati inalterati.

Per gli EQB e il LIMeco (Figura 2) la qualità, espressa in cinque classi, può variare da “Elevato” (valori prossimi a 1) a “Cattivo” (valori vicini a 0), mentre per le sostanze della Tab 1/B del D.M. 260/10 lo stato di qualità può risultare “Sufficiente” (una o più sostanze oltre i limiti definiti), “Buono” (una o più sostanze presenti, ma in concentrazione entro i limiti) e “Elevato” (tutte le sostanze in concentrazione minore della soglia di quantificazione).

Elementi di qualità	Stato Ecologico				
	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Macroinvertebrati	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Macrofite	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Diatomee	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Fauna ittica	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
LIMeco	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Tab 1/B	Elevato	Buono	Sufficiente	–	–

FIGURA 2 – CLASSI DI QUALITÀ PER GLI ELEMENTI DI QUALITÀ CHE DETERMINANO LO STATO ECOLOGICO

Lo Stato Ecologico di un corpo idrico è determinato dal peggiore dei risultati ottenuti fra gli elementi di qualità di cui alla Tab. 3 rilevati entro un triennio. Alle sostanze presenti nella Tab 1/B appartengono anche alcuni diffusi pesticidi, come il glifosate, o suoi derivati, quali l'AMPA.

La frequenza con cui sono programmati i campionamenti di macroinvertebrati, macrofite e diatomee è distribuita su tre anni, per cui ogni anno, dal punto di vista biologico, viene controllato circa un terzo del totale punti di monitoraggio.

Lo stato ecologico non è calcolabile laddove non sia possibile campionare gli elementi di qualità biologica; tale assenza ha varie motivazioni, che possono sintetizzarsi nella difficoltà di accedere e campionare in alveo in sicurezza per gli operatori o in situazioni di secca o in morbida spinta a causa di alluvioni.

Di seguito si riporta un raffronto dello Stato Ecologico (Tabella 2) dei corsi d'acqua nei due trienni (estratti da "Monitoraggio ambientale dei corpi idrici superficiale: fiumi, laghi, acque di transizione Triennio 2019-2021, ARPAT 2022 e Triennio 2022-2024, ARPAT 2025):

CORSO D'ACQUA	STAZIONE CAMPIONAMENTO	STATO ECOLOGICO Triennio 2019-2021	STATO ECOLOGICO Triennio 2022-2024
ARNO FIORENTINO	MAS-503	Scarso	Scarso
ARNO VALDARNO SUPERIORE	MAS-106	Scarso	Scarso
ARNO VALDARNO INFERIORE	MAS-108	Scarso	Scarso
BISENZIO VALLE	MAS-126	Scarso	Scarso
FOSSO REALE (2)	MAS-541	Scarso	Scarso
MARINA VALLE	MAS-535	Buono	Sufficiente
BOTENA	MAS-854	Buono	Buono
CARZA	MAS-943	Sufficiente	Sufficiente
ELSA (2)	MAS-504	Scarso	Buono
STURA	MAS-118	Buono	Buono
FISTONA	MAS-916	Sufficiente	Sufficiente
SIEVE MONTE BILANCINO	MAS-119	Buono	Buono
SIEVE MEDIO	MAS-120	Buono	Buono
SIEVE VALLE	MAS-121	Scarso	Sufficiente
LEVISONE	MAS-505	Sufficiente	Sufficiente
GREVE MONTE	MAS-536	Sufficiente	Sufficiente
GREVE VALLE	MAS-123	Scarso	Scarso
PESA MONTE	MAS-131	Buono	Sufficiente
PESA VALLE	MAS-517	Sufficiente	Sufficiente

TABELLA 2 – STATO ECOLOGICO

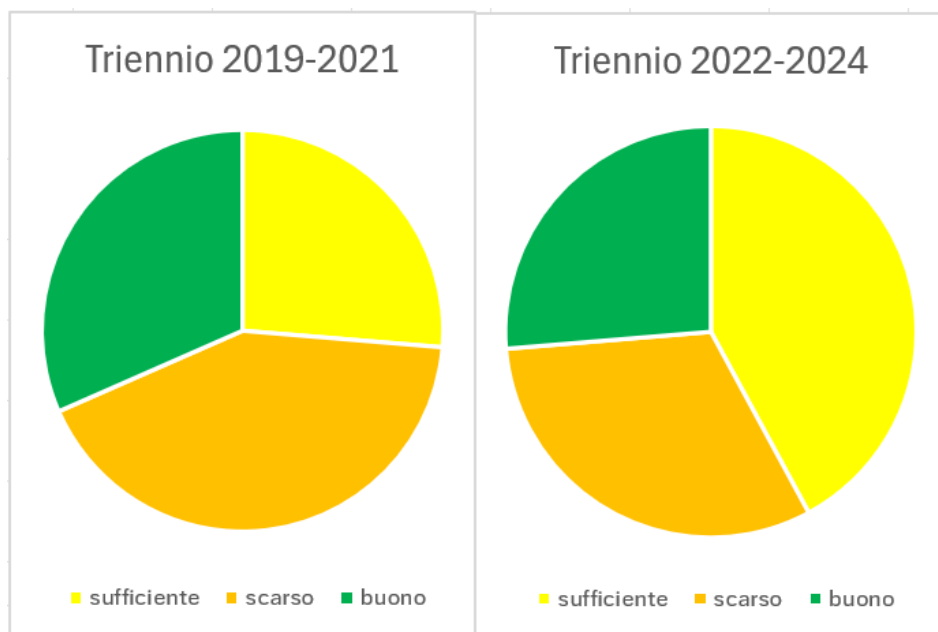


FIGURA 3 – STATO ECOLOGICO NEL TRIENNIO 2019-2021 E 2022-2024

Nel triennio 2022-2024 si evidenzia, rispetto al triennio precedente, uno scadimento nel Marina valle passato da buono a sufficiente (indici determinanti macroinvertebrati e macrofite) e nel Pesa monte anch'esso passato da buono a sufficiente (indice determinante i macroinvertebrati). Nessun punto risulta in qualità elevata. Si rileva un miglioramento per Elsa (2) e per Sieve valle. La maggior parte dei corsi d'acqua si trova in stato sufficiente.

L'indice LIMeco (stato trofico) deriva dalla intersezione in una formula descritta nel DM 260/2010 dei parametri: ossigeno in saturazione, fosforo totale, azoto ammoniacale e azoto nitrico (**Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.**).

	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Parametro					
100-O ₂ % sat.	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N- NH ₄ mg/L	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO ₃ mg/L	< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale mg/L	< 0,05	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	> 0,4
Punteggio	1	0,5	0,25	0,125	0
Tab. 4.1.2/a D.M. 260/2010 Soglie per LIMeco					

FIGURA 4: VALORI DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO DEL LIMECO DEL DM 260/2010

Di seguito si riporta l'indice **LIMEco** dei corsi d'acqua per il triennio 2022-2024.

CORSO D'ACQUA	STAZIONE	TAB. 1/B
TORRENTE RESCO	MAS-922	Elevato
FIUME SIEVE VALLE	MAS-121	Buono
FIUME ARNO VALDARNO SUPERIORE	MAS-106	Sufficiente
FIUME ARNO FIORENTINO MONTE	MAS-503	Buono
FOSSO REALE (2) – TORRENTE RIMAGGIO (2)	MAS-541	Buono
TORRENTE PESA MONTE	MAS-131	Buono
TORRENTE BOTENA	MAS-854	Elevato
TORRENTE PESA VALLE	MAS-517	Buono
FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	MAS-108	SC
TORRENTE CHIESIMONE	MAS-2024	Buono

TABELLA 3 - LIMECO

In questo caso la maggior parte dei corsi d'acqua si trovano in stato trofico elevato e buono, mentre le maggiori criticità si riscontrano sul Fiume Arno nel tratto a valle di Firenze.

Per quanto riguarda le sostanze pericolose di cui alla **Tabella 1/B** del D. Lgs.152/2006, la classificazione è definita calcolando il valore medio per ciascun parametro analizzato in ciascun anno di monitoraggio e utilizzando lo stato peggiore ottenuto nel periodo di riferimento (triennio 2022-2024, o sessennio). Nel caso di più stazioni di monitoraggio individuate sul medesimo corpo idrico, si considera lo stato peggiore tra quelli attribuiti alle singole stazioni.

La concentrazione media dei parametri elencati in Tabella 1/B del D.Lgs 152/06 è confrontata con i limiti della stessa norma, e i risultati conferiscono tre livelli di qualità; questo indicatore contribuisce quindi allo stato ecologico solo per le classi elevata, buona e sufficiente.

Si evidenzia per il triennio 2022-2024 uno stato tendenzialmente buono. Fanno eccezione il fiume Arno fiorentino monte (Anconella) che mostra uno stato sufficiente per la presenza di Ampa, ed il lago Fabbrica 1 per la presenza del fungicida Dimetomorf (Tabella 4).

CORSO D'ACQUA	STAZIONE	TAB. 1/B	Parametri critici Tab. 1/B
TORRENTE BOTENA	MAS-854	Elevato	
TORRENTE PESA MONTE	MAS-131	Buono	
TORRENTE PESA VALLE	MAS-517	Buono	
FOSSO REALE (2) - TORRENTE RIMAGGIO (2)	MAS-541	Buono	
TORRENTE CHIESIMONE	MAS-2024	Buono	
TORRENTE RESCO	MAS-922	Buono	
FIUME SIEVE VALLE	MAS-121	Buono	
FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	MAS-108	Buono	
FIUME ARNO FIORENTINO MONTE	MAS-503	Sufficiente	Ampa
FIUME ARNO VALDARNO SUPERIORE	MAS-106	Buono	
LAGO ISOLA	MAS-605	Buono	
INVASO DELLA CALVANELLA	MAS-606	Buono	
LAGO MIGNETO	MAS-607	Buono	
LAGO FABBRICA 1	MAS-608	Sufficiente	Dimetomorf
LAGO CHIOSTRINI	MAS-609	Buono	

TABELLA 4

2.2 Stato Chimico

Lo Stato Chimico viene determinato sulla matrice acqua separatamente dalla matrice biota. Per definire uno stato chimico “non buono” è sufficiente che un solo parametro riporti una Concentrazione Media Annuale maggiore dello standard di qualità riportato in Tabella 1A del D.Lgs 172/2015, oppure che in un singolo campione sia superata la CMA, ovvero la Concentrazione Massima Ammissibile.

Di seguito i risultati del monitoraggio del triennio 2022-2024 (da *Monitoraggio ambientale dei corpi idrici superficiali: fiumi, laghi, acque di transizione Triennio 2022-2024*, ARPAT 2025) (Tabella 5).

CORSO D'ACQUA	STAZIONE	STATO CHIMICO TRIENNIO 2022-2024
TORRENTE RESCO	MAS-922	Buono
FIUME SIEVE VALLE	MAS-121	Buono
FIUME ARNO VALDARNO SUPERIORE	MAS-106	Buono
FIUME ARNO FIORENTINO MONTE	MAS-503	Buono
FOSSO REALE (2) – TORRENTE RIMAGGIO (2)	MAS-541	Buono
TORRENTE PESA MONTE	MAS-131	Buono
TORRENTE BOTENA	MAS-854	Buono
TORRENTE PESA VALLE	MAS-517	Buono
LAGO ISOLA	MAS-605	Buono
INVASO DELLA CALVANELLA	MAS-606	Buono
LAGO MIGNETO	MAS-607	Buono
LAGO FABBRICA 1	MAS-608	Buono
LAGO CHIOSTRINI	MAS-609	Buono
FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	MAS-108	Non buono (PFOS)
TORRENTE CHIESIMONE	MAS-2024	Non buono (PFOS)

TABELLA 5

Si rilevano due stazioni di campionamento caratterizzate da uno stato chimico non buono, rappresentato dall’asta principale del Fiume Arno, in corrispondenza di loc. Camaioni (MAS-108) ed il torrente Chiesimone, entrambi per la presenza di PFOS (acido perfluorooctansolfonico).

Da un esame dello stato chimico dal 2019 al 2024 (Tabella) per i corsi d’acqua inclusi nel sessennio, si evidenzia un deciso miglioramento per quasi tutte le stazioni. Sono infatti adesso 6 stazioni in stato “buono” (Arno Valdarno superiore, Arno fiorentino, Pesa monte, Rimaggio, Botena e Resco) rispetto alle tre del triennio precedente. Fanno eccezione il fiume Arno in località Camaioni che si mantiene “non buono” ed il Chiesimone che passa da stato “buono” a “non buono”.

CORSO D'ACQUA	STAZIONE	STATO CHIMICO 2019-2021	STATO CHIMICO 2022-2024
FIUME ARNO VALDARNO SUPERIORE	MAS-106	Buono	Buono
FIUME ARNO FIORENTINO MONTE	MAS-503	Non buono - Hg	Buono
FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	MAS-108	Non buono - PFOS	Non buono - PFOS
TORRENTE PESA MONTE	MAS-131	Non buono - Benzo[a]pirene	Buono
FOSSO REALE (2) - TORRENTE RIMAGGIO (2)	MAS-541	Non buono - Benzo[a]pirene, Ni, Pb	Buono
TORRENTE BOTENA	MAS-854	Non buono - Esaclorobutadiene	Buono
TORRENTE CHIESIMONE	MAS-2024	Buono	Non buono - PFOS
TORRENTE RESCO	MAS-922	Buono	Buono

TABELLA 6

3 ELABORAZIONE DEI DATI CHIMICI DI MONITORAGGIO

Nel presente capitolo vengono discussi i risultati dell'elaborazione dei principali dati chimici emersi dai monitoraggi 2024.

3.1 Nutrienti

I principali apporti di nutrienti (composti dell'azoto e del fosforo) nei corsi d'acqua superficiali possono avere origine dal dilavamento di superfici agricole, da scarichi di impianti di depurazione e in misura minore da scarichi di stabilimenti produttivi. Un arricchimento eccessivo di nutrienti può concorrere a determinare uno squilibrio dell'ecosistema fluviale caratterizzato da alterazioni della composizione e abbondanza della biomassa algale, diminuzione della trasparenza, diminuzione del livello di ossigenazione delle acque.

L'azoto ammoniacale deriva dalla degradazione di composti organici azotati e la sua presenza denuncia immissione di scarichi civili non trattati. In corsi d'acqua ben ossigenati l'azoto ammoniacale risulta assente o presente in tracce poiché viene ossidato velocemente ad azoto nitrico. È un indicatore di inquinamento delle acque sia agricolo (fertilizzanti azotati) sia industriale e civile; la sua immissione provoca la diminuzione della quantità di ossigeno disciolto nell'acqua.

L'azoto nitrico proviene dalla nitrificazione dell'azoto ammoniacale, dall'apporto mediante concimi e dalle precipitazioni meteoriche. È quello preferibilmente assorbito dai vegetali, ma ha la caratteristica di non essere trattenuto dai colloidali del suolo, essendo pertanto soggetto all'azione dilavante delle acque, in maniera più o meno intensa a seconda della tessitura, della struttura del suolo e dalla quantità di precipitazioni od irrigazioni. L'azoto nitrico dilavato raggiunge velocemente gli strati più profondi del terreno, divenendo irraggiungibile dalle radici delle piante ed inquinando le falde acquifere e le acque superficiali.

L'azoto totale è la somma di tutte le differenti forme di azoto presenti nell'acqua. Sebbene l'azoto costituisca un nutriente essenziale per piante e animali, in quantità eccessiva può essere dannoso. Nelle acque superficiali, concentrazioni elevate di azoto possono causare l'esaurimento dell'ossigeno disciolto e quindi influire negativamente sulla vita acquatica.

Le sorgenti principali sono individuate nei comparti agricolo e zootecnico e, rispetto al fosforo, gli apporti più rilevanti di azoto derivano da sorgenti diffuse provenienti dai suoli. I nutrienti azotati, provenienti dalle aree urbane e dal dilavamento dei terreni determinato dalle precipitazioni atmosferiche, raggiungono i corsi d'acqua. Le concentrazioni di azoto totale sono strettamente collegate anche alla presenza di particolato organico in sospensione nella colonna d'acqua, di origine soprattutto, detritica e, quindi, direttamente correlato al dilavamento provocato dallo scorrimento delle acque sui suoli.

Per quanto riguarda il monitoraggio dei nutrienti, nel 2024 sono stati ricercati i seguenti parametri:

- azoto ammoniacale (come n) - mg/L
- azoto nitrico (come n) - mg/L
- azoto nitroso (come n) - mg/L
- azoto totale - mg/L n
- fosforo totale - mg/L p
- ossigeno disciolto - mg/L
- richiesta biochimica di ossigeno (BOD5 - come O₂) - mg/L

Si evidenzia che solo le seguenti stazioni di campionamento presentano il completo set analitico di nutrienti, come sopra riportato:

Stazione ID	Corpo Idrico
MAS-517	FIUME PESA A VALLE
MAS-131	PESA - PRESA SAMBUCA
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE
MAS-2024	TORRENTE CHIESIMONE
MAS-854	TORRENTE BOTENA
MAS-609	LAGO CHIOSTRINI
MAS-608	LAGO FABBRICA
MAS-605	LAGO ISOLA
MAS-607	LAGO MIGNETO

TABELLA 7

Fiume Arno

Per quanto concerne l'asta del Fiume Arno è stato possibile mettere a confronto le stazioni di Arno Anconella e Arno Matassino per i parametri di Azoto Ammoniacale (Figura 5) e Azoto Nitrico (Figura 6). Dai grafici sotto riportati si rileva:

- una diminuzione nel tempo sia di azoto ammoniacale che di azoto nitrico presso l'Arno Anconella (MAS-503), ed un andamento altalenante dell'azoto nitrico
- un aumento nel tempo di azoto ammoniacale e una condizione stazionaria per l'azoto nitrico presso l'Arno a Matassino (MAS-106).

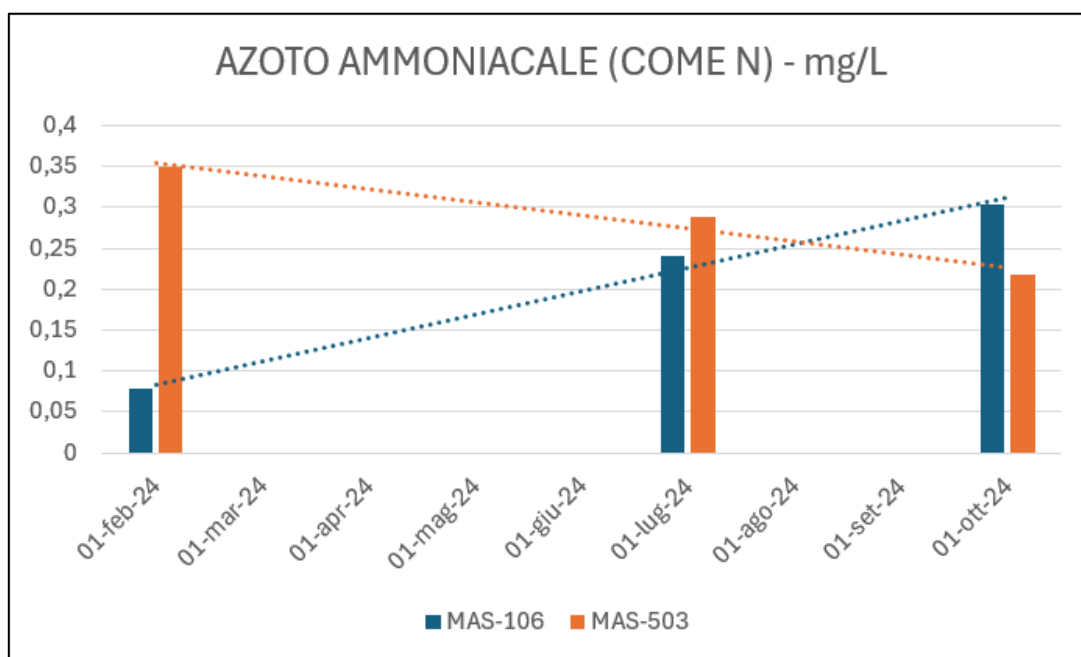


FIGURA 5 – ANDAMENTO 2024 AZOTO AMMONIACALE NEL FIUME ARNO

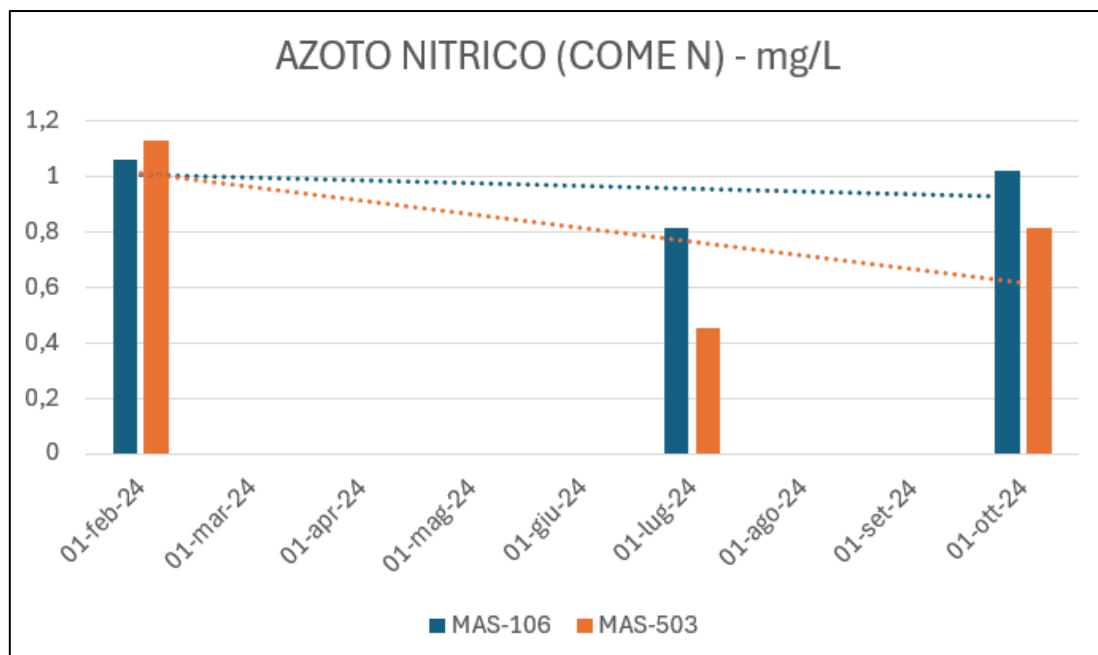


FIGURA 6 - ANDAMENTO 2024 AZOTO NITRICO NEL FIUME ARNO

Per quanto riguarda gli altri corsi d'acqua, sono stati presi in esame solo i corsi d'acqua che durante il monitoraggio del 2024 hanno presentato valori di Azoto totale costantemente al di sopra del limite di rilevabilità. Non rientrano in questa casistica i laghi (Lago Fabbrica, Lago Chiostrini, Lago Migneto, Lago Isola), il Fiume Pesa presso Presa Sambuca (MAS-131) e il Torrente Botena (MAS-854).

