



**SERVIZIO DI MONITORAGGIO DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI DELLA
REGIONE PUGLIA**

Monitoraggio qualitativo sessennio 2022-2027

Rete di monitoraggio per le acque a specifica destinazione
Acque destinate alla produzione di acqua potabile

**Proposta di classificazione
per l'annualità 2023**



-maggio 2024-

Acque destinate alla produzione di acqua potabile

Proposta di classificazione per l'annualità 2023

A cura di:

ARPA Puglia – UOC Ambienti Naturali

Dott. Nicola Ungaro

Arch. Erminia Sgaramella

Dott.ssa Caterina Rotolo

con il contributo dei Dipartimenti Provinciali di ARPA Puglia di Foggia e Bari

Foto in copertina: Invaso del Locone

Indice

Premessa	4
Normativa	4
Monitoraggio 2023 - Analisi, risultati e proposta di classificazione	5
2008 – 2023. Valutazione del trend	11
Approfondimento sulle fioriture di cianobatteri nell'invaso di Occhito	12
<i>Informazioni generali</i>	12
<i>Il monitoraggio delle fioriture algali nell'invaso di Occhito</i>	13
<i>I risultati del monitoraggio 2023</i>	15

Premessa

I due bacini artificiali destinati alla produzione di acqua potabile nella Regione Puglia sono l'invaso di Occhito sul Fortore, al confine con la regione Molise, e l'invaso di Monte Melillo, sul torrente Locone, affluente del fiume Ofanto. Le acque degli invasi sono destinate agli impianti di potabilizzazione del Fortore e del Locone. La Regione Puglia ha proceduto per la prima volta alla classificazione delle acque dei due invasi con DGR n. 1284/2009 e successiva rettifica, effettuata con DGR n. 1656/2009, in esito alla campagna di monitoraggio condotta nel 2008; le acque di entrambi gli invasi sono state preventivamente classificate, ai sensi dell'art. 80 del D.lgs. n. 152/2006, nella categoria A2.

Successivamente, le acque dei due invasi sono state costantemente monitorate, con le relative proposte di classificazione da parte di questa Agenzia.

Il presente documento contiene la proposta di classificazione delle acque destinate alla produzione di acqua potabile per l'anno 2023, ai sensi dell'art. 80 del D.lgs. n. 152/2006, elaborata con la metodologia definita nello stesso decreto nell'Allegato 2 alla Parte III.

Normativa

La normativa italiana di riferimento, il D.lgs. n. 152/2006, richiede che le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile siano classificate a seconda delle loro caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche e sottoposte ai trattamenti corrispondenti.

Per la classificazione nelle categorie A1, A2 o A3, le acque devono essere conformi ai valori specificati per ciascuno dei parametri indicati nella Tabella 1/A dell'Allegato 2 alla Parte III del D.lgs. n. 152/2006.

In particolare, i valori devono essere conformi nel 95% dei campioni ai valori limite specificati nelle *colonne I (valori Imperativi)* e nel 90% ai valori limite specificati nelle *colonne G (valori Guida)*, quando non sia indicato il corrispondente valore nella colonna I.

Per il rimanente 5% o il 10% dei campioni che, secondo i casi, non siano conformi ai limiti, i parametri non devono discostarsi in misura superiore al 50% dal valore limite indicato, esclusi la temperatura, il pH, l'ossigeno disciolto ed i parametri microbiologici.

A seconda della categoria di appartenenza, le acque sono sottoposte ai trattamenti corrispondenti, come indicato nella tabella seguente.

Definizione delle tipologie di trattamento ai sensi del D.lgs. n. 152/2006

Categoria	Trattamento
A1	Trattamento fisico semplice e disinfezione
A2	Trattamento fisico e chimico normale e disinfezione
A3	Trattamento fisico e chimico spinto, affinazione e disinfezione

Qualora le acque presentino caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche qualitativamente inferiori ai valori limite imperativi della categoria A3, possono essere utilizzate, in via eccezionale, solo qualora non sia possibile ricorrere ad altre fonti di approvvigionamento e a condizione che le acque siano sottoposte ad opportuni trattamenti che consentano alle stesse di rientrare nei limiti previsti dalla normativa precedentemente citata.