Sono stati valutati pertanto il Fiume Pesa a valle (MAS-517), il Fiume Sieve a valle (MAS-121), e il Torrente Chiesimone (MAS-2024).

In particolare, è stato valutato l'andamento dei vari composti azotati nel corso dell'anno:

- Nel Fiume Pesa Valle -MAS-517- (Figura 7, Figura 8), si verifica una buona correlazione tra l'azoto totale e l'azoto nitrico (indice correlazione Spearman= 0,85) con apprezzabile significatività statistica ($p=0,011 < 0,05$), indice che i nitrati (sali dell'acido nitrico) rappresentano una percentuale consistente delle specie azotate. Questo è indice di una buona ossigenazione delle acque, che consente i processi di nitrificazione. La componente di azoto ammoniacale è soggetta ad oscillazioni consistenti nel corso dell'anno: nei mesi estivi, quando l'ossigeno disciolto subisce una diminuzione a causa delle temperature più elevate, la componente di azoto ammoniacale aumenta di conseguenza. Anche l'azoto totale manifesta in generale una variabilità stagionale.

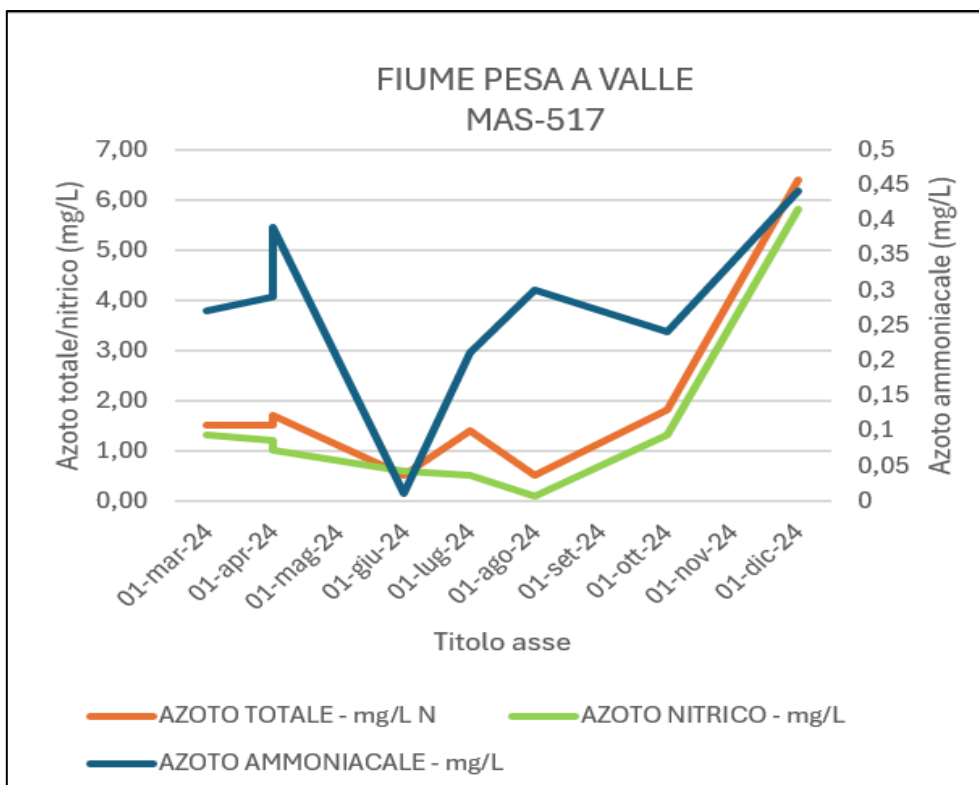


FIGURA 7 – ANDAMENTI DELLE COMPONENTI AZOTATE

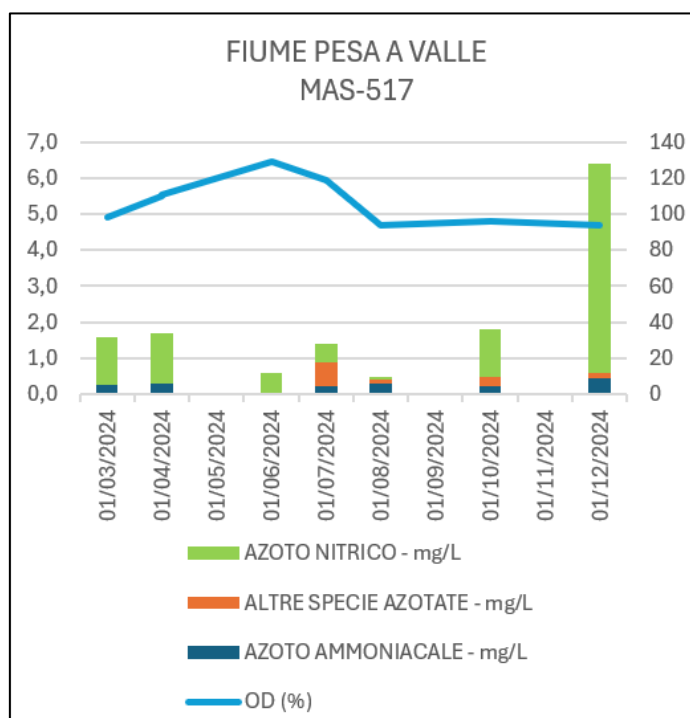


FIGURA 8– ANDAMENTI DELLE COMPONENTI AZOTATE IN RELAZIONE ALL’OSSIGENO DISCIOLTO

- Anche nel Fiume Sieve valle -MAS-121- (Figura 9, Figura 10), i nitrati rappresentano una percentuale consistente delle specie azotate, indice di una buona ossigenazione delle acque, che consente i processi di nitrificazione. Si osserva inoltre che le concentrazioni di azoto totale, durante l’anno non subiscono ampie oscillazioni, ma si mantengono pressoché costanti.

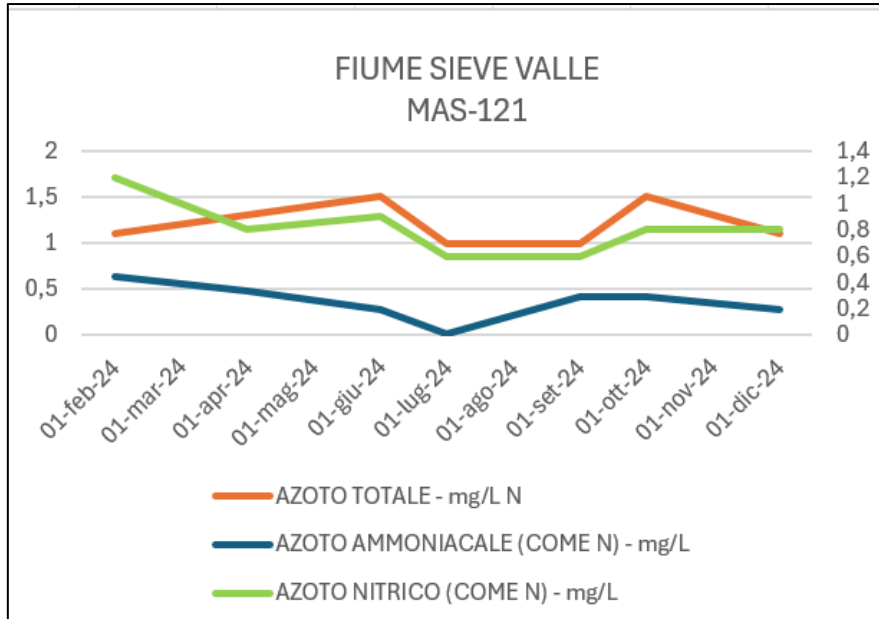


FIGURA 9 - ANDAMENTI DELLE COMPONENTI AZOTATE

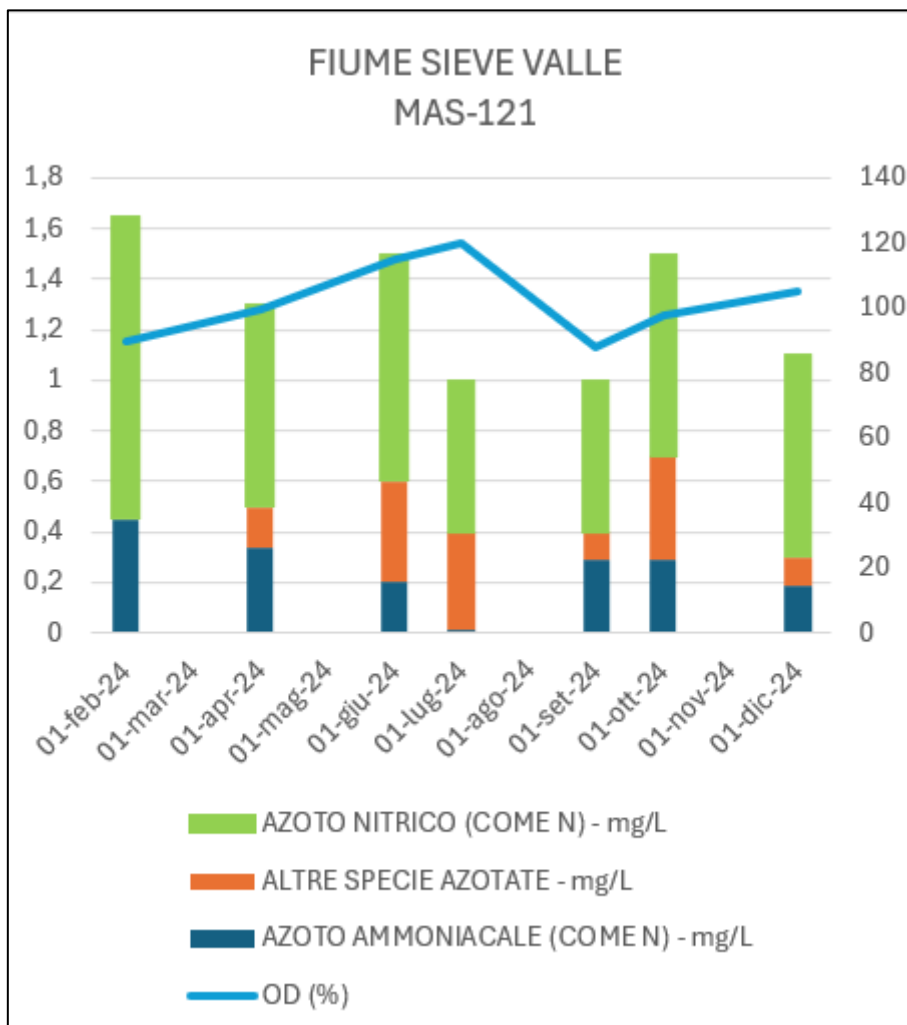


FIGURA 10- ANDAMENTI DELLE COMPONENTI AZOTATE IN RELAZIONE ALL'OSSIGENO DISCIOLTO

- Per il Torrente Chiesimone -MAS-2024- (Figura 11, Figura 12), in corrispondenza del mese di settembre 2024 si verifica un'inversione di tendenza, con un aumento della componente ammoniacale nei composti azotati rispetto all'azoto nitrico, in occasione di un repentino abbassamento della quantità di ossigeno disciolto. I valori più elevati di azoto ammoniacale perdurano poi fino alla fine dell'anno.

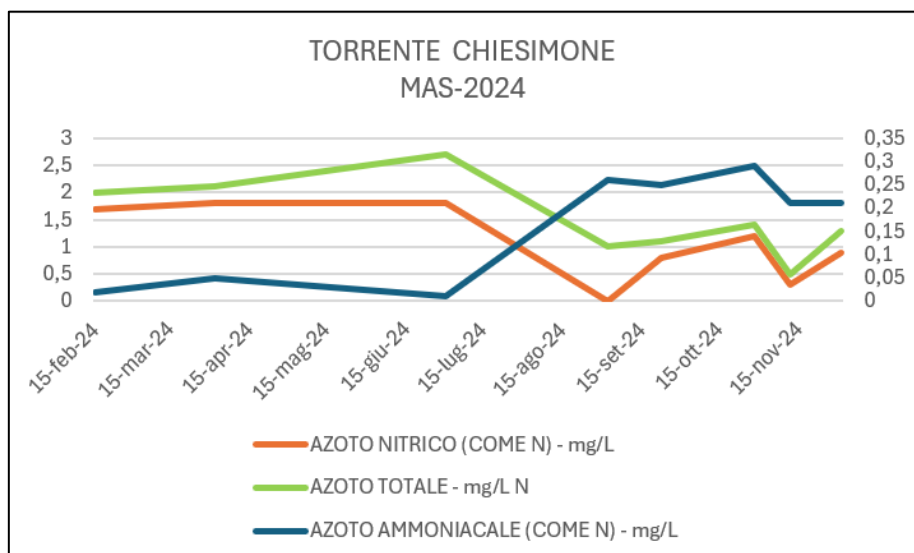


FIGURA 11 - ANDAMENTI DELLE COMPONENTI AZOTATE

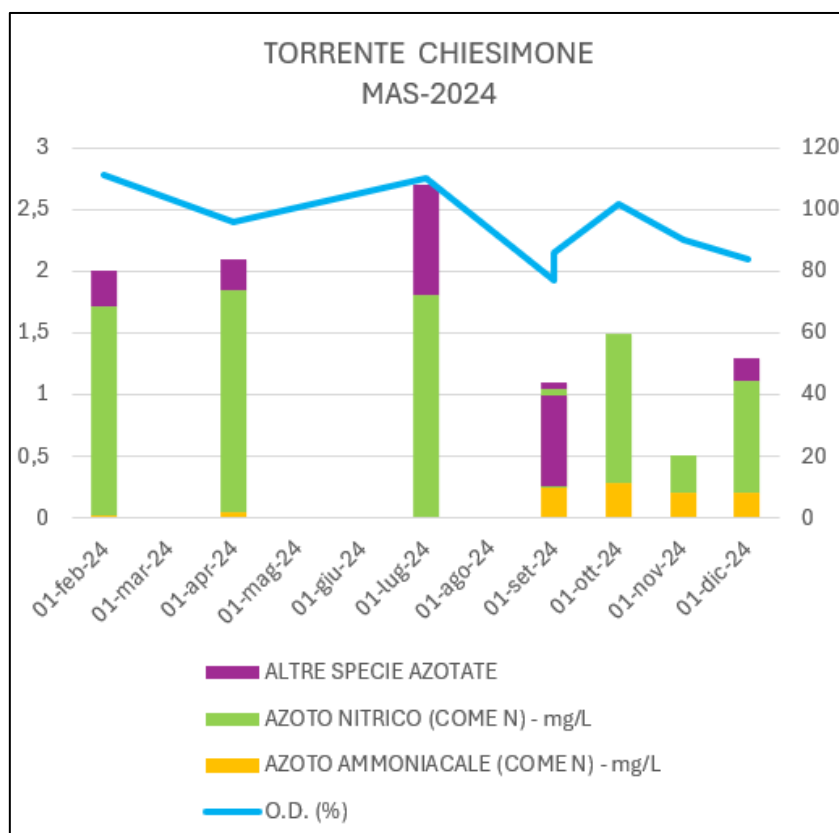


FIGURA 12 - ANDAMENTI DELLE COMPONENTI AZOTATE IN RELAZIONE ALL' OSSIGENO DISCIOLTO

Dalla consultazione del database degli scarichi idrici in acque superficiali di AIT, non risultano presenti scarichi civili nel Torrente Chiesimone, dal quale avrebbe potuto avere origine l'aumento di azoto ammoniacale.

Non è stato possibile verificare quanto dell'azoto sia legato all'effetto di dilavamento dei suoli agricoli, in quanto sul torrente non sono presenti né stazioni idrometriche, né pluviometriche per effettuare le opportune valutazioni. Tuttavia, dalla carta dell'uso e copertura del suolo della Regione Toscana (2019) a monte del punto di campionamento sono presenti aree estese destinate a seminativi e agricoltura (Figura 13).

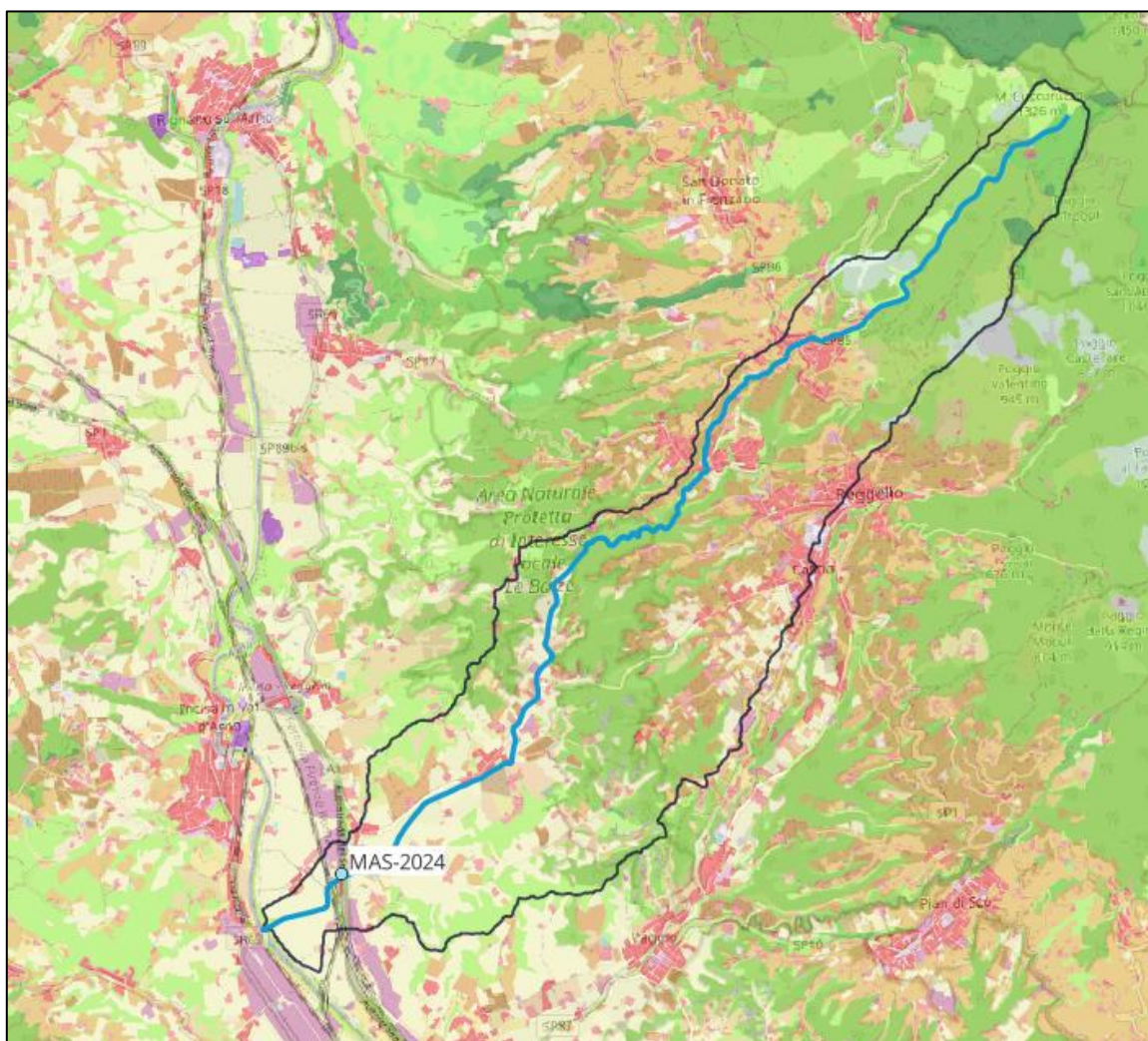


FIGURA 13 - STRALCIO DELLA CARTA DELL'USO E COPERTURA DEL SUOLO DELLA REGIONE TOSCANA 2019 (ESTRATTA DA GEOSCOPIO) RELATIVA AL TORRENTE CHIESIMONE E SUO BACINO IDROGRAFICO

Infine, è stato messo a confronto l'andamento dell'azoto ammoniacale con i valori di PFOS (Figura 14): come si evince dal grafico, le variazioni mostrano analogie, che vengono confermate da un indice di correlazione di Spearman pari a 0,8. Tuttavia la significatività statistica è scarsa a causa di un numero insufficiente di dati ($p=0,33 > 0,05$). Per gli approfondimenti relativi allo studio degli PFOS e suoi determinanti nel T. Chiesimone, si rimanda al paragrafo 4.1.2.

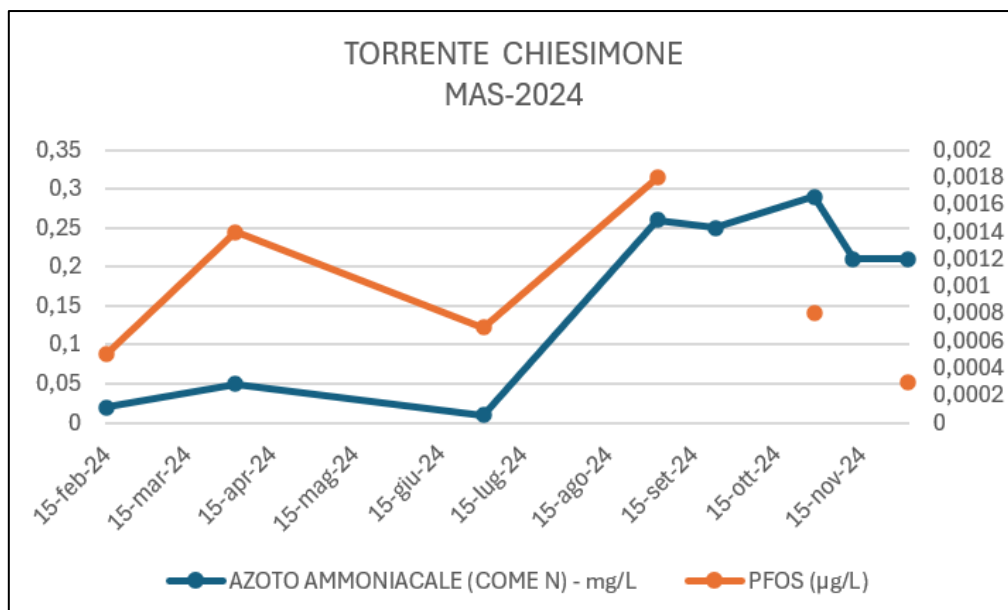


FIGURA 14 - ANDAMENTI DI AZOTO AMMONIACALE E PFOS

AZOTO vs FOSFORO

Il fosforo è un nutriente essenziale per piante e animali, è presente negli scarichi idrici e favorisce la funzione di equilibrio nella crescita dei batteri necessari alla depurazione biologica. Alte concentrazioni di sali fosforici rendono abnorme la proliferazione delle piante acquatiche dando luogo ai fenomeni di eutrofizzazione e anossia. Per quanto riguarda il settore agricolo, il fosforo in eccesso, rispetto alle quote di fertilizzante assimilate dalle piante, in determinate condizioni ambientali, può essere dilavato dai terreni agricoli e raggiungere i corsi d'acqua.

L'eventuale correlazione tra fosforo e azoto è stata analizzata nei corpi idrici Fiume Pesa Valle (MAS-517) e Fiume Sieve valle (MAS-121), ovvero gli unici corpi idrici che hanno presentato dati tali da poter essere elaborati (ricerca dell'analita nell'anno 2024, concentrazioni superiori ai limiti di rilevabilità):

- Nel Fiume Pesa Valle -MAS-517- (Figura 15, Figura 16) l'indice di correlazione di Spearman, tra l'azoto totale ed il fosforo totale risulta pari a 0,5 con una debole significatività statistica ($p=0,25 > 0,05$). A causa della scarsa numerosità dei dati, non è possibile chiarire la correlazione tra i due composti.

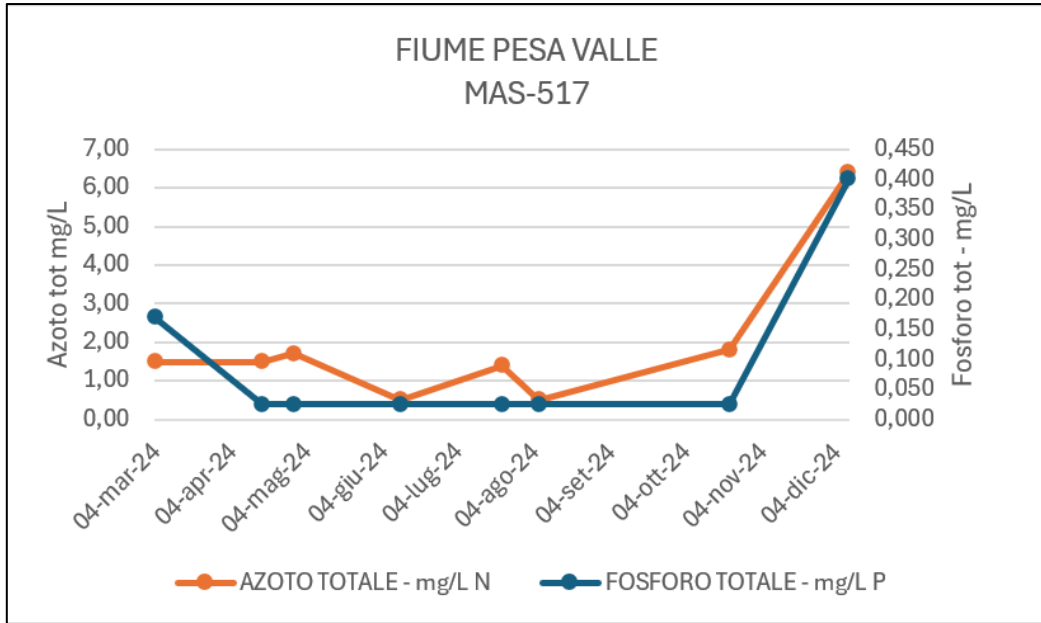


FIGURA 15 – ANDAMENTI DI AZOTO TOTALE E FOSFORO TOTALE IN MAS-517

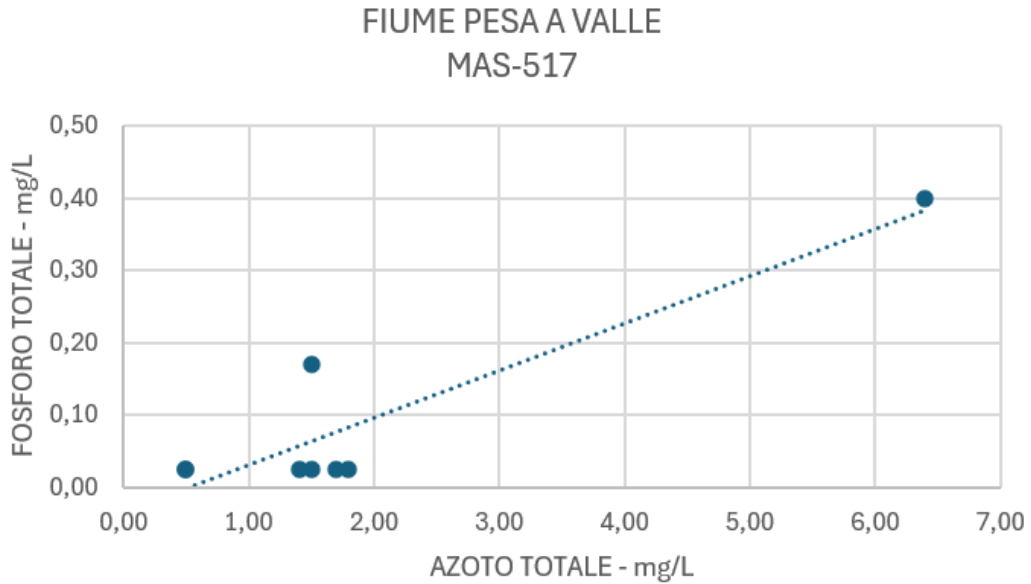


FIGURA 16- CORRELAZIONE TRA AZOTO TOTALE E FOSFORO TOTALE IN MAS-517

- Nel Fiume Sieve Valle -MAS-121- (Figura 17), si verifica una discreta correlazione tra l'azoto totale ed il fosforo totale (indice di correlazione Spearman=0,68, $p=0,08 < 0,1$).

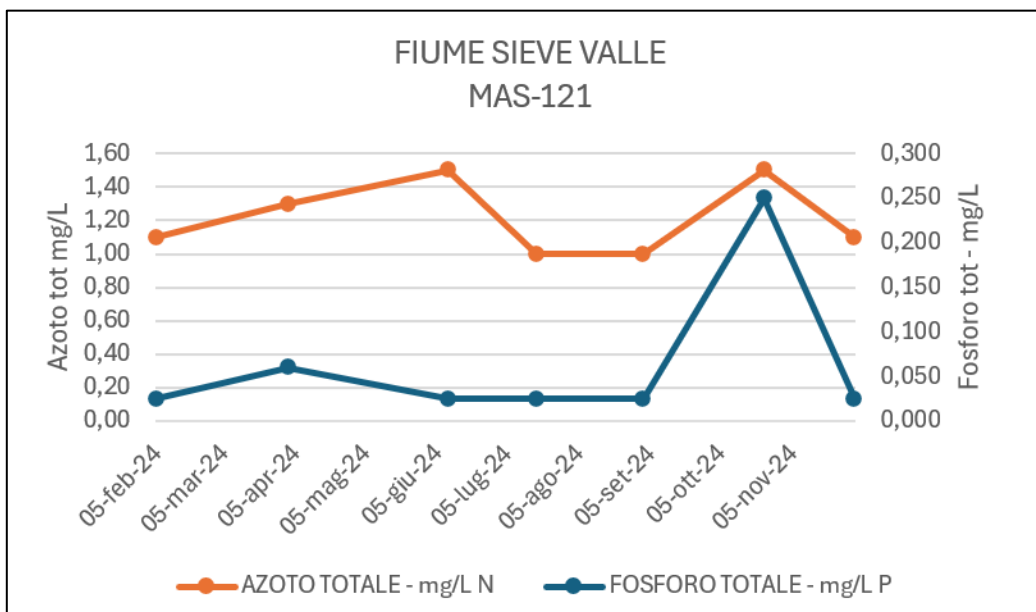


FIGURA 17 – ANDAMENTI DI AZOTO TOTALE E FOSFORO TOTALE IN MAS-121

- Al contrario nel Torrente Chiesimone -MAS-2024- (Figura18), non sussiste correlazione tra i due parametri, tuttavia la significatività statistica risulta scarsa per insufficienza di dati (indice di correlazione Spearman=0,3, $p=0,46 > 0,1$).

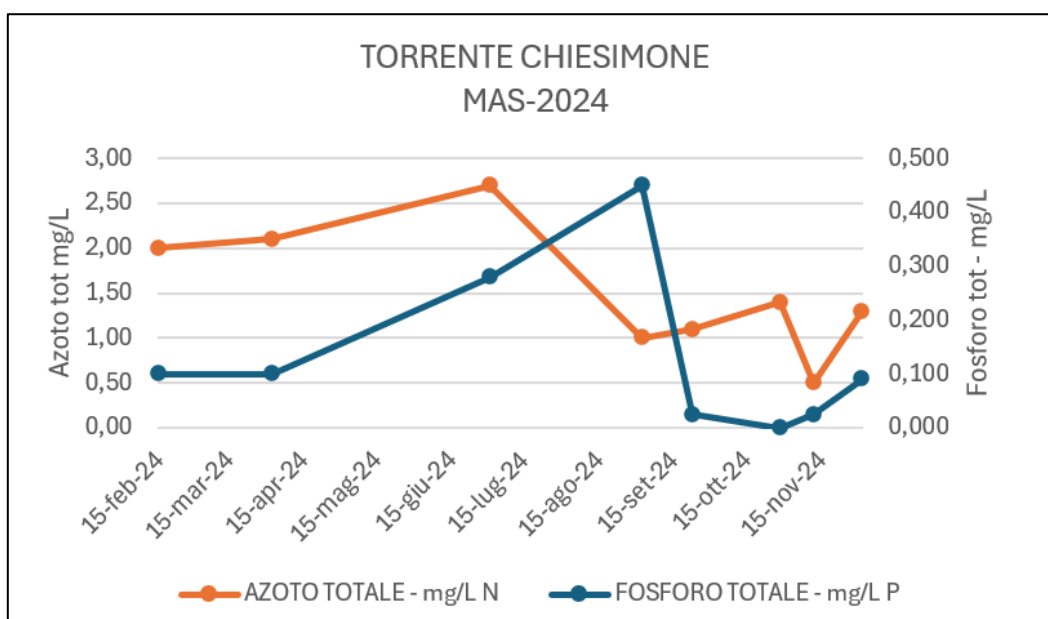


FIGURA 18 – ANDAMENTI DI AZOTO TOTALE E FOSFORO TOTALE IN MAS-2024

AZOTO vs precipitazioni

Sulle stazioni di campionamento in cui si sono manifestati durante l'intero anno 2024 valori di Azoto totale superiori a 1 mg/L è stato fatto uno studio sull'eventuale relazione dell'azoto con le precipitazioni, al fine di determinare se parte dell'apporto di questo componente può essere imputata dall'azione di dilavamento dei suoli e quindi conseguente legata ad un'origine da fertilizzanti azotati.

Si sono prestate a questa valutazione la stazione MAS-517 Fiume Pesa valle e MAS-121 Fiume Sieve valle.

Per queste stazioni la concentrazione di azoto è stata rapportata alla portata del corso d'acqua al fine di prendere in considerazione il flusso di massa del parametro. I dati di portata sono stati presi dall'archivio storico del Servizio Idrologico Regionale, le cui stazioni idrometriche prese di riferimento sono le seguenti:

- Fiume Pesa valle: TOS01004921 "Turbone"
- Fiume Sieve valle: TOS01004641 "Fornacina"

Infine, l'archivio storico del Servizio Idrologico Regionale ha fornito i dati delle precipitazioni, le cui stazioni pluviometriche prese di riferimento sono le seguenti:

- Fiume Pesa valle: TOS01004921 "Turbone"
- Fiume Sieve valle: TOS01004659 "Nave di Rosano"

Per le valutazioni relative all'effetto dilavamento, è stata considerata la somma delle precipitazioni della settimana (7 giorni) precedente al campionamento.

- Per il Fiume Pesa valle MAS-517 è evidenziata per il 2024 una buona correlazione tra le concentrazioni di azoto totale e le precipitazioni (indice Correlazione di Spearman: 0,8), con una buona significatività statistica ($p=0,02 < 0,05$) (Figura 19).

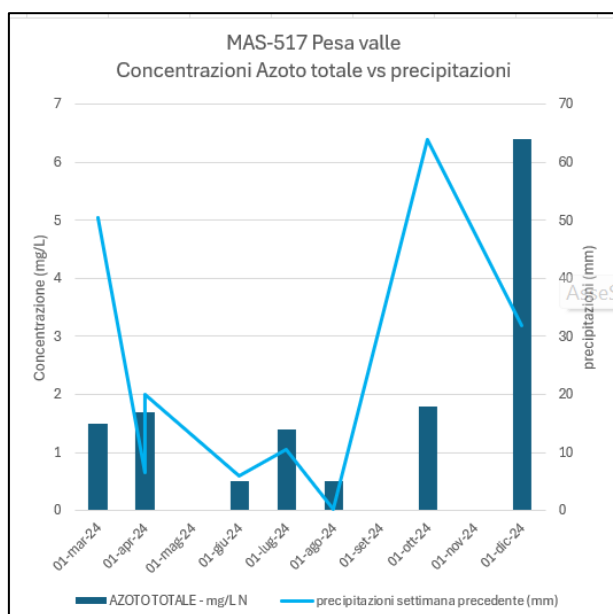


FIGURA 19 – ANDAMENTO DELL'AZOTO TOTALE IN RELAZIONE ALLE PRECIPITAZIONI IN MAS-517

- Per il Fiume Sieve valle MAS-121 (Figura 21, Figura 22), la correlazione tra le concentrazioni dell'azoto totale e le precipitazioni presenta un indice di Spearman: 0,6 ($p=0,17>0,1$). Tuttavia, al fine di non incorrere in un'autocorrelazione, considerato che il flusso di massa contiene per definizione il dato di portata, è stata verificata anche la correlazione tra le concentrazioni e le precipitazioni, la quale in questo caso è risultata modesta, pari a 0,5 con scarsa significatività statistica ($p=0,25>0,1$).

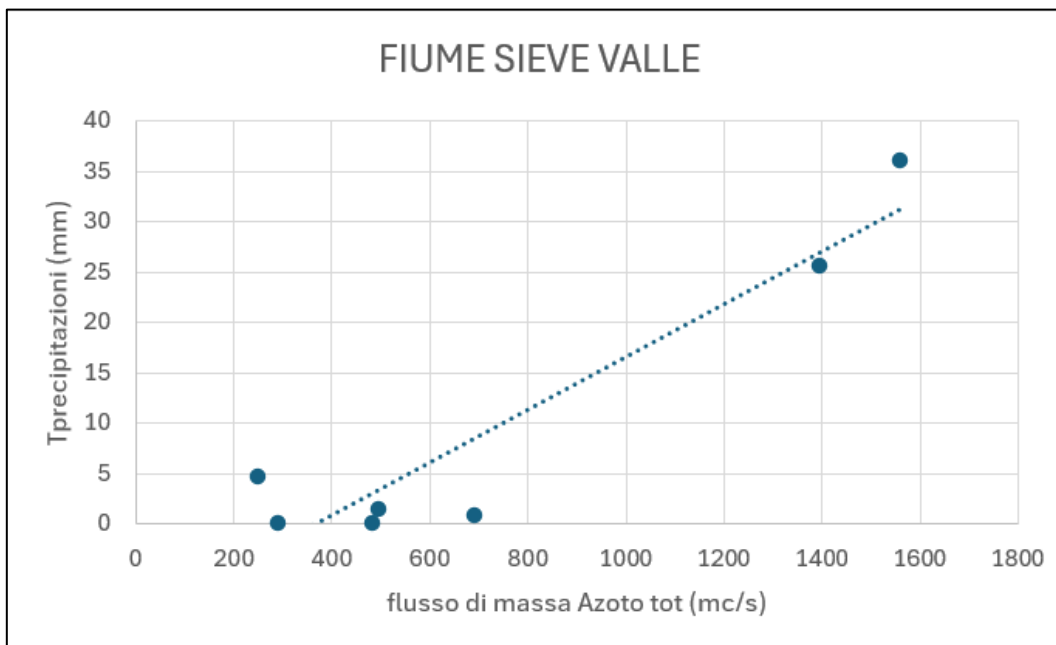


FIGURA 20 – CORRELAZIONE DEL FLUSSO DI MASSA DELL'AZOTO TOTALE E PRECIPITAZIONI IN MAS-121

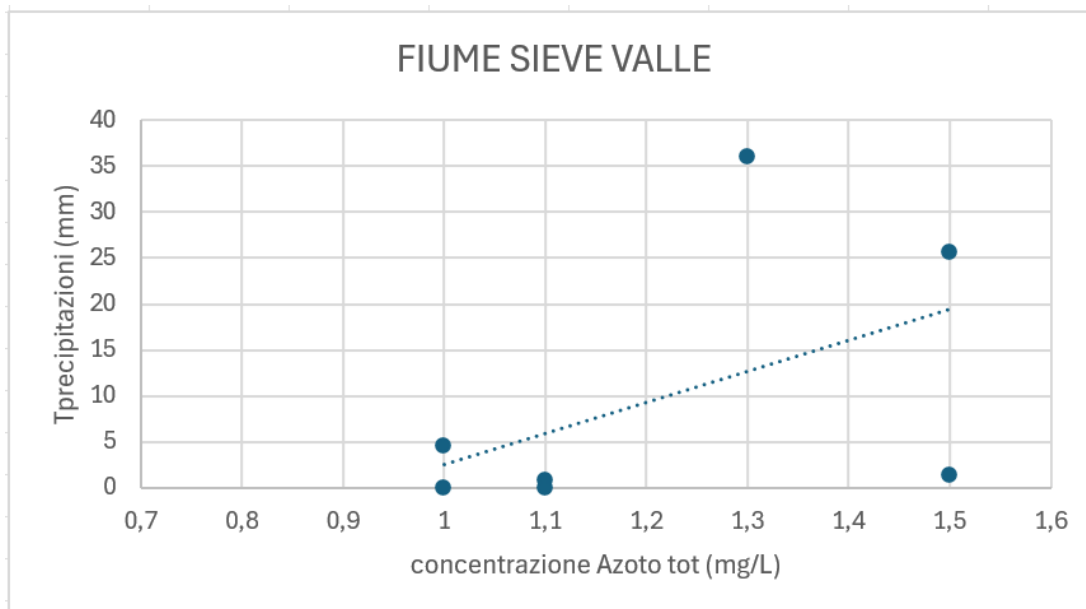


FIGURA 21 - CORRELAZIONE TRA LA CONCENTRAZIONE DI AZOTO TOTALE E PRECIPITAZIONI IN MAS-121

Dai grafici (Figura 23) appare evidente che, ad ottobre 2024, in concomitanza ad elevate precipitazioni e ad un picco di concentrazione di azoto totale, si verifica un repentino aumento di fitofarmaci.

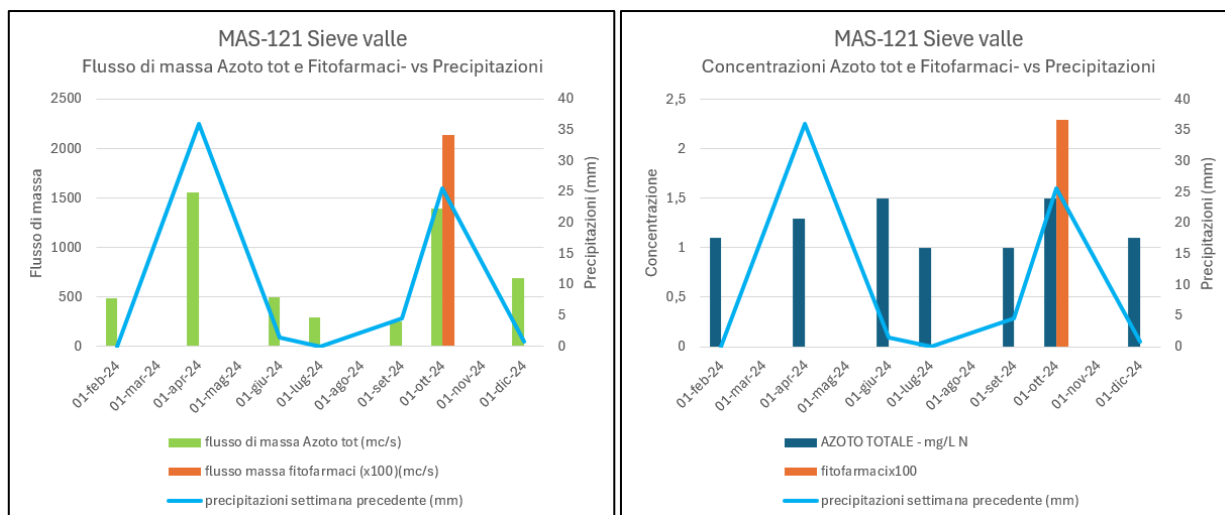


FIGURA 22 – ANDAMENTO FLUSSO DI MASSA E CONCENTRAZIONI DELL’AZOTO TOTALE IN RELAZIONE ALLE PRECIPITAZIONI IN MAS-121

Dalla carta dell’uso e copertura del suolo (anno 2019) della Regione Toscana, si riscontra la presenza di ampie superfici destinate ad uso agricolo (Figura 24): parte dell’apporto dell’azoto totale potrebbe essere imputata all’azione di dilavamento dei suoli e quindi conseguentemente legata ad un’origine da fertilizzanti azotati.