Nel corso di 12 mesi di monitoraggio, la frequenza minima di campionamento e analisi per le acque a tale specifica destinazione già classificate è pari a **8**, fatta eccezione per i parametri del Gruppo I (pH, colore, materiali totali in sospensione, temperatura, conduttività, odore, nitrati, cloruri, fosfati, COD, ossigeno disciolto, BOD₅, ammoniaca), la cui frequenza annuale di monitoraggio, per le acque classificate in Categoria A3, deve essere pari a **12** campionamenti.

Per i parametri del Gruppo III, tranne che per gli indicatori di inquinamento microbiologico, la norma prevede che si possa ulteriormente ridurre la frequenza di campionamento, ove non vi siano fonti antropiche o naturali che ne possano determinare presenza nelle acque.

Deroghe

Per alcuni dei parametri previsti dalla Tabella 1/A (colore, temperatura, nitrati, rame, solfati, ammoniaca) sono previste deroghe nei casi contemplati all'art. 81, lettera b) del D.lgs. n. 152/2006, come di seguito integralmente riportato:

“Per le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, le regioni possono derogare ai valori dei parametri di cui alla Tabella 1/A dell'Allegato 2 alla parte terza del presente decreto:

b) limitatamente ai parametri contraddistinti nell'Allegato 2 alla parte terza del presente decreto Tabella 1/A dal simbolo (o), qualora ricorrano circostanze meteorologiche eccezionali o condizioni geografiche particolari”.

Per i parametri nitrati, ferro disciolto, manganese, fosfati, COD, Saturazione dell'Ossigeno disciolto e BOD₅ è possibile derogare ai limiti *nel caso di laghi che abbiano una profondità non superiore ai 20 metri, che per rinnovare le loro acque impieghino più di un anno e nel cui specchio non defluiscano acque di scarico, limitatamente ai parametri contraddistinti nell'Allegato 2 alla parte terza del presente decreto, Tabella 1/A da un asterisco (*)* [art. 81 comma 1 lettera d)].

Per tutti i parametri della Tabella 1/A è possibile, infine, derogare ai limiti di legge *in caso di inondazioni o di catastrofi naturali* [art. 81 comma 1 lettera a)] *o quando le acque superficiali si arricchiscono naturalmente di talune sostanze con superamento dei valori fissati per le categorie A1, A2 e A3* [art. 81 c1 lettera c)].

Monitoraggio 2023 - Analisi, risultati e proposta di classificazione

Le attività di controllo delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile sono incluse nell'ambito del più vasto programma di monitoraggio dei corpi idrici superficiali della Regione Puglia ai sensi della Direttiva Quadro Acque e del D.lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii., di cui costituiscono parte integrante.

Ai fini della conformità alla specifica destinazione d'uso, anche nel 2023 ARPA Puglia ha monitorato i due invasi regionali destinati alla produzione di acqua potabile attraverso una stazione di controllo per ciascuno di essi.

Corpo idrico superficiale della Regione Puglia	Codice sito di monitoraggio	LAT (gradi, minuti, secondi–millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi–millesimi)
Occhito (Fortore)	AP_IO01	41°37'10,202" N	14°58'8,438" E
Locone (Monte Melillo)	AP_IL01	41°05'25,270" N	16°00'12,510" E

Nella tabella seguente sono riportati i parametri e le frequenze di monitoraggio stabilite nel Programma di monitoraggio per il sessennio 2022-2027 per le Acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile. Considerati gli esiti dei monitoraggi pregressi, per i parametri *Fenoli* (Gruppo II), *Idrocarburi disciolti o emulsionati*, *Idrocarburi policiclici aromatici* e *Antiparassitari totali* (Gruppo III), la frequenza di monitoraggio è annuale; tutti gli altri parametri sono controllati con cadenza mensile.