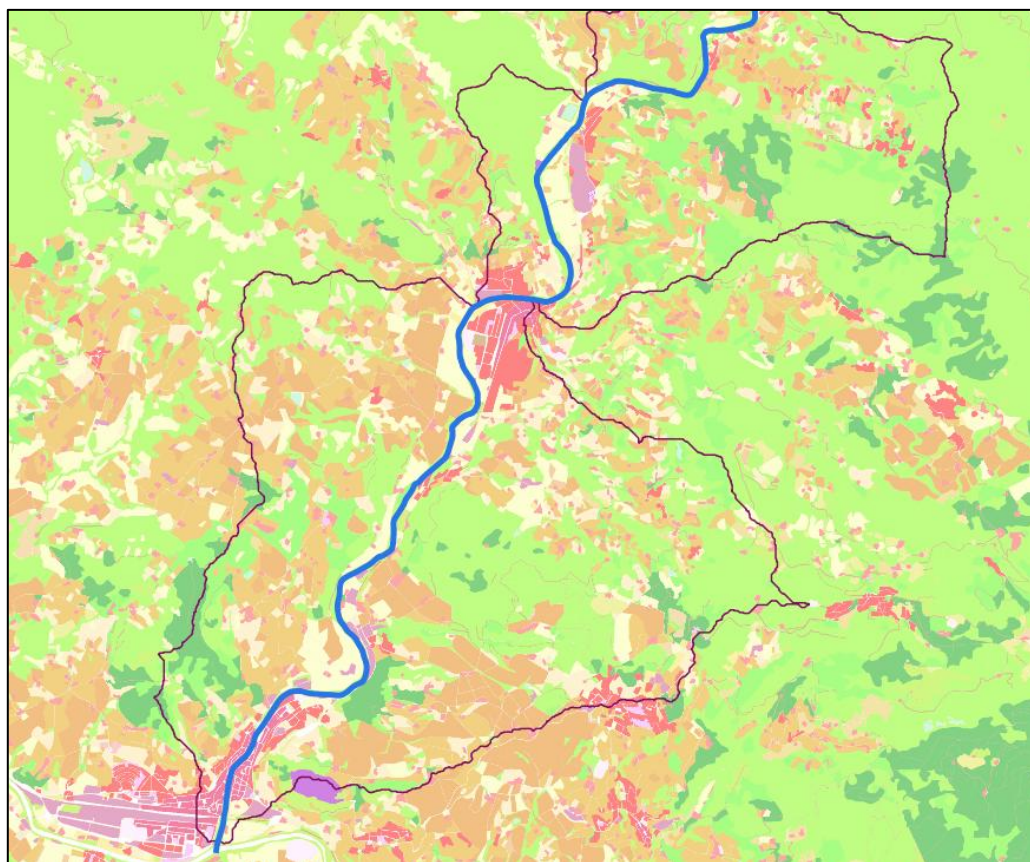


FIGURA 23 - STRALCIO DELLA CARTA DELL’USO E COPERTURA DEL SUOLO DELLA REGIONE TOSCANA 2019 (ESTRATTA DA GEOSCOPIO) RELATIVA AL TRATTO DI VALLE DEL FIUME SIEVE

In conclusione:

- Per il Fiume Pesa valle MAS-517, i valori di azoto totale soggetti a oscillazioni stagionali, la modesta correlazione dell'azoto totale con il fosforo totale, porterebbe ad escludere che l'origine dei composti azotati sia prevalentemente legata alla presenza di scarichi. A conferma di ciò, da una verifica da database degli scarichi di AIT, nel Fiume Pesa confluiscono alcuni scarichi, di cui però quelli direttamente recapitanti nel corpo idrico risultano per la maggior parte depurati, mentre non depurati quelli recapitanti in fossi campestri poi confluenti nel corso d'acqua principale (Figura 24). Probabilmente le sorgenti di composti azotati, stante anche l'elevata correlazione tra le concentrazioni di azoto totale e precipitazioni, potrebbe essere legata al dilavamento di suoli agricoli, che trovano ampio sviluppo in corrispondenza del corso d'acqua, come si evince dalla Carta dell'Uso e Copertura del suolo (Regione Toscana -2019) (Figura 25).

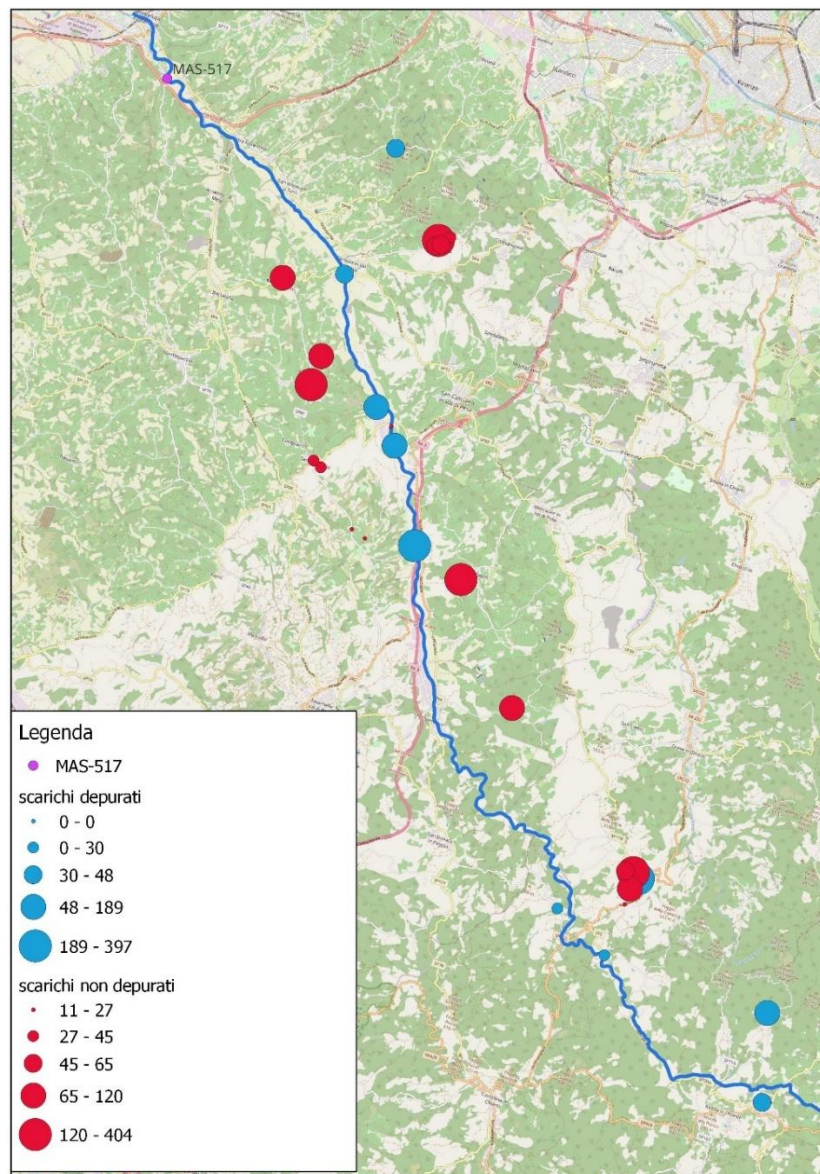


FIGURA 24 - SCARICHI SUL FIUME PESA (FONTE: DATABASE AIT)

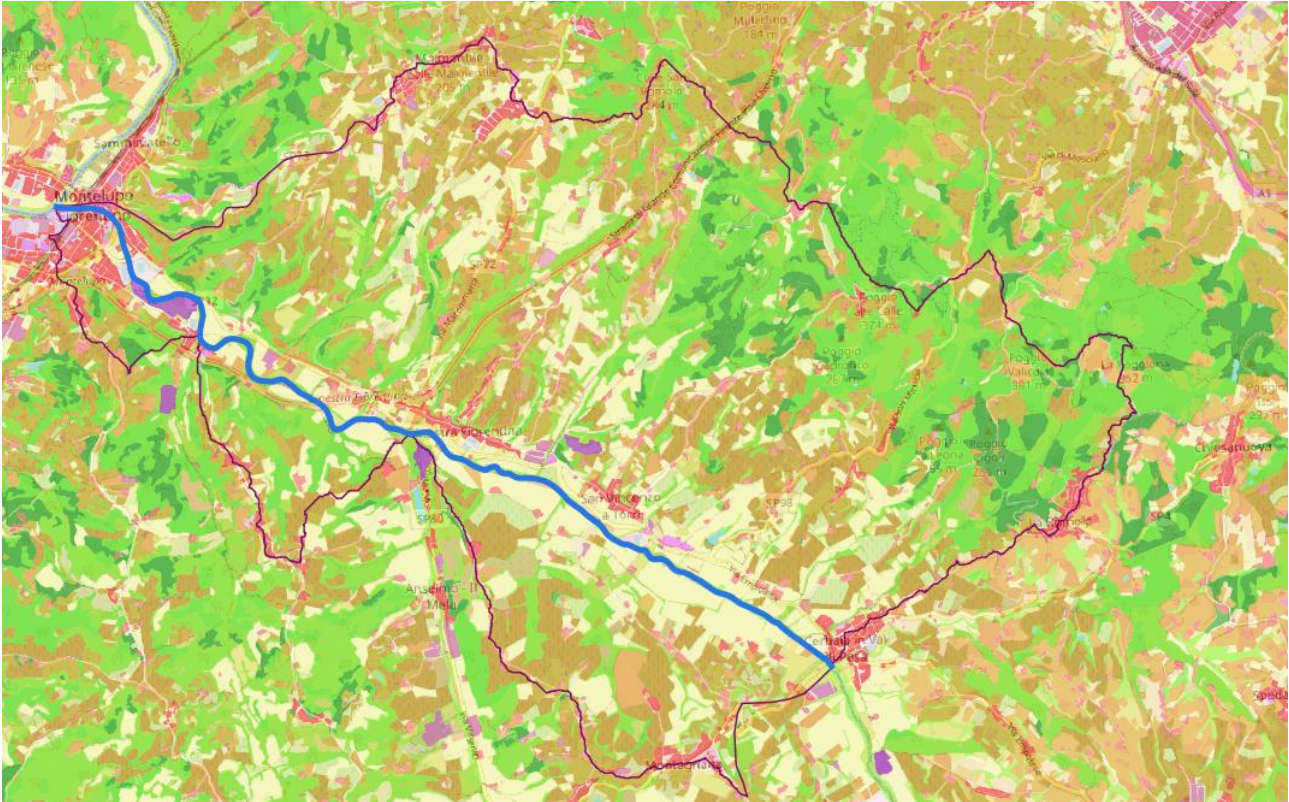
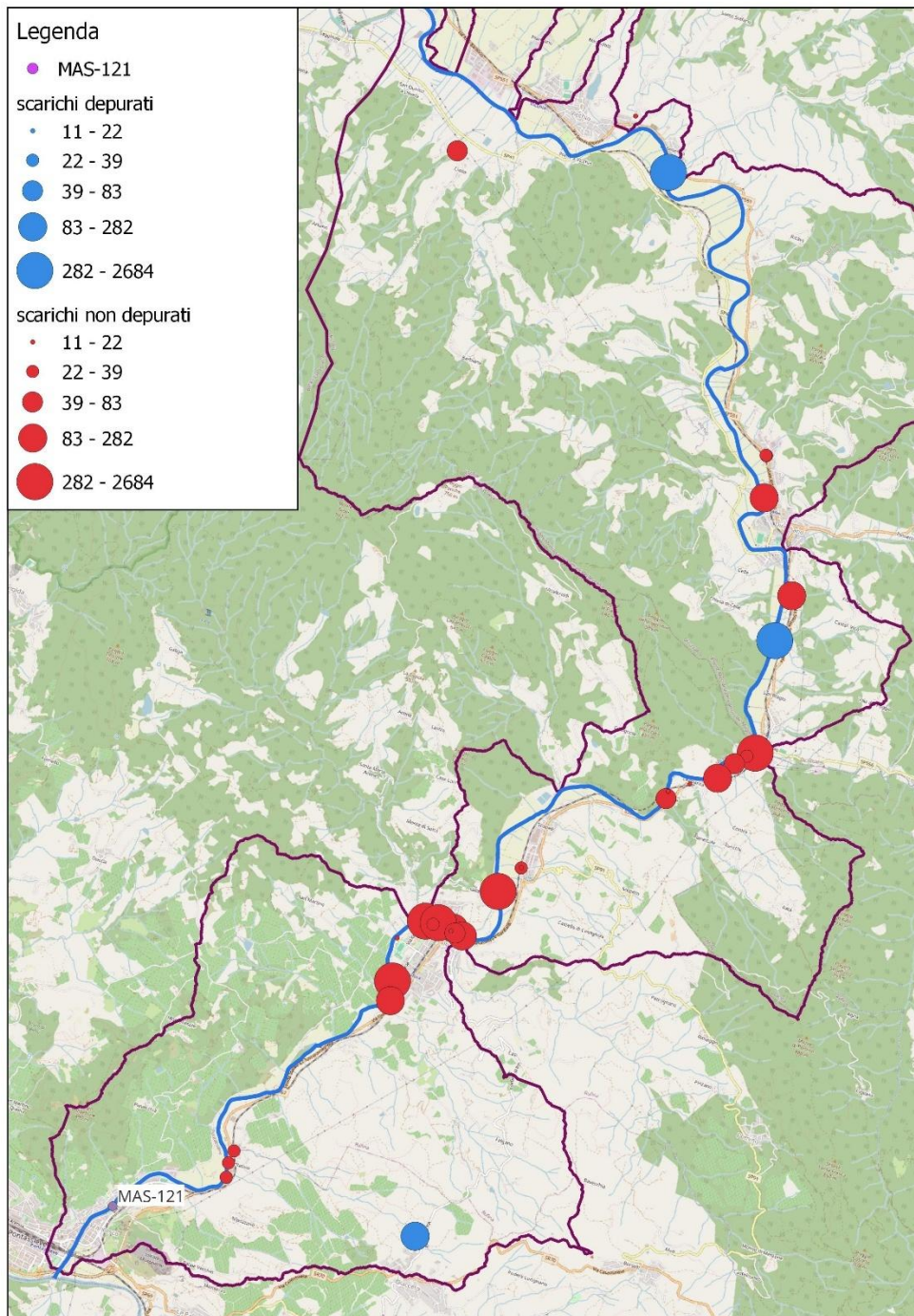


FIGURA 25 - STRALCIO DELLA CARTA DELL'USO E COPERTURA DEL SUOLO DELLA REGIONE TOSCANA 2019 (ESTRATTA DA GEOSCOPIO) RELATIVA AL TRATTO DI VALLE DEL FIUME PESA

Per il Fiume Sieve valle MAS-121, i valori di azoto totale relativamente costanti nell'anno, la discreta correlazione tra azoto totale e fosforo, e la modesta correlazione tra azoto e precipitazioni, presuppongono maggiormente un'origine da scarichi civili. Da una verifica degli scarichi da database AIT, risulta che nel corso d'acqua recapitano un numero significativo di scarichi non depurati, in particolar modo in corrispondenza delle frazioni di Rufina-Montebonello e Contea-Londa (Figura 26). Tuttavia, l'associazione del picco di fitofarmaci in concomitanza alle elevate concentrazioni di azoto in occasione di elevate di precipitazioni, porta a non escludere che parte dell'origine dell'azoto totale sia legata al dilavamento di suoli agricoli con presenza di fertilizzanti agricoli azotati.



○

FIGURA 26 - SCARICHI SUL FIUME SIEVE (FONTE: DATABASE AIT)

4 SUPERAMENTI

Nel corso del monitoraggio del 2024, si sono verificati n. 44 episodi di superamenti dei Valori SQA-Ma in corrispondenza di n. 14 corpi idrici superficiali di cui n.5 relativi a laghi e invasi, relativamente a n.12 parametri chimici

N	Stazione Id	Corpo Idrico Nome
1	MAS-503	FIUME ARNO FIORENTINO MONTE
2	MAS-108	FIUME ARNO FIORENTINO VALLE
3	MAS-106	FIUME ARNO VALDARNO SUPERIORE
4	MAS-121	FIUME SIEVE VALLE
5	MAS-902	FOSSO DEL CARLONE
6	MAS-2024	TORRENTE CHIESIMONE
7	MAS-979	TORRENTE MARNIA
8	MAS-131	TORRENTE PESA MONTE
9	MAS-517	TORRENTE PESA VALLE
10	MAS-606	INVASO DELLA CALVANELLA
11	MAS-609	LAGO CHIOSTRINI
12	MAS-608	LAGO FABBRICA 1
13	MAS-605	LAGO ISOLA
14	MAS-607	LAGO MIGNETO

TABELLA 8

Parametro Nome	Parametro Tipo
ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA) - µg/L	Antiparassitari / W - fitofarmaci
IMIDACLOPRID - µg/L	Antiparassitari / W - fitofarmaci
CHLORANTRANILIPROLE - µg/L	Antiparassitari / W - fitofarmaci
DIMETOMORF - µg/L	Antiparassitari / W - fitofarmaci
ESACLOROBUTADIENE - µg/L	Composti Organici / W - fitofarmaci
TRICLOROMETANO - µg/L	Composti Organici Alifatici
PFOS - µg/L	Perfluoroalchilici
PIOMBO - µg/L	Metalli
NICHEL - µg/L	Metalli
CROMO TOTALE - µg/L	Metalli
TRIBUTILSTAGNO (COMPOSTI) - µg/L	Metalli / organostannici
BENZO [A] PIRENE - µg/L	Microinquinanti Organici / ipa

TABELLA 9

Nei paragrafi successivi, sono esaminati i superamenti occorsi per tipologia di sostanza chimica.

4.1 Sostanze perfluoroalchiliche (PFAS)

Le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS), per la presenza del legame tra carbonio e fluoro, hanno stabilità chimica e termica e sono impermeabili all'acqua e ai grassi. Grazie a tali caratteristiche i PFAS sono utilizzati per fornire proprietà repellenti e per aumentare la resistenza alle alte temperature di tessuti, tappeti e pellami; per produrre rivestimenti impermeabili per piatti di carta, padelle antiaderenti e imballaggi alimentari, e come coadiuvanti tecnologici nella produzione di fluoropolimeri (es. i celebri "Teflon" e "Goretex").

PFOS è l'abbreviazione di acido perfluorooctansulfonico. Si tratta di un composto sintetico non biodegradabile adatto a respingere l'acqua, il grasso e lo sporco. Il PFOS è usato nella realizzazione di pentole, smacchiatori, indumenti antipioggia e prodotti antincendio (le schiume degli estintori). Sono inquinanti organici persistenti e si bioaccumulano negli organismi viventi.

PFOA è l'abbreviazione di acido perfluorooctanoico. Si tratta di un composto sintetico non biodegradabile adatto a respingere l'acqua, il grasso e lo sporco, utilizzato come rivestimento impermeabilizzante per tessuti (es. Nomex, Gore Tex), nella carta da forno, nella cera per pavimenti, nei tappeti, nei detersivi e nelle scatole della pizza. Anche questa sostanza appartiene al gruppo di sostanze PFAS. Il PFOA è stato utilizzato per anni dalla fabbrica DuPont negli Stati Uniti per la produzione di pentole antiaderenti in Teflon, inquinando gravemente le aree circostanti.

Per quanto riguarda le acque superficiali, la Direttiva 2013/39/UE, che modifica le precedenti Direttive, introduce standard di qualità (SQA) per il PFOS da analizzare nel biota, al fine di valutare lo Stato Chimico dei corpi idrici. La Direttiva prevede la possibilità di applicare un SQA per la matrice acqua purché il livello di protezione offerto sia equivalente.

La Direttiva 2013/39/UE è stata recepita in Italia con il Decreto Legislativo n. 172 del 13 Ottobre 2015 che integra e modifica il Decreto Legislativo n. 152/2006, Parte Terza. Il decreto recepisce gli SQA per il PFOS e fissa gli standard di qualità medi annui per altre cinque sostanze della famiglia dei PFAS, appartenenti all'elenco degli inquinanti specifici (Tabella 1/B sostanze da n. 50 a n. 54) da monitorare a supporto della determinazione dello Stato Ecologico dei corpi idrici.

Gli SQA previsti dal D.Lgs. 172/2015 sono riportati nella Tabella 10

SOSTANZA	SQA-MA Media Annuia Acque interne	SQA-MA Media Annuia Acque marine di transizione	SQA-CMA Conc. Max Acque interne	SQA-CMA Conc. Max Acque marine di transizione	SQA Biota	Tabella di riferimento del D.Lgs. 172/2015
PFOS (PerfluoroOctane Sulfonate)	6,5 10 ⁻⁴ µg/L	1,3 10 ⁻⁴ µg/L	36 µg/L	7,2 µg/L	9,1 µg/Kg peso umido	1/A (PP)
PFBA (PerfluoroButyric Acid)	7 µg/L	1,4 µg/L				1/B
PFPeA (PerfluoroPentanoic Acid)	3 µg/L	0,6 µg/L				1/B
PFHxA (PerfluoroHexanoic Acid)	1 µg/L	0,2 µg/L				1/B
PFBS (PerfluoroButane Sulfonate)	3 µg/L	0,6 µg/L				1/B
PFOA (PerfluoroOctanoic Acid)	0,1 µg/L	0,02 µg/L				1/B

PP= sostanze pericolose e prioritarie individuate ai sensi della Direttiva 2008/105/CE modificata dalla Direttiva 2013/39/UE

TABELLA 10

Per le restanti sostanze: PFHxS, PFHpA, PFNA, PFDeA, PFUnA, PFDoA non sono previsti valori di SQA per le acque superficiali interne.

Gli SQA fissati per le nuove sostanze si applicano dal 22 dicembre 2018, per conseguire un buono Stato Chimico (con riferimento alle sostanze della Tab. 1/A) ed Ecologico (con riferimento alle sostanze della Tab. 1/B) entro il 22 dicembre 2027 ed impedire il deterioramento dello stato relativamente a tali sostanze. Qualora gli esiti di monitoraggi pregressi, anche condotti a titolo di studio, abbiano già evidenziato la presenza di tali sostanze in concentrazioni superiori agli SQA, i programmi di monitoraggio e di misure preliminari dovranno essere immediatamente operativi.

Nel monitoraggio 2024 delle acque superficiali sono state ricercate le seguenti sostanze PFAS (Tabella 11)

ACIDO PERFLUOROBUTANOICO (PFBA) - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1B
ACIDO PERFLUOROBUTANSOLFONICO (PFBS) - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1B
ACIDO PERFLUOROESANOICO (PFHXA) - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1B
ACIDO PERFLUOROOTTANOICO (PFOA) - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1B
ACIDO PERFLUOROPENTANOICO (PFPEA) - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1B
ACIDO PERFLUOROTTANSOLFONICO E SUOI DERIVATI (PFOS) - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1A

TABELLA 11

nei seguenti corsi d'acqua (Tabella 12):

BACINO IDROGRAFICO	CORSO IDRICO
ARNO	FIUME ARNO LOC. ANCONELLA (MAS-503)
	FIUME ARNO LOC. MATASSINO
	FIUME PESA MONTE (MAS-131)
	FIUME PESA VALLE (MAS-517)
	TORRENTE CHIESIMONE (MAS-2024)
SIEVE	FIUME SIEVE VALLE (MAS-121)

TABELLA 12

Le sostanze alchiliche poli- e per-fluorate (PFAS) che nel 2024 superano gli SQA-MA (Standard di Qualità Ambientale - Medio Annuo) sono i PFOS, mentre per gli altri PFAS non si registrano superamenti. Non sono stati mai rilevati valori superiori alla concentrazione massima ammissibile prevista per il PFOS (SQA-CMA = 36 µg/l).

I superamenti di SQA-MA sono stati riscontrati nelle stazioni riportate nella seguente tabella (Tabella 13)

Corpo Idrico Nome	Stazione Id	Stazione Nome	Valore Alfanum	Data
FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	MAS-108	ARNO - CAMAIONI - CAPRAIA	0,0008	09-dic-24
FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	MAS-108	ARNO - CAMAIONI - CAPRAIA	0,0007	22-ott-24
FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	MAS-108	ARNO - CAMAIONI - CAPRAIA	0,0009	06-ago-24
FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	MAS-108	ARNO - CAMAIONI - CAPRAIA	0,0017	11-giu-24
FIUME ARNO FIORENTINO VALLE	MAS-108	ARNO - CAMAIONI - CAPRAIA	0,0007	04-mar-24
FIUME ARNO FIORENTINO MONTE	MAS-503	FIUME ARNO - ANCONELLA	0,0014	02-apr-24
TORRENTE PESA VALLE	MAS-517	FIUME PESA A VALLE	0,0007	09-dic-24
FIUME SIEVE VALLE	MAS-121	SIEVE - PRESA ACQUEDOTTO S.FRANCESCO	0,0013	02-apr-24
TORRENTE CHIESIMONE	MAS-2024	TORRENTE CHIESIMONE	0,0008	29-ott-24
TORRENTE CHIESIMONE	MAS-2024	TORRENTE CHIESIMONE	0,0018	02-set-24
TORRENTE CHIESIMONE	MAS-2024	TORRENTE CHIESIMONE	0,0007	01-lug-24
TORRENTE CHIESIMONE	MAS-2024	TORRENTE CHIESIMONE	0,0014	02-apr-24

TABELLA 13

4.1.1 PFAS in ARNO loc. Camaioni

Le concentrazioni superiori alle SQA Ma nella stazione sull'Arno MAS-108 in loc. Camaioni sono una realtà ormai da diverso tempo, almeno dal 2018 da quando sono iniziati i monitoraggi (Figura 27). Gli andamenti risultano altalenanti, ma con una predominanza di valori distribuiti sopra il valore soglia.

Valore medio 2018-2024	Valore SQA Ma
0,0008 µg/L	0,00065 µg/L

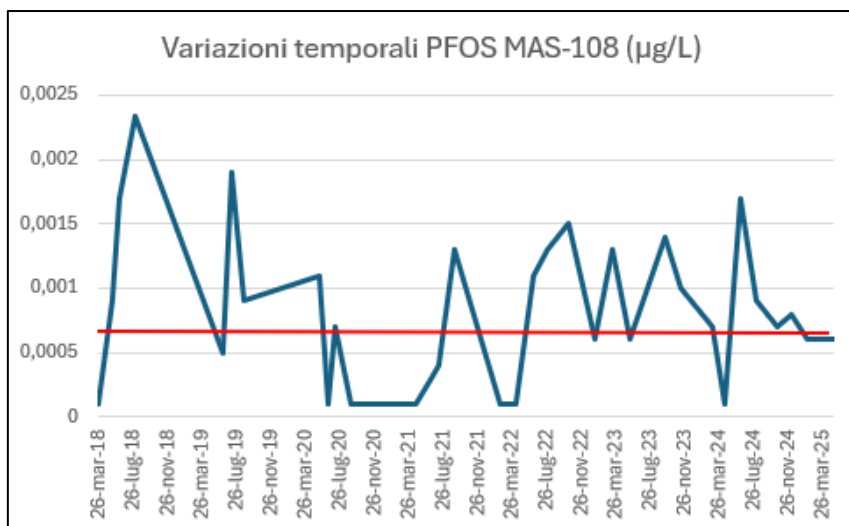


FIGURA 27 - ANDAMENTI DI PFOS PRESSO ARNO CAMAIONI MAS-108

Sono stati costruiti i box-plot delle distribuzioni delle serie annuali per capire come statisticamente sono cambiati i dati nel tempo (Figura 28): i monitoraggi iniziali del 2018 registravano valori in uno spettro più ampio, mentre col tempo si sono stabilizzati in un range più ristretto, sebbene con valori medi quasi sempre superiori al SQA-Ma. Nel 2024, anno del nostro focus, la distribuzione dei dati è concentrata in un range ristretto, ma si verificano massimi e minimi molto variabili.

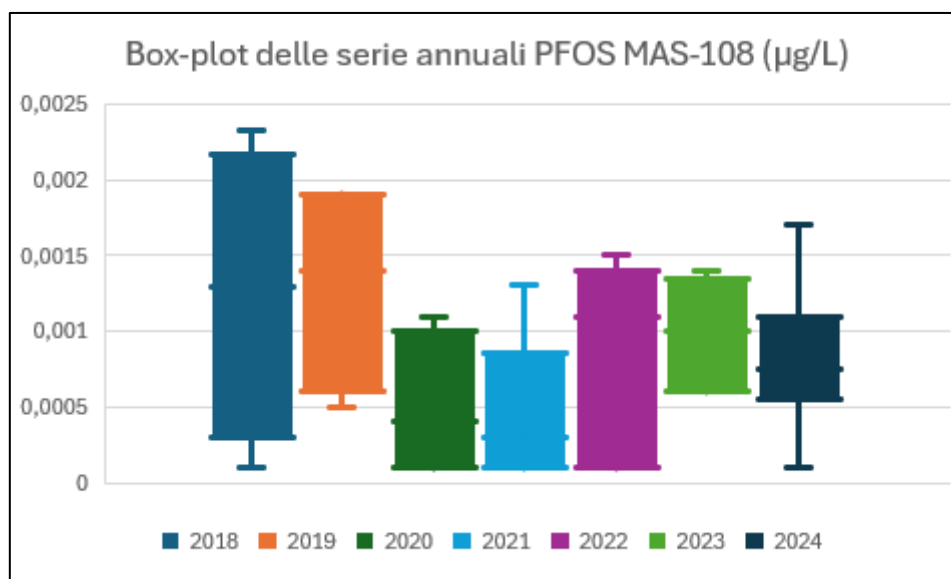


FIGURA 28 - BOXPLOT DELLE CONCENTRAZIONI DI PFOS ANNUALI PRESSO ARNO CAMAIONI MAS-108

Analizzando la distribuzione delle frequenze (Figura 29) risulta quanto segue:

- Il 58,3% dei valori supera il valore SQA 0,00065 µg/L;
- Il 30% dei dati rientrano nella classe tra 0,001 e 0,002 µg/L

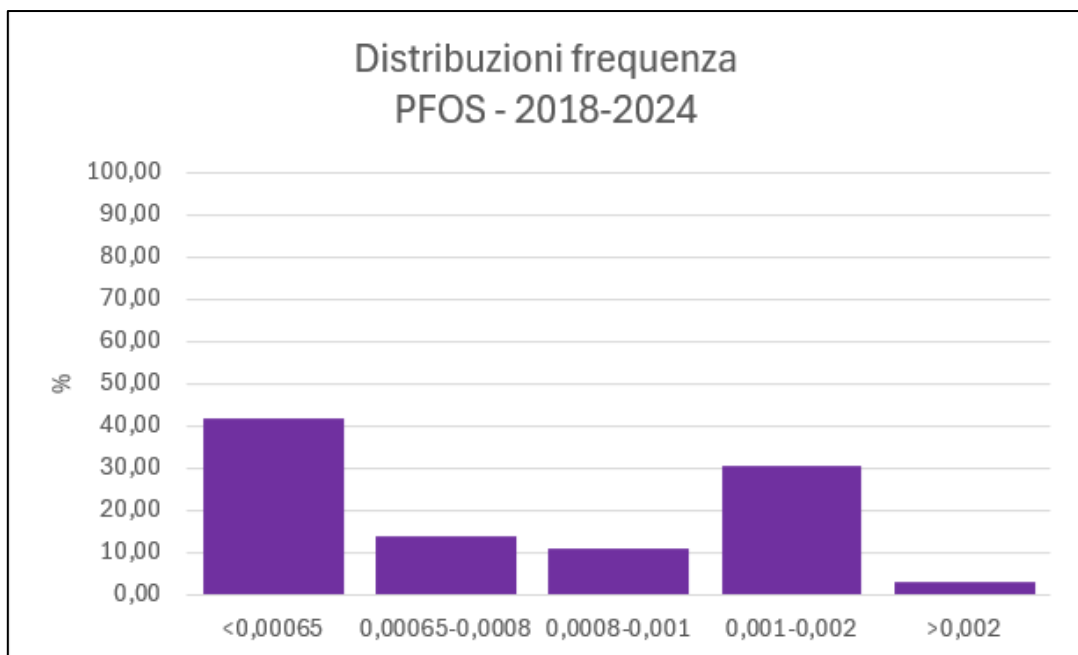


FIGURA 29 - DISTRIBUZIONI DI FREQUENZA DELLE CONCENTRAZIONI DI PFOS IN MAS-108 DAL 2018-2024

Analisi dei determinanti dei valori di PFOS in Fiume Arno loc. Camaioni MAS-108

A questo punto è lecito chiedersi quali siano le sorgenti predominanti di PFAS che si rinvencono in Arno in loc. Camaioni. Sono state ipotizzate due diverse sorgenti:

- Il contributo di PFAS derivante dagli scarichi del tessuto industriale pratese, apportato attraverso il Fiume Ombrone, che confluisce in Arno poco a monte della stazione di campionamento MAS-108;
- Il contributo di PFAS derivante dallo scarico del depuratore di San Colombano, anch'esso ubicato poco a monte della stazione di campionamento MAS-108.

Le due diverse ipotesi sono state analizzate individualmente come riportato nei paragrafi seguenti:

Il contributo del Torrente Ombrone

Al fine di verificare il contributo di PFAS derivante del tessuto industriale pratese, portato attraverso il Fiume Ombrone sono stati presi in considerazione gli esiti analitici dei monitoraggi sulla stazione MAS-130, ubicata poco a monte dell'immissione dell'Ombrone in Arno (Figura 30), considerando il dataset dal 2018 al 2024.



FIGURA 30 – UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO MAS-108 E MAS-130

Mettendo a confronto gli andamenti temporali dei valori di PFOS nelle due stazioni, si rileva che i valori nel MAS-130 Torrente Ombrone risultano sensibilmente più elevati di quelli nel MAS-108 Arno loc. Camaioni (Figura 31).

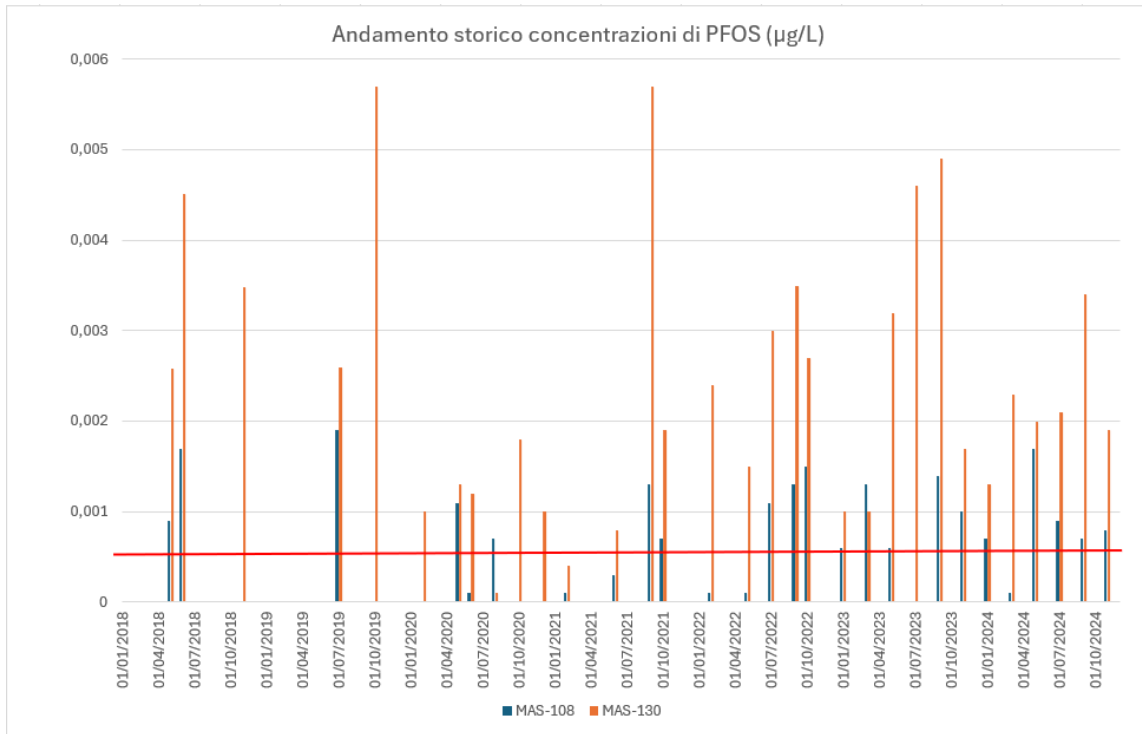


FIGURA 31 - ANDAMENTI DAL 2018 AL 2028 DI PFOS A MAS-108 E MAS-130

I boxplot di distribuzione dei dati dal 2018 al 2024 nelle due stazioni evidenzia in modo consistente quanto già visto nella serie temporale, ovvero una distribuzione spostata verso valori più elevati per il MAS-130 rispetto al MAS-108 (Figura 32).

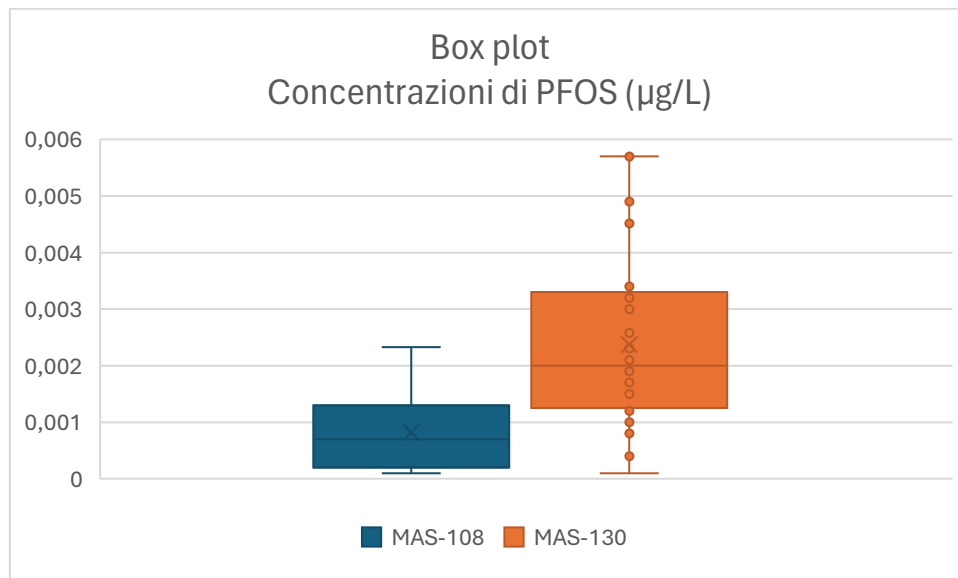


FIGURA 32 – BOXPLOT DISTRIBUZIONE VALORI DI CONCENTRAZIONE PFOS 2018-2024

Le concentrazioni di PFOS sono state rapportate alle portate dei corsi d'acqua, in modo da analizzare anziché le concentrazioni, i flussi di massa. A tal fine è stato fatto riferimento ai dati di portate giornaliere presenti nell'archivio storico dei pluviometri del Centro Funzionale Regionale della Toscana.

È stata considerata la stazione “Ponte a Signa” [TOS01004811](#) per la portata dell’Arno in loc. Camaioni, e la stazione “Poggio a Caiano” [TOS01004875](#) per le portate del Torrente Ombrone a monte della sua immissione in Arno.

Con il dato della portata è stato quindi calcolato il flusso di massa. L’analisi della correlazione delle serie di dati di flusso di massa per MAS-108 e MAS-130 non mostra una significativa dipendenza tra i dati (coefficiente di correlazione: 0,22). Al fine di effettuare valutazioni più significative e rappresentative, le serie di dati sono state “ripulite”, considerando solo i casi in cui il campionamento sul MAS-130 è stato eseguito nei giorni immediatamente precedenti al MAS-108.

Pertanto, a seguito della selezione dei dati “idonei”, la serie risulta ridotta a 9 campioni (Tabella14, Figura 33).

MAS-130				MAS-108			
Data	Portata [mc/s]	concentrazione PFAS (µ/L)	Flusso di massa PFAS µg/s	Data	Portata [mc/s]	concentrazione PFAS (µg/L)	Flusso di massa PFAS µg/s
11-giu-18	1,84	0,004516	8,31	12-giu-18	16,06	0,001695	27,22
13-mag-20	1,12	0,0013	1,46	19-mag-20	18,93	0,0011	20,82
15-feb-21	10,69	0,0004	4,28	22-feb-21	78,33	0,0001	7,83
14-giu-21	4,37	0,0008	3,50	15-giu-21	12	0,0003	3,60
07-feb-22	2,36	0,0024	5,66	16-feb-21	127,2	0,0001	12,72
06-mar-23	19,96	0,001	19,96	20-mar-23	119,08	0,0013	154,80
15-mag-23	4,67	0,0032	14,94	16-mag-23	113,21	0,0006	67,93
11-set-23	0,42	0,0049	2,06	19-set-23	7,18	0,0014	10,05

TABELLA 14

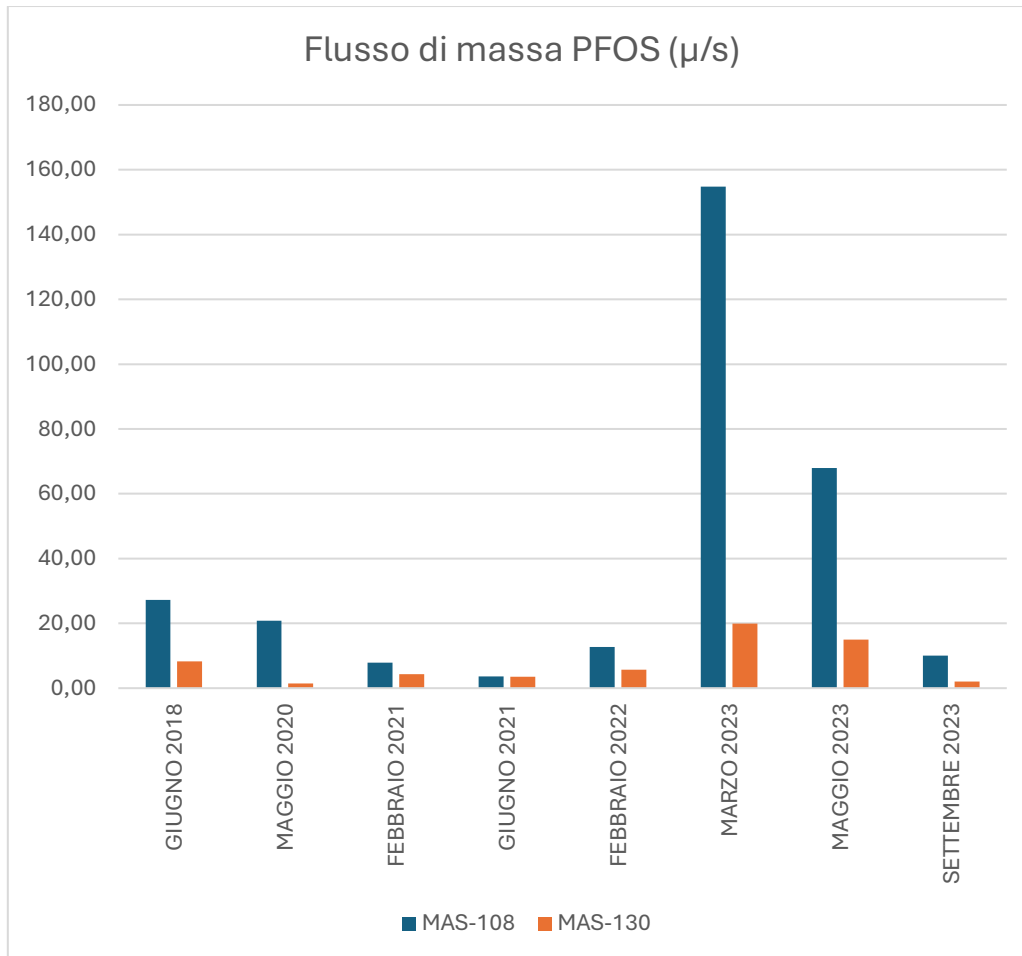


FIGURA 33 – CONFRONTO TRA ANDAMENTI NEL TEMPO DI PFOS IN MAS-108 E MAS-130

Ripetendo l'analisi di correlazione tra i flussi di massa di PFOS nei due corsi d'acqua, risulta **una correlazione medio elevata tra le due serie di dati con significatività statistica apprezzabile**(coefficiente di correlazione di Spearman: 0,7, $p=0,07 < 0,1$).