Protocollo Analitico - categoria "Acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile"

n.	Parametro	u.d.m.	Frequenza
1	pH	Unità	mensile
2	Colore (dopo filtrazione semplice)	mg/L scala pt	mensile
3	Totale materie in sospensione	mg/L MES	mensile
4	Temperatura	C°	mensile
5	Conducibilità	µS/cm a 20°C	mensile
6	Odore	fattore diluizione a 25°C	mensile
7	Nitrati	mg/L NO ₃	mensile
8	Fluoruri	mg/L F	mensile
9	Cloro organico totale estraibile	mg/L Cl	mensile
10	Ferro disciolto	mg/L Fe	mensile
11	Manganese	mg/L Mn	mensile
12	Rame	mg/L Cu	mensile
13	Zinco	mg/L Zn	mensile
14	Boro	mg/L B	mensile
15	Berillio	mg/L Be	mensile
16	Cobalto	mg/L Co	mensile
17	Nichel	mg/L Ni	mensile
18	Vanadio	mg/L V	mensile
19	Arsenico	mg/L As	mensile
20	Cadmio	mg/L Cd	mensile
21	Cromo totale	mg/L Cr	mensile
22	Piombo	mg/L Pb	mensile
23	Selenio	mg/L Se	mensile
24	Mercurio	mg/L Hg	mensile
25	Bario	mg/L Ba	mensile
26	Cianuro	mg/L CN	mensile
27	Solfati	mg/L SO ₄	mensile
28	Cloruri	mg/L Cl	mensile
29	Tensioattivi (che reagiscono al blu di metilene)	mg/L solfato di laurile	mensile
30	Fosfati	mg/L P ₂ O ₅	mensile
31	Fenoli (indice fenoli) paranitroanilina, 4-aminoantipirina	mg/L C ₆ H ₅ OH	annuale
32	Idrocarburi disciolti o emulsionati (dopo estrazione mediante etere di petrolio)	mg/L	annuale
33	Idrocarburi policiclici aromatici	mg/L	annuale
34	Antiparassitari totale (Parathion, HCH, dieldrine)	mg/L	annuale
35	Domanda chimica ossigeno (COD)	mg/L O ₂	mensile
36	Tasso di saturazione dell'ossigeno disciolto	% O ₂	mensile
37	A 20 °C senza nitrificazione domanda biochimica di ossigeno (BOD ₅)	mg/L O ₂	mensile
38	Azoto Kjeldahl (tranne NO ₂ e NO ₃)	mg/L N	mensile
39	Ammoniaca	mg/L NH ₄	mensile
40	Sostanze estraibili al cloroformio	mg/L SEC	mensile
41	Carbonio organico totale	mg/L C	mensile
42	Carbonio organico residuo (dopo flocculazione e filtrazione su membrana da 5 µ) TOC	mg/L C	mensile
43	Coliformi Totali	/100mL	mensile
44	Coliformi Fecali	/100mL	mensile
45	Streptococchi Fecali	/100mL	mensile
46	Salmonelle	-	mensile

Nel corso del 2023, per entrambi gli invasi non è stata effettuata la determinazione del parametro "Sostanze estraibili al cloroformio", il cui metodo di analisi in laboratorio prevede l'utilizzo del cloroformio, solvente sospetto cancerogeno (H351), nelle more della valutazione di alternative compatibili dal punto di vista ambientale e della salute dell'operatore nelle procedure di misura, come reso obbligatorio per evitare rischi sul lavoro. Comunque l'analisi dei dati storici di tale parametro nei due invasi ha mostrato valori sempre rientranti nei limiti per la classificazione in A1. Anche il parametro "Carbonio organico residuo (dopo flocculazione e filtrazione su membrana da 5µm) TOC" non è stato determinato per entrambi gli invasi. Ciò premesso, i risultati del monitoraggio condotto nel corso del 2023 hanno permesso di valutare la conformità delle acque dei due invasi rispetto ai limiti imposti dalla norma, e quindi di classificarli. Nella tabella seguente si riporta la proposta di classificazione in accordo ai singoli parametri per l'anno 2023.

**Monitoraggio 2023 - Acque destinate alla produzione di acqua potabile.
Verifica della Conformità al D.lgs. n. 152/2006**