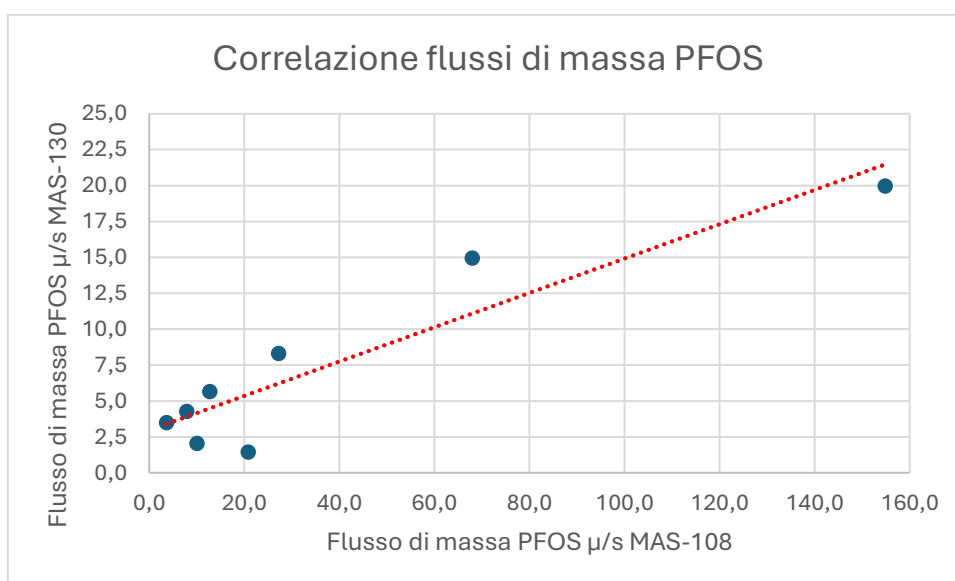


FIGURA 34 – CORRELAZIONE TRA FLUSSO DI MASSA PFOS T.OMBRONE E ARNO LOC. CAMAIONI

Sono state infine messe in relazione le concentrazioni medie annue con le portate medie annue per valutarne il contributo percentuale (Tabella15, Figura 35): si rileva che il contributo dell’T. Ombrone, in termini di apporto di PFOS nel F. Arno è altalenante, con una tendenza in aumento nel tempo.

ANNO	MAS-108			MAS-130			Contributo (%)
	Portata media annua [mc/s]	Concentrazione media annua PFAS (µg/L)	Flusso di massa PFAS (µg/s)	Portata media annua [mc/s]	Concentrazione media annua PFAS (µg/L)	Flusso di massa PFAS (µg/s)	
2018	67,20	0,00126	84,42	6,08	0,00353	21,43	25,38
2019	44,76	0,00110	49,24	7,12	0,00415	29,56	60,04
2020	44,69	0,00050	22,34	5,64	0,00107	6,02	26,92
2021	55,26	0,00048	26,71	9,16	0,00220	20,15	75,44
2022	28,49	0,00082	23,36	4,74	0,00248	11,76	50,33
2023	20,94	0,00098	20,52	8,83	0,00273	24,14	117,65
2024	48,16	0,00058	39,33	10,31	0,00217	22,33	56,79

TABELLA 15

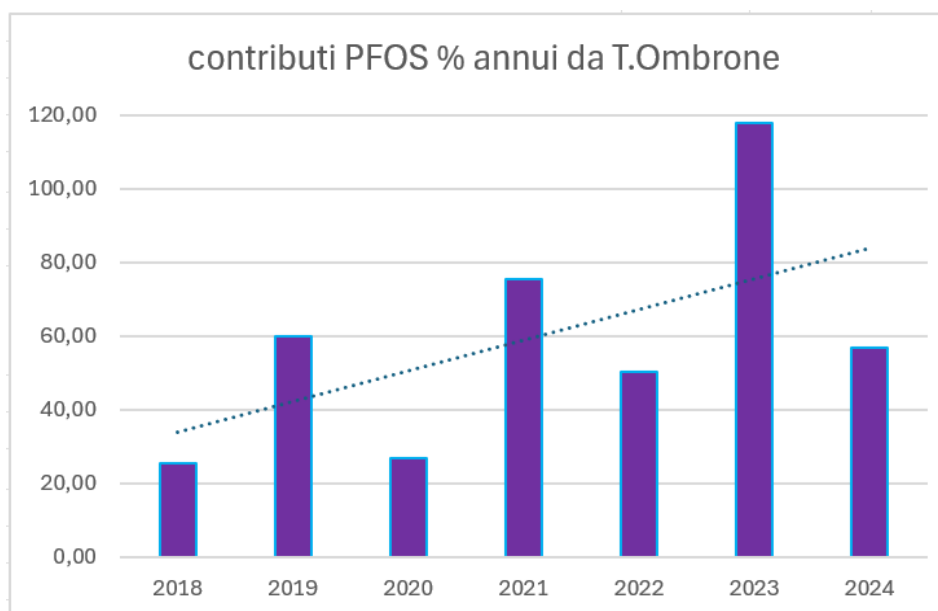


FIGURA 35 – CONTRIBUTO PERCENTUALE ANNUO DI PFOS DA T.OMBRONE IN ARNO

Il contributo dello scarico dell'ID San Colombano

La verifica del contributo ai valori di PFOS dagli scarichi dei depuratori è stata eseguita in prima fase con la ricerca di un'eventuale correlazione tra il parametro PFOS con i parametri dei nutrienti (azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto totale e fosforo totale) presso la stessa stazione MAS-108.

Data	(PFOS) - µg/L	Azoto	Azoto nitrico -	Azoto totale -	Fosforo totale
06-mag-25	0,00060	0,56	0,80	4,10	1,54
05-feb-25	0,00060	0,38	1,40	2,00	0,09
14-nov-23	0,00100	0,53	1,60	2,30	0,67
19-set-23	0,00140	0,67	2,70	4,40	0,36
16-mag-23	0,00060	0,50	1,00	1,60	0,14
20-mar-23	0,00130	1,70	1,30	3,70	0,32
17-gen-23	0,00060	0,98	1,50	2,80	0,29
11-ott-22	0,00150	0,32	3,90	5,20	0,43
02-ago-22	0,00130	0,90	3,90	6,90	0,42
14-giu-22	0,00110	0,11	0,40	3,50	0,25
12-apr-22	0,00010	0,24	1,60	2,50	0,14
16-feb-22	0,00010	0,20	1,30	2,00	0,15
22-ago-19	0,00090	0,44	5,20	6,80	0,33
09-lug-19	0,00190	1,50	1,90	6,00	0,46
11-giu-19	0,00050	0,33	1,00	2,70	0,23

TABELLA 16

Gli indici di correlazione di Spearman hanno restituito quanto segue:

- PFOS vs Azoto Totale: 0,69, $p=0,004 > 0,05$ → correlazione moderatamente forte, con elevata significatività statistica (Figura 36)
- PFOS vs Azoto ammoniacale: 0,47, $p=0,07 < 0,1$ → correlazione moderata, con apprezzabile significatività statistica
- PFOS vs Azoto nitrico: 0,47, $p=0,08 < 0,1$ → correlazione moderata, con apprezzabile significatività statistica
- PFOS vs Fosforo Totale: 0,63 $p=0,01 < 0,05$ → correlazione moderatamente forte, con elevata significatività statistica

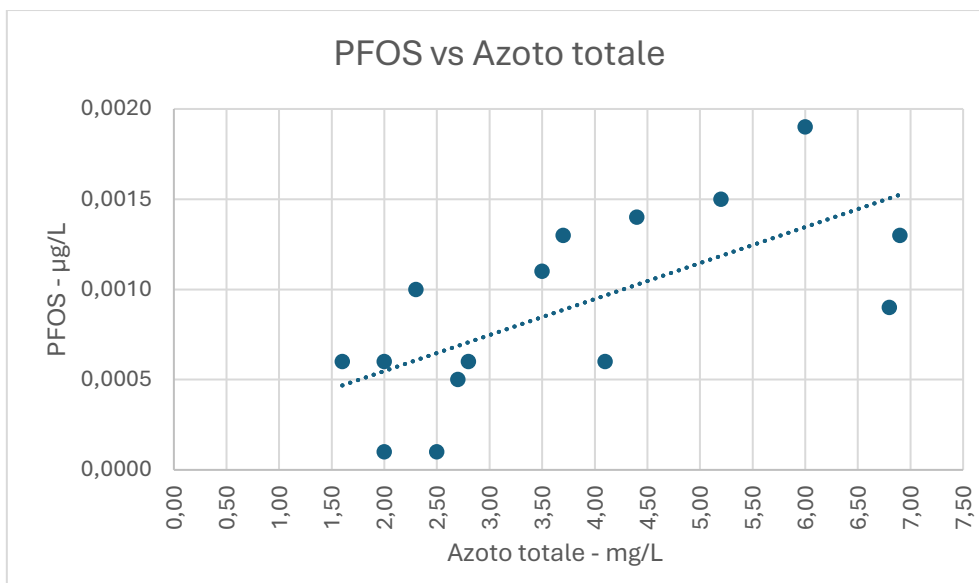


FIGURA 36- CORRELAZIONE PFOS VS AZOTO TOTALE

Da questa prima analisi, PFOS sembra associarsi soprattutto (anche se in modo non spiccato) a Azoto totale e Fosforo totale, indicando eventuali fonti comuni di contaminazione, che possono essere ricercate in scarichi civili/industriali.

Per confermare quanto moderatamente emerso dalle analisi descritte, in seconda fase è stato eseguito un campionamento “ad hoc” delle acque di scarico dell’impianto di depurazione più prossimo al sito di campionamento, ovvero l’ID San Colombano, ai fini della ricerca dei PFAS.

Si fa presente che ad oggi non sono presenti limiti nazionali per gli scarichi in acque superficiali.

Gli esiti analitici hanno portato in luce una concentrazione di PFOS nelle acque di scarico pari a 0,0023 µg/L, ovvero **circa un ordine di grandezza superiore** alle concentrazioni rinvenute in Arno loc. Camaioni.

Purtroppo, l’Arno a Camaioni non è stato monitorato nel medesimo periodo, per un confronto diretto dei dati delle concentrazioni di PFAS; quindi, per valutare il contributo dello scarico sono stati utilizzati dati indiretti derivati da elaborazioni.

Considerato che la portata dell’Arno è soggetta ad ampie variazioni stagionali in funzione al regime delle precipitazioni, per avere un flusso di massa di PFOS in Arno confrontabile con quello del depuratore di San Colombano, si è ritenuto opportuno prendere come riferimento la portata media del giorno 2 settembre (giorno di campionamento dello scarico del depuratore) negli ultimi 10 anni (2015-2025) (dati da archivio storico Servizio Idrologico Regionale – Regione Toscana, stazione Ponte a Signa). Utilizzare la portata media annua avrebbe spostato la portata su valori troppo elevati, non verosimili per il periodo dell’anno in oggetto. Alla luce di ciò, la portata dell’Arno risulta particolarmente bassa, in considerazione delle scarse precipitazioni dei mesi estivi.

Come riferimento della concentrazione è stato utilizzato il valore medio annuo più recente (2024) rilevato in Arno loc. Camaioni.

Presso l’impianto di depurazione di San Colombano, è stata misurata la quantità di acqua di scarico transitata nelle 24 ore, e pertanto calcolata la portata dello scarico del giorno di campionamento. Si

evidenza che le portate del Depuratore di San Colombano si presentano pressoché costanti, con una media per il 2025 di 2,1 mc/s.

Dunque, risultano a questo punto confrontabili le due portate “giornaliere”. A partire dai dati descritti sono stati calcolati i flussi di massa di PFOS rispettivamente in Arno presso MAS-108 e IDL San Colombano, che hanno mostrato quanto riportato nelle tabelle seguenti:

MAS-108			ID San Colombano			
Portata media del giorno 2 settembre dal 2015 al 2025 [mc/s]	Concentrazione media 2024 PFAS (µg/L)	Flusso di massa medio 2024 PFAS µg/s	Data	Portata [mc/s]	Concentrazione PFAS (µg/L)	Flusso di massa PFAS µg/s
9,54	0,00082	7,79	02/09/2025	1,79	0,0023	4,12

TABELLA 17

Questi dati evidenziano che il contributo di PFAS in Arno Camaioni (in condizioni di portata di magra) dall’ID San Colombano è pari a circa il **52,8%**.

Tuttavia, le considerazioni sul contributo dell’impianto di depurazione potranno essere in futuro verificate ed eventualmente confermate, attraverso ulteriori determinazioni del parametro PFOS (e PFAS in generale) sulle acque di scarico.

Conclusioni

A seguito dell’elaborazione dei dati si conclude che entrambe le sorgenti considerate (Torrente Ombrone e scarico ID San Colombano) concorrono ad apportare un contributo significativo ai valori di PFAS rilevato in Arno loc. Camaioni.

4.1.2 Superamenti di PFOS su Chiesimone

Nel 2024 sono stati verificati superamenti della SQA-Ma di PFOS nel Torrente Chiesimone.

Purtroppo, la serie storica non risulta particolarmente nutrita, in quanto sono disponibili solo i monitoraggi degli anni 2021 e 2024 per questo parametro: nel 2021 risulta qualche superamento sporadico, mentre nel 2024 il superamento risulta quasi costante (Figura 37, Figura 38).

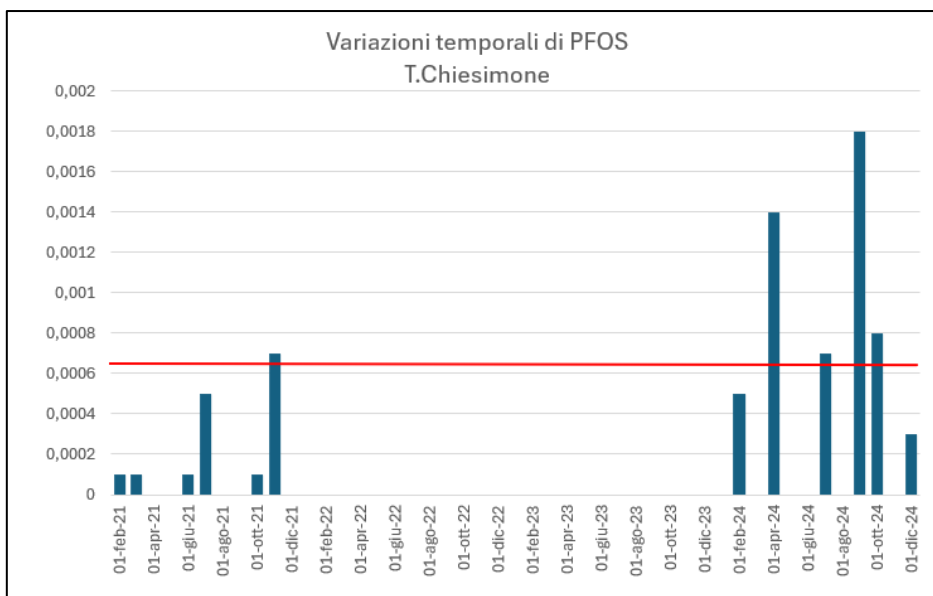


FIGURA 37 – ANDAMENTI DI PFOS NEL T. CHIESIMONE MAS-2024

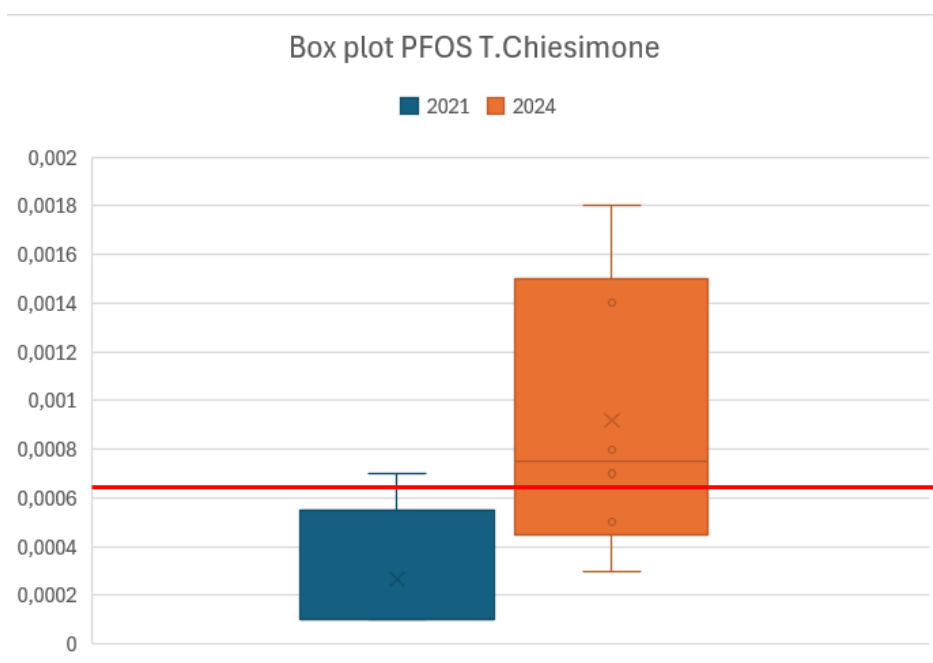


FIGURA 38 – DISTRIBUZIONE DEI DATI DI CONCENTRAZIONE PFOS NEL T. CHIESIMONE MAS-2024

Il torrente Chiesimone è un breve affluente in destra del Fiume Arno, che per la maggior parte del suo percorso attraversa zone rurali, scarsamente urbanizzate. Nel suo tratto più a valle invece incontra la zona industriale di Prulli a Reggello, dove sono presenti vari stabilimenti.

Tra questi stabilimenti è risultato di particolare interesse l’impianto industriale dell’Istituto De Angelis S.r.l., il quale risulta, dalla documentazione in nostro possesso, avere uno scarico di acque reflue industriali in acque superficiali nel Torrente Chiesimone, le cui coordinate del punto di scarico sono ubicate circa 700 m a monte del punto di campionamento (Figura 39).

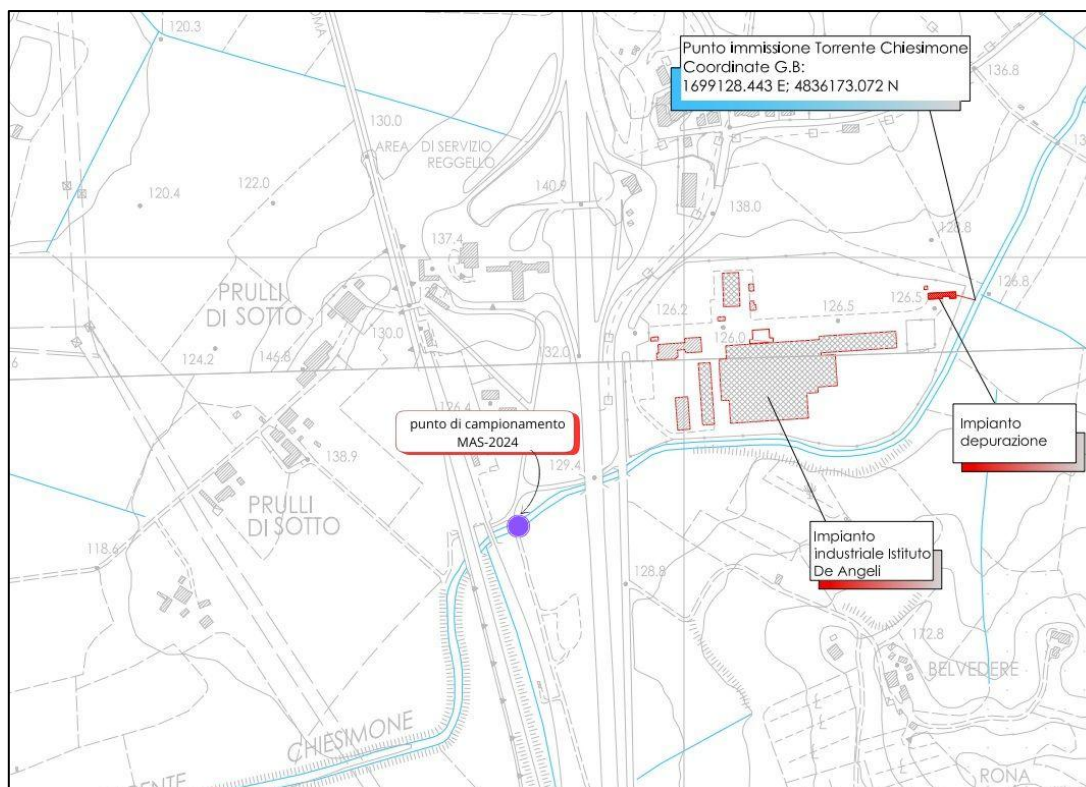


FIGURA 39- UBICAZIONE DELLO SCARICO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLO STABILIMENTO RISPETTO AL PUNTO DI CAMPIONAMENTO DI MAS-2024

Lo stabilimento in oggetto (De Angelis S.r.l.) svolge attività di fabbricazione medicinali e altri preparati farmaceutica.

Fra vari settori industriali che interagiscono con le sostanze PFAS c'è anche il settore farmaceutico: in questo ambito l'utilizzo di PFAS deriva dall'inclusione di materie prime utilizzate nella sintesi, reagenti, gli stessi principi attivi, oltre che materiali per il packaging farmaceutico primario e secondario.

Al fine di verificare se lo stabilimento citato potesse essere la sorgente dei PFOS rinvenuti nel T. Chiesimone, in data 18/11/2025 è stato effettuato un campionamento mirato dello scarico del depuratore dell'azienda farmaceutica: i Rapporti di Prova evidenziano concentrazioni al di sotto dei limiti di rilevabilità per tutte le specie della famiglia PFAS.

È tuttavia da evidenziare che il limite di rilevabilità dei PFOS per le analisi sulle acque di scarico è pari a 2,0 ng/L, ovvero 10 volte superiore al limite di rilevabilità dei PFOS per le analisi sulle acque superficiali (0,2 ng/L): in assenza di un valore quantificabile di PFOS nello scarico, non è stato possibile un confronto diretto con i dati misurati nel torrente, in quanto i valori riscontrati nel torrente Chiesimone si inseriscono in un intervallo compreso tra 0,0007 e 0,0018 µg/L (0,7 – 1,8 ng/L), inferiori ai limiti di rilevabilità negli scarichi.

Premettendo che i monitoraggi sul torrente Chiesimone sono stati svolti in periodi diversi dal campionamento allo scarico in ditta, con i limiti del caso, una prima inferenza riguardo alla possibile rilevanza dello scarico sulla concentrazione di PFAS nel torrente si può fare tenendo conto della diluizione tipica dello scarico in base a portate realistiche del torrente. Dai dati di distribuzione delle portate stimati dall'Autorità di Bacino del fiume Arno ("Piano di Bacino - Stralcio Bilancio Idrico" redatta da Autorità di Bacino Fiume Arno aggiornato nel 2010), riportati nel grafico sottostante (Figura 40), si

ricava che per l'80% dell'anno la portata del torrente è superiore ai 100 litri secondo. Essendo lo scarico medio campionato pari a circa 3 litri secondo, ne deriva un fattore di diluizione di almeno 1:30 nel corso d'acqua, pertanto se lo scarico mantiene una concentrazione di PFOS inferiore a 2,0 ng/L, come in occasione del controllo effettuato, non produce (nell'80% dell'anno) concentrazioni di PFOS superiori a 0,07 ng/L ovvero circa 1/10 dello SQA. Pertanto, pare improbabile che la contaminazione da PFOS delle acque del torrente sia stata determinata dallo scarico della "Istituto de Angeli srl".



*Autorità di Bacino
del fiume Arno*

**Piano di Bacino
Stralcio "Bilancio Idrico"**

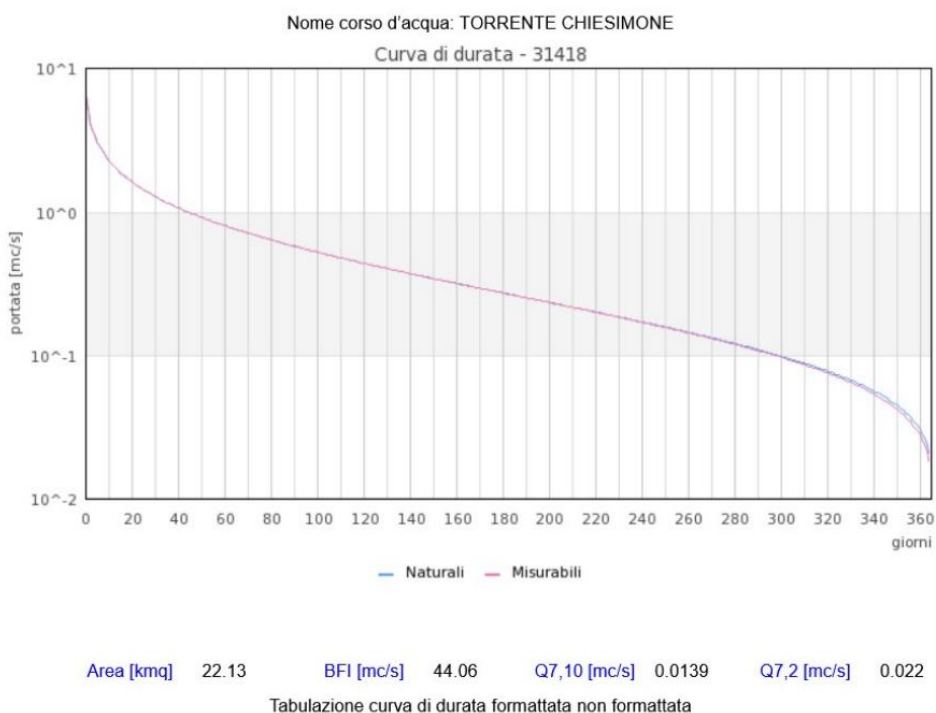


FIGURA 40 – ESTRATTO DA STRALCIO BILANCIO IDRICO – PIANO DI BACINO FIUME ARNO – PORTATA TORRENTE CHIESIMONE

Considerata la correlazione riscontrata con i composti azotati e la presenza di aree coltivate in corrispondenza del corso idrico (par. 3.1), un'altra ipotesi potrebbe essere che i PFOS siano legati ai fitofarmaci.

Al fine di chiarire le cause di questi superamenti, si prevede di effettuare nel 2026 uno specifico monitoraggio di indagine in corrispondenza della stessa stazione di campionamento del 2024.

Si sottolinea che con DGRT 1589/2024 sono state riviste e aggiornate le coordinate dei punti di monitoraggio; pertanto, dal 2025 il punto di campionamento del Torrente Chiesimone MAS-2024 è stato spostato più a monte in un contesto naturale e poco antropizzato; pertanto, non più interessato dall'impatto degli stabilimenti nella zona industriale.

4.2 Antiparassitari e fitofarmaci

I prodotti fitosanitari (sostanze attive e i loro formulati), utilizzati in agricoltura per consentire elevati standard di qualità nelle produzioni agricole, rappresentano un fattore di pressione rilevante per la risorsa idrica. La presenza di residui nelle acque è correlata a processi di scorrimento superficiale, drenaggio laterale o percolazione dalle superfici agricole trattate. La maggior parte di queste sostanze è costituita da molecole di sintesi generalmente pericolose per tutti gli organismi viventi. In funzione delle caratteristiche molecolari, delle condizioni di utilizzo e di quelle del territorio, queste sostanze possono essere ritrovate nei diversi comparti dell'ambiente (aria, suolo, acqua, sedimenti) e nei prodotti agricoli, e possono costituire un rischio per l'uomo e per gli ecosistemi, con un impatto immediato e nel lungo termine.

L'applicazione della Direttiva 2000/60/CE ha introdotto notevoli difficoltà sia analitiche, sia di campionamento; in particolare, per i fitofarmaci e altri microinquinanti, sono previsti Standard di Qualità con concentrazioni molto basse.

I fitofarmaci appartengono sia all'elenco delle sostanze chimiche prioritarie, quali sostanze prioritarie/pericolose che contribuiscono alla classificazione dello Stato Chimico, sia all'elenco delle sostanze chimiche non prioritarie, contribuendo quindi a supportare l'attribuzione della classe di Stato Ecologico (tab 1A e 1B D.Lgs 172/2015).

Per tutti i pesticidi, inclusi i metaboliti non presenti esplicitamente nell'elenco degli inquinanti specifici, il decreto prevede che si applichi cautelativamente uno standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo pari a 0,1 µg/l. Le sostanze Glifosate, AMPA e Glufosinate di Ammonio ricadono in questo caso.

Nell'attività di monitoraggio 2024 le sostanze antiparassitarie/fitofarmaci ricercate sono state complessivamente 102.

Si sono registrati superamenti SQA-MA di antiparassitari e fitofarmaci in corrispondenza (Tabella 18):

- dell'asta principale dell'Arno presso le stazioni Matassino (MAS-106) e Anconella (MAS-503) relativamente alle sostanze AMPA (prodotto di degradazione del glifosato);
- del Lago Fabbrica relativamente a vari composti;
- del Torrente Chiesimone per Imidacloprid.

Stazione Id	Stazione Nome	Parametro Nome	Valore	Data	Sqa Ma
MAS-503	FIUME ARNO - ANCONELLA	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA) - µg/L	0,421	02-set-24	0,1
MAS-503	FIUME ARNO - ANCONELLA	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA) - µg/L	0,181	05-feb-24	0,1
MAS-106	ARNO PRESA FIGLINE MATASSINO	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA) - µg/L	0,214	29-ott-24	0,1
MAS-106	ARNO PRESA FIGLINE MATASSINO	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA) - µg/L	0,64	01-lug-24	0,1
MAS-608	LAGO FABBRICA 1	DIMETOMORF - µg/L	0,183	23-set-24	0,1
MAS-608	LAGO FABBRICA 1	CHLORANTRANILIPROLE - µg/L	0,241	23-set-24	0,1
MAS-608	LAGO FABBRICA 1	DIMETOMORF - µg/L	0,219	08-lug-24	0,1
MAS-608	LAGO FABBRICA 1	DIMETOMORF - µg/L	0,219	08-lug-24	0,1
MAS-608	LAGO FABBRICA 1	DIMETOMORF - µg/L	0,397	29-mag-24	0,1
MAS-2024	TORRENTE CHIESIMONE	IMIDACLOPRID - µg/L	0,163	02-dic-24	0,1

Tabella 18

Tuttavia, al di là dei superamenti, sono state rinvenute in numerosi corpi idrici, con concentrazioni al di sopra dei limiti di rilevabilità, sostanze antiparassitarie e fitofarmaci **il cui utilizzo risulta revocato dalle norme vigenti** (fonte: Banca Dati dei prodotti fitosanitari del Ministero della Salute www.fitosanitari.salute.gov.it), (Tabella19):

Principio attivo	Stato
Metolacloclor-S	Revocato
Imidacloprid	Revocato
Metalaxyl-M	Revocato
Oxadiazon	Revocato
Dimethomorph	Revocato
Pendimetalin	Revocato
Terbutilazina	Revocato
Spirotetramat	Revocato
Benalaxil	Revocato
Diuron	Revocato

Tabella 19

In particolare, si riportano nella Tabella 20 i prodotti fitosanitari revocati, rilevati nei corsi d'acqua oggetto di monitoraggio 2024:

MAS-108 ARNO LOC. CAMAIONI	METOLACLOR-S PENDIMETALIN TERBUTILAZINA METALAXIL-M IMIDACLOPRID DIMETOMORF OXADIAZON
MAS-503 ARNO LOC. ANCONELLA	METOLACLOR-S
MAS-517 FIUME PESA VALLE	METALAXIL-M
MAS-121 FIUME SIEVE VALLE	IMIDACLOPRID
MAS-2024 TORRENTE CHIESIMONE	IMIDACLOPRID
MAS-541 FOSSO REALE (2)-TORRENTE	SPIROTETRAMAT
MAS-609 LAGO CHIOSTRINI	IMIDACLOPRID
MAS-608 LAGO FABBRICA	DIMETOMORF
MAS-605 LAGO ISOLA	IMIDACLOPRID

TABELLA 20

Le cause potrebbero essere ricercate tra le seguenti:

1. Persistenza ambientale: si tratta per la maggior parte di sostanze chimicamente stabili, con una elevata persistenza nel suolo e nelle acque. Questo significa che possono rimanere nell'ambiente per anni dopo l'uso, continuando a contaminare le acque anche se non vengono più applicati direttamente. Inoltre, si tratta di sostanza in genere altamente solubili in acqua, che quindi possono facilmente migrare dal suolo ai corpi idrici attraverso il deflusso superficiale.

2. Uso autorizzato in altri contesti: alcune di queste sostanze (es. imidacloprid) sono anche usate come biocida in ambiti non agricoli (es. disinfestazioni urbane, trattamenti su animali domestici), e queste applicazioni non sempre sono soggette agli stessi controlli ambientali.

3. Utilizzo non autorizzato: alcuni prodotti potrebbero essere stati utilizzati illegalmente o in modo improprio, contribuendo alla sua presenza residua.

4.2.1 AMPA

L'acido aminometilfosfonico (AMPA) è un composto chimico si forma come metabolita del glifosato, attraverso processi di degradazione nel suolo, nell'acqua o nei tessuti vegetali.

Nell'ambito del monitoraggio 2024 è stato ricercato solo in n.4 stazioni:

MAS-131	PESA - PRESA SAMBUCA
MAS-106	ARNO PRESA FIGLINE MATASSINO
MAS-503	FIUME ARNO – ANCONELLA
MAS-608	LAGO FABBRICA

Le sostanze AMPA hanno mostrato valori critici in corrispondenza di entrambi i tratti dell’asta principale dell’Arno, in modo pressoché costante dal 2015, seppur con andamento altalenante (Figura 41, Figura 42).

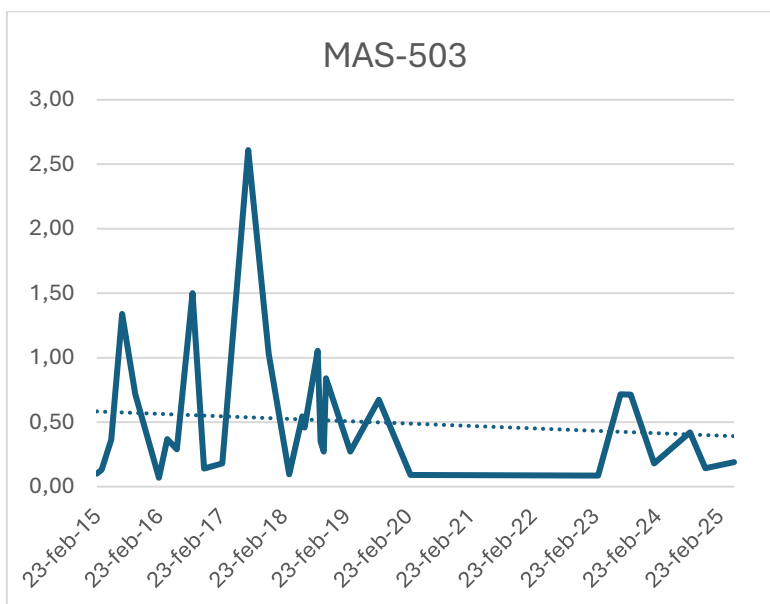


FIGURA 41 – ANDAMENTO DI AMPA IN ARNO LOC. ANCONELLA MAS-503

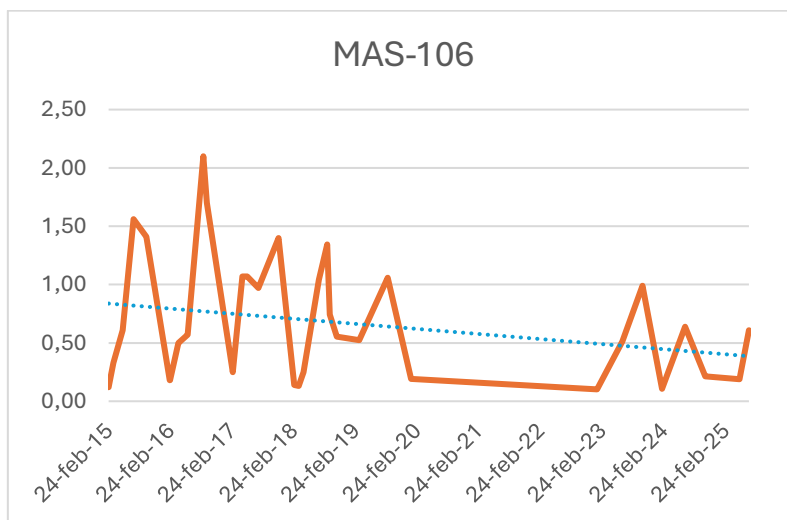


FIGURA 42– ANDAMENTO DI AMPA IN ARNO LOC. MATASSINO MAS-106

È stata effettuata un’analisi statistica dei dati storici dal 2015 al 2024 presso le stazioni MAS-106 e MAS-503, estraendo i dati dal database del SIRA (Tabella 21, Figura 43, Figura 44).

	MAS-503	MAS-106
min	0,07	0,10
quartile 1	0,14	0,19
quartile 2	0,35	0,55
quartile 3	0,71	1,05
max	2,61	2,10

TABELLA 21

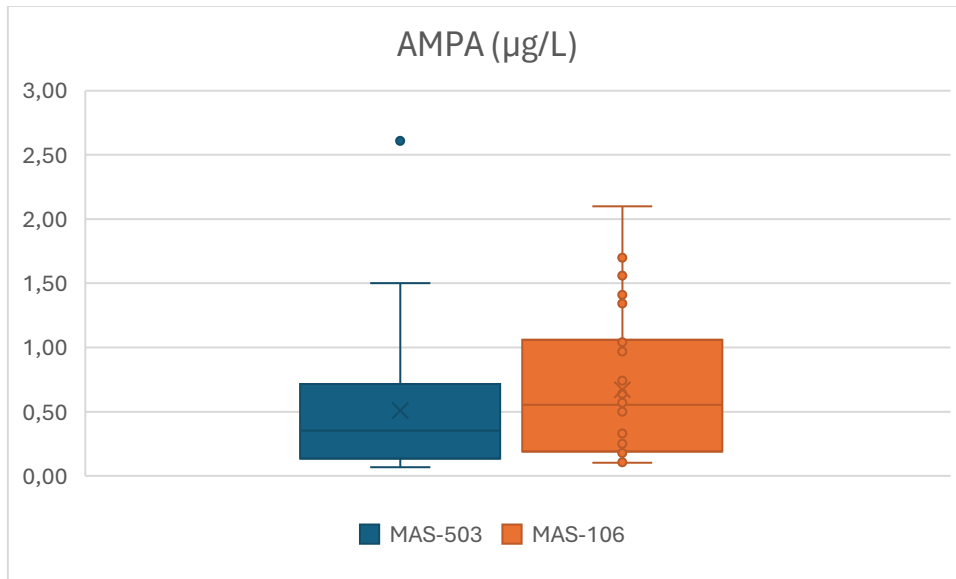


FIGURA 43 – BOXPLOT DELLA DISTRIBUZIONE DEI DATI DI CONCENTRAZIONE AMPA IN ARNO (DATI 2015-2024)

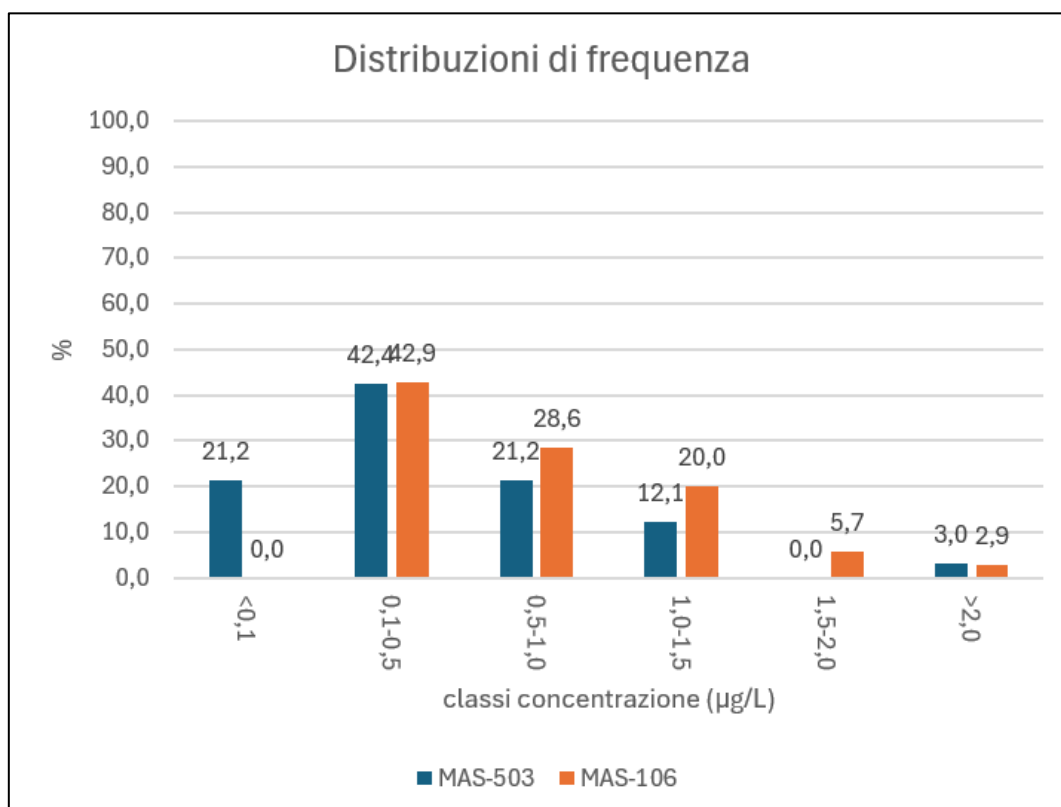


FIGURA 44 – DISTRIBUZIONI DI FREQUENZA DEI DATI DELLE CONCENTRAZIONI DI AMPA IN ARNO (DATI 2015-2024)

Di seguito alcune considerazioni sulla distribuzione di frequenza dei valori AMPA dal 2015 al 2024:

- MAS-503: la classe (0,1–0,5 µg/L) rappresenta il 42,4% dei valori, solo il 21,2% dei valori è inferiore alla soglia SQA-Ma
- MAS-106: nessun valore è inferiore alla soglia (<0,1 µg/L), la classe (0,1–0,5 µg/L) rappresenta il 42,9% dei valori

L'indice di correlazione tra i dati delle concentrazioni 2015-2024 di AMPA in Arno tra loc. Anconella (MAS-503) e loc. Matassino (MAS-106) è fortemente elevato (correlazione di Spearman pari a 0,9), con significatività statistica molto elevata ($p=6,5 \cdot 10^{-8} < 0,05$) (Figura 45).

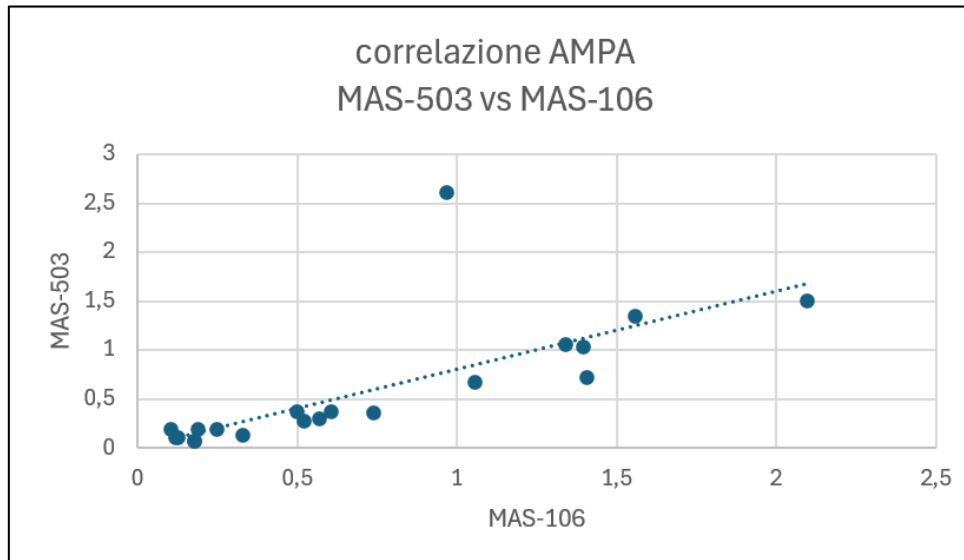


FIGURA 45 - CORRELAZIONE AMPA TRA ARNO LOC. MATASSINO (MAS-106) E LOC. ANCONELLA (MAS-503)

4.2.2 Lago Fabbrica

Il lago Fabbrica è un invaso artificiale ubicato nel Comune di San Casciano Val di Pesa, che costituisce una riserva idrica per i Comuni di San Casciano e Tavarnelle, utilizzato da parte del gestore Publiacqua (Figura 46).