Parametri	Invaso di Occhito	Invaso del Locone
	Categoria	Categoria
pH	A1	A2
Colore	A1	A1
Solidi sospesi	A1	A1
Temperatura	A1°	A1°
Conduttività	A1	A1
Odore	A1	A1
Nitrati	A1	A1
Fluoruri	A1	A1
Cloro organico totale estraibile	-	-
Ferro disciolto	A1	A1
Manganese	A1	A2
Rame	A1	A1
Zinco	A1	A1
Boro	A1	A1
Berillio	-	-
Cobalto	-	-
Nichel	-	-
Vanadio	-	-
Arsenico	A1	A1
Cadmio	A1	A1
Cromo totale	A1	A1
Piombo	A1	A1
Selenio	A1	A1
Mercurio	A1	A1
Bario	A1	A1
Cianuro	A1	A1
Solfati	A1	A1
Cloruri	A1	A1
Tensioattivi	A1	A1
Fosfati	A1	A1
Fenoli	A1	A1
Idrocarburi disciolti o emulsionati	A1	A1
Idrocarburi policiclici aromatici	A1	A1
Antiparassitari totali	A1	A1
COD	A1	A1
Saturazione O ₂ disciolto	A1	A1
BOD ₅	A2	A1
Azoto Kjeldahl	A1	A1
Ammoniaca	A2	A1
Sostanze estraibili al cloroformio	n.d.	n.d.
Carbonio organico totale	-	-
Carbonio organico residuo TOC	-	-
Coliformi Totali	A2	A1
Coliformi Fecali	A1	A1
Streptococchi Fecali	A1	A2
Salmonelle	A1	A1
PROPOSTA DI CLASSIFICAZIONE in Categoria	A2	A2

Sulla base degli esiti del monitoraggio condotto nel 2023 si formulano, pertanto, le seguenti proposte di classificazione:

Invaso di Occhito - Proposta di classificazione in categoria A2

Nel 2023 gli esiti analitici sono tali da consentire di avanzare la proposta di classificazione in categoria A2, confermando quella dell'anno precedente.

La classificazione in A2 è condizionata dai parametri "BOD₅", "Ammoniaca" e "Coliformi Totali", mentre tutti i restanti parametri rientrano nei limiti previsti per la classificazione in Categoria A1.

Per il parametro temperatura si propone una deroga ai sensi dell'art. 81 lettera b) per i due superamenti del valore limite (valore imperativo di 25°C) registrati nelle mensilità di luglio e agosto (28°C e 27°C, rispettivamente), date le caratteristiche meteo-climatiche regionali e locali.

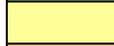
Invaso del Locone - Proposta di classificazione in categoria A2

Per l'invaso del Locone, in esito al monitoraggio 2023 si avanza la proposta di classificazione in categoria A2, condizionata dai parametri "pH", "Manganese" e "Streptococchi Fecali"; tutti i restanti parametri rientrano nei limiti previsti per la classificazione in Categoria A1.

Per il parametro temperatura si propone una deroga ai sensi dell'art. 81 lettera b) per i due superamenti del valore limite (valore imperativo di 25°C) registrati nelle mensilità di luglio e agosto (28°C e 27°C, rispettivamente), date le caratteristiche meteo-climatiche regionali e locali.

Di seguito si riporta la tabella con gli esiti analitici relativi ai parametri della Tabella 1/A, Allegato 2 alla parte III del D.lgs. n. 152/2006 registrati nei due invasi destinati alla produzione di acqua potabile e valutati secondo la legenda qui riportata:

Legenda

	Valori che rientrano nella categoria A1
	Valori che rientrano nella categoria A2
	Valori che rientrano nella categoria A3
	Valori superiori ai limiti indicati in Tab. 1/A
	Limiti non previsti in Tabella

m.l.q.	Valore minore del limite di qualificazione
n.d.	Dato non disponibile
(o)	Deroghe in conformità all' art.81 lettera b
(*)	Deroghe in conformità all' art.81 lettera d

Acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile della Regione Puglia. Annualità 2023 (segue alla pagina successiva).