FIGURA 46 -LAGO FABBRICA (FOTO SATELLITARE)

Il lago ha presentato superamenti nel 2024 di Dimetomorf e Chlorantraniliprole (Valore Sqa Ma = 0,1 µg/L) .

Codice	Nome	Parametro	Data	Valore
MAS-608	LAGO FABBRICA 1	CHLORANTRANILIPROLE - µg/L	23-set-24	0,241
MAS-608	LAGO FABBRICA 1	DIMETOMORF - µg/L	23-set-24	0,183
MAS-608	LAGO FABBRICA 1	DIMETOMORF - µg/L	08-lug-24	0,219
MAS-608	LAGO FABBRICA 1	DIMETOMORF - µg/L	29-mag-24	0,397

TABELLA 22

Il Dimetomorf è un fungicida endoterapico utilizzato per il controllo della peronospora della vite (*Plasmopara viticola*), agendo contro il fungo patogeno. È efficace contro le infezioni e ha un'azione curativa e antisporulante, ma il suo uso è stato soggetto a restrizioni significative, con un divieto previsto per il 2025, rendendo necessario un'attenta pianificazione con prodotti alternativi e strategie di gestione integrate.

Il Clorantraniliprole è una sostanza attiva insetticida utilizzata su vite per il controllo dei lepidotteri, agendo principalmente per ingestione e contatto sulle larve.

Le variazioni storiche delle concentrazioni di Dimetomorf in corrispondenza di Lago Fabbrica (Figura 47), mostrano che la problematica non è nuova, ma sebbene andamenti altalenanti, più volte si sono verificati superamenti del valore SQA-Ma.

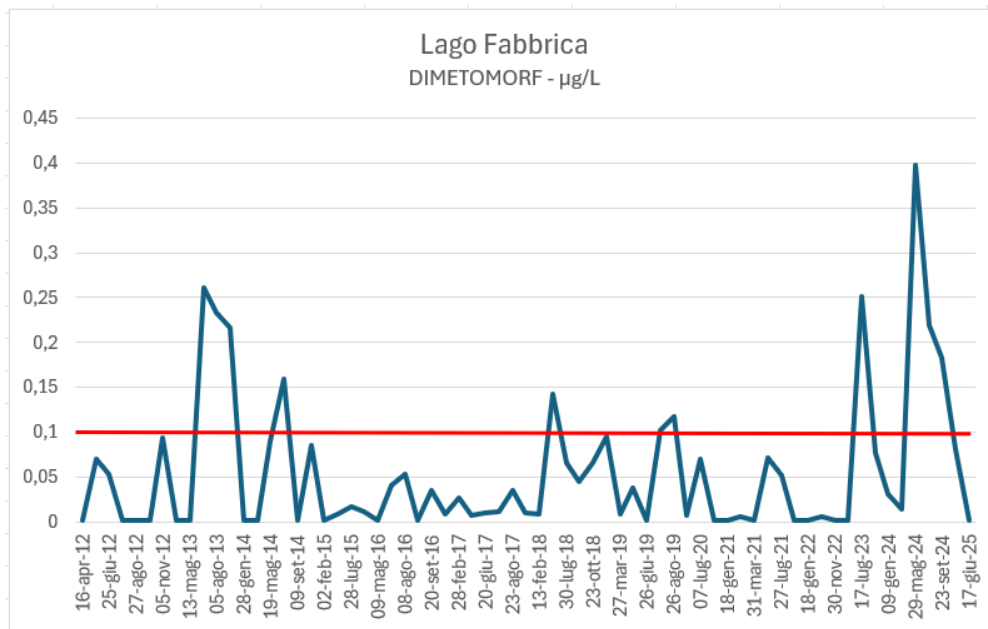


FIGURA 47 - ANDAMENTI STORICI DI DIMETOMORF IN LAGO FABBRICA

Da un esame della Carta dell'Uso e Copertura del suolo della Regione Toscana, anno 2019 (Figura 48), si rileva che il lago è circondato per la maggior parte da boschi di latifoglie; tuttavia, non mancano estese superfici di seminativi nella zona nord- nordovest e vigneti nella zona sudest. Si ritiene che la sorgente di questi composti possa essere individuata nell'utilizzo di fitofarmaci in queste ultime superfici adiacenti al lago.



FIGURA 48 - ESTRATTO DA CARTA USO E COPERTURA DEL SUOLO REGIONE TOSCANA, 2019 – GEOSCOPIO

È da tenere oltremodo presente che il Lago Fabbrica rappresenta un “POT” ovvero un punto di prelievo per la potabilizzazione delle acque, e pertanto soggetto ad aree di salvaguardia. Sulla base della recente DGRT 38/2026 “D. Lgs. 152/2006 - Attuazione dell’art. 94, comma 1 – Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni del servizio idrico integrato. Comuni di Barberino Tavarnelle, Poggibonsi, San Casciano in Val di Pesa e Radicondoli”, che ha ridefinito la perimetrazione delle aree di salvaguardia, risulta che il vigneto a sudest, così come parte delle aree agricole adiacenti, rientrano all’interno dell’area di salvaguardia (Figura 49). Pertanto il Dipartimento di Firenze, si attiverà con controlli mirati per chiarire la provenienza dei fitofarmaci e verificare il corretto utilizzo degli stessi.

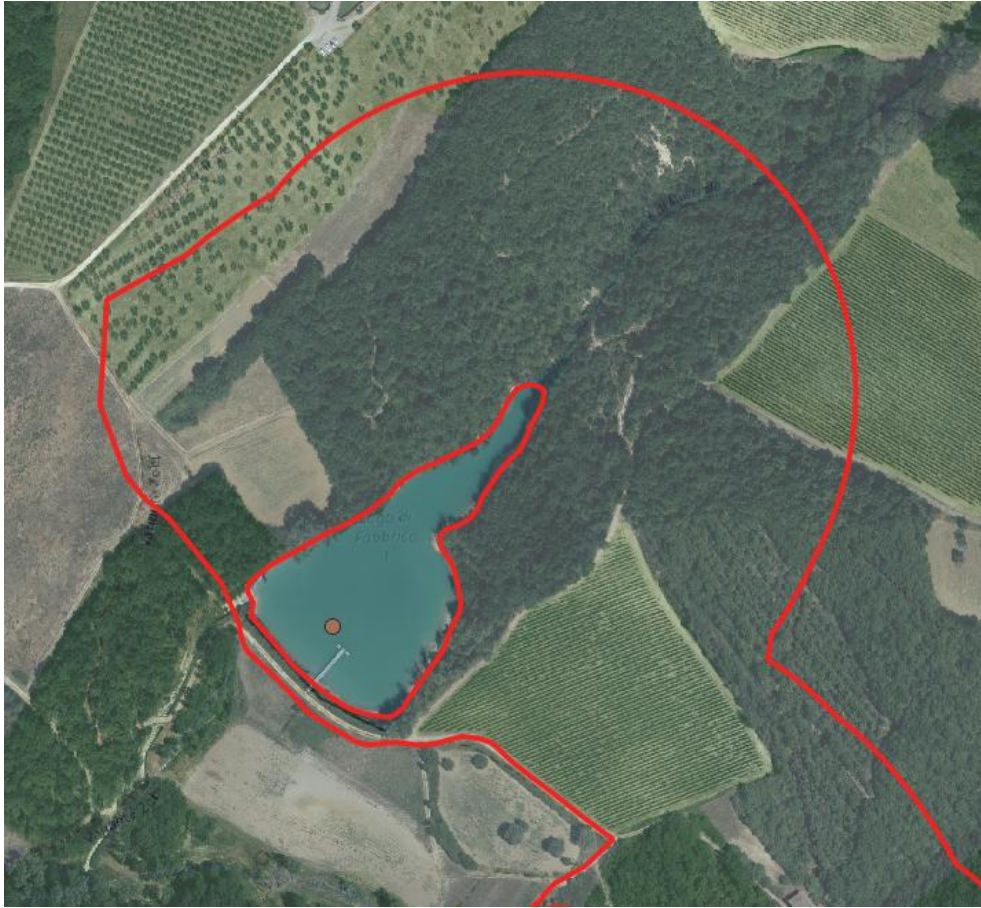


FIGURA 49 – PERIMETRAZIONE AREA DI SALVAGUARDIA LAGO FABBRICA (DGRT 38/2026)

4.2.3 *Torrente Chiesimone*

Per quanto invece riguarda il superamento di Imidacloprid nel Torrente Chiesimone, da un esame della serie storica risulta l'unico superamento. Estendendo l'analisi all'intero gruppo di parametri, si rileva che i fitofarmaci in generale si sono sempre mantenuti al di sotto della soglia SQA Ma (ad eccezione di superamenti di AMPA costanti nel 2021).

Pertanto, è probabile che il dato sia un "falso positivo" o un evento occasionale, che non è sintomo di uno stato del corso d'acqua.

4.3 Metalli

I metalli pesanti possono essere presenti in natura o derivare da attività umane: nel primo caso si trovano nelle rocce quasi sempre sotto forma di composti molto poco solubili (ossidi, solfuri, ecc.), così che le acque circolanti solo raramente risultano contaminate da questi metalli, nel secondo caso i metalli pesanti sono rilasciati nell'ambiente dalle attività antropiche e non sono sempre in forma innocua. I metalli pesanti, data la loro tossicità, hanno una soglia di concentrazione ammessa molto bassa, generalmente dell'ordine dei microgrammi per litro.

Gli esiti del monitoraggio 2024 hanno portato in luce pochi superamenti del valore soglia SQA Ma, riassunti nella Tabella :

ID	Nome	Parametro	Data	Valore	SQA-
MAS-106	ARNO PRESA FIGLINE	NICHEL - µg/L	29-ott-24	5,2	4
MAS-106	ARNO PRESA FIGLINE	NICHEL - µg/L	01-lug-24	8,5	4
MAS-517	FIUME PESA A VALLE	NICHEL - µg/L	06-ago-24	7,6	4
MAS-121	SIEVE - PRESA	NICHEL - µg/L	24-ott-24	8,4	4
MAS-106	ARNO PRESA FIGLINE	PIOMBO - µg/L	29-ott-24	1,7	1,2
MAS-106	ARNO PRESA FIGLINE	PIOMBO - µg/L	01-lug-24	3,7	1,2
MAS-106	ARNO PRESA FIGLINE	PIOMBO - µg/L	15-feb-24	3,8	1,2
MAS-609	LAGO CHIOSTRINI	PIOMBO - µg/L	18-mar-24	1,3	1,2
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	PIOMBO - µg/L	24-ott-24	3,2	1,2
MAS-979	TORRENTE MARNIA	PIOMBO - µg/L	18-giu-24	6,8	1,2
MAS-517	FIUME PESA VALLE	CROMO TOT - µg/L	06-ago-24	15	7
MAS-2024	TORRENTE CHIESIMONE	TRIBUTILSTAGNO (COMPOSTI) - µg/L	02-apr-24	0,0003	0,0002

TABELLA 23

Attraverso un'estrazione di dati storici dal database SIRA è stato verificato che, per quanto riguarda la Sieve (MAS-121), la Pesa a valle (MAS-517) e Lago Chiostrini (MAS-609), si tratta prevalentemente di eventi isolati, in quanto i superamenti riscontrati si inseriscono all'interno di una serie relativa agli ultimi 5 anni in cui tutti i valori sono al di sotto dei limiti di rilevabilità o comunque di poco rilievo.

Nel caso di Arno Matassino, l'analisi storica dei valori di Nichel e Piombo evidenzia la presenza di superamenti ricorrenti negli ultimi 15 anni.

I superamenti riscontrati non sono ascrivibili a valori di fondo, in quanto non indicato nel documento "Studio per la definizione dei valori di fondo delle sostanze prioritarie Cd, Hg, Ni, Pb e di As e Cr nelle acque e sedimenti dei corpi idrici superficiali interni" redatto da ARPAT.

L'andamento del Nichel e del Piombo si manifestano molto altalenanti (Figura 50).

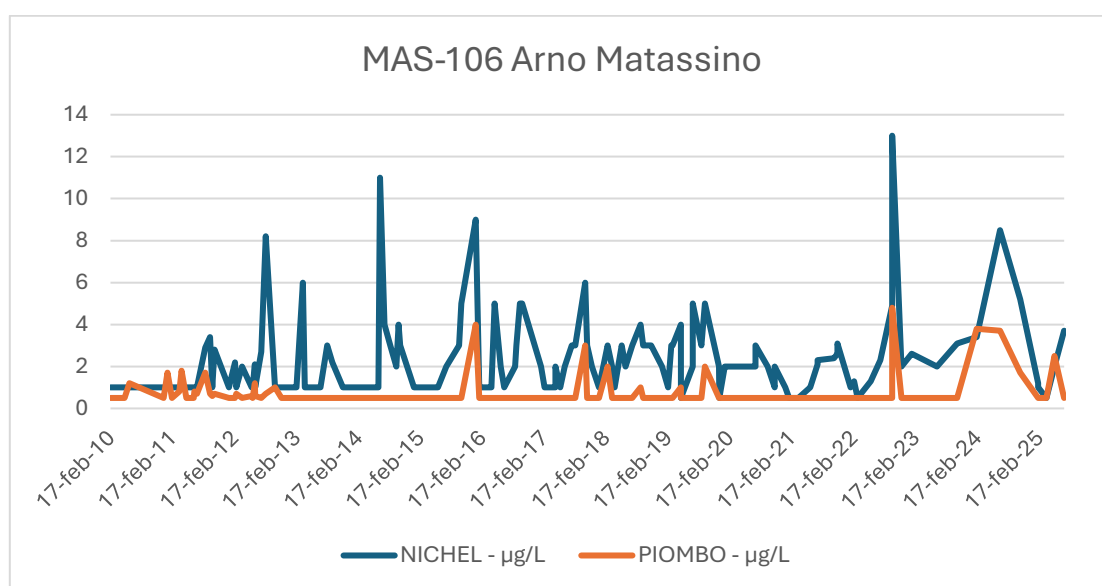


FIGURA 50- ANDAMENTI DEL NICHEL E PIOMBO IN MAS-106 DAL 2010 AL 2025

È stata effettuata un'analisi statistica sui valori di Nichel per verificare se i superamenti sono casuali o statisticamente significativi. A tal fine è stato applicato uno Z-test.

NICHEL:

Risultati principali:
<ul style="list-style-type: none">• Numero totale di osservazioni: 149
<ul style="list-style-type: none">• Media dei valori: 2.23 µg/L
<ul style="list-style-type: none">• Deviazione standard: 1.93 µg/L
<ul style="list-style-type: none">• Numero di superamenti della soglia 4 µg/L: 15
<ul style="list-style-type: none">• Media dei superamenti: 6.79 µg/L
Test statistico:
<ul style="list-style-type: none">• Z-test statistic: 5.59
<ul style="list-style-type: none">• Valore p: < 0.0001

PIOMBO:

Risultati principali:
<ul style="list-style-type: none">• Numero totale di osservazioni: 149
<ul style="list-style-type: none">• Media dei valori: 0.71 µg/L
<ul style="list-style-type: none">• Deviazione standard: 0.68 µg/L
<ul style="list-style-type: none">• Numero di superamenti della soglia 1.2 µg/L: 12
<ul style="list-style-type: none">• Media dei superamenti: 2.73 µg/L
Test statistico:
<ul style="list-style-type: none">• Z-score: 10.28
<ul style="list-style-type: none">• Valore p: < 0.0001

I superamenti del valore soglia, in entrambi i casi di Nichel e Piombo, sono statisticamente significativi ($p < 0.05$), ovvero non sono dovuti al caso, ma rappresentano una condizione rilevante rispetto alla distribuzione generale.

Questi due metalli non si ritrovano in concentrazioni elevate nelle stazioni più a valle del Fiume Arno, in loc. Anconella e loc. Camaioni.

Per quanto riguarda il superamento di Cromo totale nel Fiume Pesa valle, così come il superamento di Tributilstagno (TBT) nel Torrente Chiesimone, questi si inquadrano come un unico caso isolato, senza ulteriori riscontri nella serie storica, che allo stato attuale sono interpretati come falsi positivi.

4.4 Composti organici alifatici e aromatici

Queste sostanze trovano largo impiego e rilevanza a livello industriale, specialmente nel settore chimico, come intermedi di reazioni di sintesi, come additivi e come solventi specifici. La presenza contaminante di questi composti nelle acque si riconduce principalmente a problematiche di sversamento di questi ultimi e/o di gestione impropria degli impianti e dei processi che ne fanno utilizzo.

Nonostante la solubilità in acqua di questi composti sia molto limitata (nell'ordine di pochi o addirittura frazioni di g/l), è decisamente più che sufficiente per dare problematiche di esposizione per la salute umana e contaminazione ambientale (a livelli di µg/l e mg/l).

Dai programmi di monitoraggio e controllo ambientale è stata evidenziata una maggiore tendenza alla contaminazione nelle acque sotterranee rispetto alle acque superficiali.

Nel monitoraggio 2024 sono state ricercate varie specie dei composti organici alifatici e composti organici aromatici, rilevando i seguenti superamenti (Tabella 24):

Stazione Id	Stazione Nome	Parametro Nome	Valore	Data	SQA-Ma
MAS-605	LAGO ISOLA	ESACLOROBUTADIENE - µg/L	0,08	16-apr-24	0,05
MAS-607	LAGO MIGNETO	ESACLOROBUTADIENE - µg/L	0,21	15-apr-24	0,05
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	ESACLOROBUTADIENE - µg/L	0,1	02-apr-24	0,05
MAS-609	LAGO CHIOSTRINI	TRICLOROMETANO - µg/L	9,2	18-mar-24	2,5

TABELLA 24

Tutti i superamenti riportati in tabella rappresentano eventi unici e isolati nelle serie storiche dei rispettivi corpi idrici.

4.5 Microinquinanti organici

BENZO [GHI] PERILENE + INDENO [1,2,3-C,D] PIRENE - µg/L	-	-
BENZO[B]FLUORANTENE + BENZO[K]FLUORANTENE - µg/L	-	-
DIBENZO [a,h] ANTRACENE - µg/L	-	-
FLUORANTENE - µg/L	Prioritaria	TAB-1A
NAFTALENE - µg/L	Prioritaria	TAB-1A
ANTRACENE - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1A
BENZO [A] PIRENE - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1A
BENZO[B]FLUORANTENE - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1A
BENZO[GHI]PERILENE - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1A
BENZO[K]FLUORANTENE - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1A
INDENO[1,2,3-CD]PIRENE - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1A
IPA - TOTALI - µg/L	Prioritaria Pericolosa	TAB-1A

TABELLA 25

Nella maggior parte dei casi i valori del 2024 i composti della Tabella 25 si trovano al di sotto del limite di rilevanza in tutti i corpi idrici nei quali sono stati ricercati, tuttavia per quanto riguarda il Benzo(A)pirene, si sono manifestati alcuni lievi superamenti in n. 5 stazioni di monitoraggio (Tabella 26):

Comune Nome	Corpo Idrico Nome	Stazione	Valore	Data	SQA Ma
SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	LAGO FABBRICA 1	MAS-608	0,00019	23-set-24	0,00017
BARBERINO TAVARNELLE	PESA - PRESA SAMBUCA	MAS-131	0,00019	23-set-24	0,00017
PELAGO	FIUME SIEVE VALLE	MAS-121	0,00031	10-giu-24	0,00017
VAGLIA	TORRENTE DEL CARLONE	MAS-902	0,00018	22-gen-24	0,00017
FIESOLE	INVASO DELLA CALVANELLA	MAS-606	0,00095	22-gen-24	0,00017

TABELLA 26

Di queste, da una verifica con il database storico del SIRA risulta che per i siti Lago Fabbrica1, Torrente Carlone e Invaso della Calvanella, il superamento è un evento isolato e unico; pertanto, potrebbe trattarsi di un falso positivo.

Invece, il Fiume Pesa a monte presso la presa Sambuca (MAS-131), ha registrato nel tempo ulteriori 2 superamenti del valore SQA-Ma di Benzo(A)pirene (Tabella 27):

Stazione Id	Stazione Nome	Parametro Nome	Valore	Data	SQA Ma
MAS-131	PESA - PRESA SAMBUCA	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,00019	23-set-24	0,00017
MAS-131	PESA - PRESA SAMBUCA	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,0014	31-mar-21	0,00017
MAS-131	PESA - PRESA SAMBUCA	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,00045	26-ott-20	0,00017

TABELLA 27

Considerato che il Lago Fabbrica1 ha registrato il superamento del parametro nella stessa giornata del Torrente Pesa MAS-131, e considerato che è stato campionato subito quest'ultimo, è probabile che la presenza del Benzo(A)pirene sia dovuto ad un effetto trascinalimento della contaminazione dei materiali precedentemente utilizzati per il campionamento.

Il Fiume Sieve (MAS-121) ha presentato nel tempo un maggior numero di superamenti, ma pur sempre sporadici (Tabella 28):

Stazione Id	Corpo Idrico Nome	Parametro Nome	Valore Alfanum	Data	SQA Ma
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,00031	10-giu-24	0,00017
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,0002	18-dic-19	0,00017
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,0047	24-lug-12	0,00017
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,00021	20-dic-04	0,00017
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,00029	02-dic-03	0,00017
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,00051	25-ago-03	0,00017
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,000195	17-dic-02	0,00017
MAS-121	FIUME SIEVE VALLE	BENZO [A] PIRENE - µg/L	0,00021	22-apr-02	0,00017

TABELLA 28

5 CONCLUSIONI

Sulla base dell'esame dei dati di monitoraggio del 2024, sono emerse in maniera particolare le condizioni chimiche dei seguenti corsi d'acqua:

- Fiume Pesa valle (MAS-517)
- Fiume Sieve valle (MAS-121)
- Torrente Chiesimone (MAS-2024),
- Fiume Arno, in particolar modo in loc. Camaioni (MAS-108),
- Lago Fabbrica (MAS-608)

Il Dipartimento di Firenze sta predisponendo per l'anno 2026 una serie di monitoraggi di indagine per approfondire l'origine delle criticità emerse, in particolare relative ai nutrienti sul Fiume Pesa e Fiume Sieve e per i PFAS sul Torrente Chiesimone, oltre a controlli specifici per verificare il rispetto del regolare utilizzo dei fitofarmaci presso l'area di salvaguardia del Lago Fabbrica.



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

ARPAT, via del Ponte alle Mosse, 211 - 50144 Firenze

Tel. 055.32061 - Fax 055.3206324

urp@arpat.toscana.it