Stazione	Ambito geografico	parametri derogabili GRUPPO		(o)	(o)	(*) - (o)		(*)	(*)	(o)	II		III	III		III	III	III	III	III	III	III							
		Prelevio	pH	Colore (dopo filtrazione semplice)	Totale Materie in sospensione	Temperatura	Conducibilità	Odore	Nitrati	Fosfori	Cloro organico totale estraibile	Ferro disciolto	Manganese	Rame	Zinco	Boro	Berillio	Cobalto	Nichelio	Vanadio	Arsenico	Cadmio	Cromo totale	Piombo	Selenio	Mercurio			
		data	Unità pH	mg/L scala pt	mg/L MES	°C	µS/cm a 20°C	fattore di diluizione a 25°C	mg/L NO ₃	mg/L F	mg/L Cl	mg/L Fe	mg/L Mn	mg/L Cu	mg/L Zn	mg/L B	mg/L Be	mg/L Co	mg/L Ni	mg/L V	mg/L As	mg/L Cd	mg/L Cr	mg/L Pb	mg/L Se	mg/L Hg			
AP_IJ01	Occhito	presso diga	11/01/2023	8,5	m.l.q.	4	11	452	m.l.q.	8	0,5	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	0,16	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.		
			07/02/2023	8,4	m.l.q.	5	8	301	m.l.q.	6	0,5	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	m.l.q.	0,0002	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			28/03/2023	8,4	m.l.q.	2	11	462	m.l.q.	6	0,4	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			11/04/2023	8,2	m.l.q.	3	11	465	m.l.q.	7	0,4	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			09/05/2023	8,7	m.l.q.	2	17	539	m.l.q.	6	0,4	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	0,14	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			20/06/2023	7,2	m.l.q.	2	24	593	m.l.q.	4	0,4	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	0,14	m.l.q.	m.l.q.	0,001	0,002	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			11/07/2023	8,3	m.l.q.	m.l.q.	28	612	m.l.q.	3	0,5	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	0,15	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			01/08/2023	8,3	m.l.q.	2	27	613	m.l.q.	3	0,5	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	0,16	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.
			12/09/2023	8,3	m.l.q.	6	23	582	m.l.q.	3	0,4	m.l.q.	m.l.q.	0,004	0,002	m.l.q.	0,14	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.
			03/10/2023	8,3	m.l.q.	1	21	557	m.l.q.	3	0,5	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	0,15	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.
			29/11/2023	8,3	m.l.q.	1	14	483	m.l.q.	3	0,6	m.l.q.	m.l.q.	0,066	0,003	m.l.q.	0,16	m.l.q.	m.l.q.	0,002	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,0001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			12/12/2023	8,3	m.l.q.	2	12	465	m.l.q.	5	0,6	m.l.q.	m.l.q.	0,011	0,001	m.l.q.	0,15	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.
						A1	A1	A1	A1*	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	-	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
AP_IJ01	Locone	presso diga	31/01/2023	9,0	m.l.q.	n.d.	9	452	m.l.q.	3	0,4	m.l.q.	m.l.q.	0,015	0,001	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	0,001	0,001	m.l.q.	0,0001	m.l.q.	0,0002	m.l.q.	m.l.q.		
			21/02/2023	8,4	m.l.q.	3	9	464	m.l.q.	4	0,4	m.l.q.	m.l.q.	0,011	0,001	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,002	m.l.q.	0,0001	m.l.q.	0,0003	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			28/03/2023	8,2	m.l.q.	7	12	506	m.l.q.	4	0,4	m.l.q.	0,02	0,006	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			27/04/2023	8,6	m.l.q.	3	15	567	m.l.q.	5	0,5	m.l.q.	0,01	0,005	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			30/05/2023	8,7	m.l.q.	3	22	657	m.l.q.	5	0,5	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	0,001	0,001	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			29/06/2023	8,7	m.l.q.	1	25	951	m.l.q.	4	0,5	m.l.q.	0,01	m.l.q.	0,001	m.l.q.	0,12	m.l.q.	m.l.q.	0,001	0,002	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,0001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			25/07/2023	8,4	m.l.q.	2	28	693	m.l.q.	3	0,5	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,01	0,14	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,0006	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			22/08/2023	8,3	m.l.q.	3	27	681	m.l.q.	m.l.q.	0,5	m.l.q.	m.l.q.	0,007	m.l.q.	m.l.q.	0,12	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,0001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.
			26/09/2023	8,4	m.l.q.	7	23	635	m.l.q.	m.l.q.	0,5	m.l.q.	m.l.q.	0,008	m.l.q.	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.
			14/11/2023	8,2	m.l.q.	2	12	457	m.l.q.	m.l.q.	0,6	m.l.q.	0,03	0,120	m.l.q.	0,14	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,001	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,0001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			21/11/2023	8,2	m.l.q.	1	15	562	m.l.q.	m.l.q.	0,6	m.l.q.	m.l.q.	0,084	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,001	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,0002	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	
			12/12/2023	8,2	m.l.q.	2	12	457	m.l.q.	m.l.q.	0,6	m.l.q.	m.l.q.	0,027	m.l.q.	0,13	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	0,0001	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.	m.l.q.
						A2	A1	A1	A1*	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	-	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Limiti ai sensi del D.Lgs.152/2006 All.2 - Tabella 1/A	A1	G	6,5-8,5	10	25	22	1000	3	25	0,7/1	-	0,1	0,05	0,02	0,5	1	-	-	-	-	0,01	0,001	-	-	-	0,0005			
		I	-	20(o)	-	25(o)	-	-	50(o)	1,5	-	0,3	-	0,05(o)	2	-	-	-	-	-	0,05	0,005	0,05	0,05	0,01	0,001			
		G	5,5-9	50	-	22	1000	10	-	0,7/1,7	-	1	0,1	0,05	1	1	-	-	-	-	-	0,001	-	-	-	0,0005			
		I	-	100(o)	-	25(o)	-	-	50(o)	-	2	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	0,05	0,005	0,05	0,05	0,01	0,001		
		G	5,5-9	50	-	22	1000	20	-	0,7/1,7	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	0,05	0,001	-	-	-	0,0005		
		I	-	200(o)	-	25(o)	-	-	50(o)	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	0,1	0,005	0,05	0,05	0,01	0,001		

Stazione	Ambito geografico	parametri derogabili																							
		GRUPPO																							
		Prelievo	Bario	Clanuro	Solfati	Cloruri	Tensioattivi (che reagiscono ai bludi metilene)	Fosfati	Fenoli (fenoli fenolici paratoltrioanilina, 4 amminozipirina)	Idrocarburi diciclici e emulsionati (dopo estrazione mediante etere di petrolio)	Idrocarburi policiclici aromatici	Antiparassitari totali (parathion, DDT, dieldrine)	Domanda chimica ossigeno (COD)	Tasso di saturazione dell'ossigeno dissolto	A 20° senza nitrificazione Domanda biocinetica di ossigeno (BOD ₅)	Azoto Kjeldahl (tranne NO ₂ e NO ₃)	Ammoniacale	Sostanze estrattibili al cloroformio	Carbonio organico totale	Carbonio organico residuo	Coliformi Totali	Coliformi Fecali	Streptococchi Fecali	Salmonelle	
data	mg/L Ba	mg/L CN	mg/L SO ₄	mg/L Cl	mg/L (solfato di laurite)	mg/L P ₂ O ₅	mg/L C ₆ H ₅ OH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L O ₂	% O ₂	mg/L O ₂	mg/L N	mg/L NH ₄	mg/L SEC	mg/L C	mg/L C	/100ml	/100ml	/100ml	-			
AP_1001	Ochitico	presso diga	11/01/2023	0,06	m.l.g.	78	29	m.l.g.	m.l.g.				14	94	3	m.l.g.	m.l.g.	n.d.	4	n.d.	170	m.l.g.	m.l.g.	Assenza in 1L e 5L	
			07/02/2023	0,05	m.l.g.	68	29	m.l.g.	m.l.g.					90	5	m.l.g.	0,02	n.d.	4	n.d.	m.l.g.	m.l.g.	22	Assenza in 1L e 5L	
			28/03/2023	0,05	m.l.g.	70	27	m.l.g.	m.l.g.					106	4	m.l.g.	0,03	n.d.	61	n.d.	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	Assenza in 1L e 5L	
			11/04/2023	0,05	m.l.g.	73	34	m.l.g.	m.l.g.					96	m.l.g.	m.l.g.	0,5	n.d.	4	n.d.	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	Assenza in 1L e 5L	
			09/05/2023	0,05	m.l.g.	69	28	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	0	0	11	108	m.l.g.	m.l.g.	0,04	n.d.	4	n.d.	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	Assenza in 1L e 5L
			20/06/2023	0,06	m.l.g.	69	27	0,2	m.l.g.						105	m.l.g.	m.l.g.	0,03	n.d.	5	n.d.	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	Assenza in 1L e 5L
			11/07/2023	0,06	m.l.g.	77	100	m.l.g.	m.l.g.					12	101	m.l.g.	1	m.l.g.	n.d.	4	n.d.	200	0	0	Assenza in 1L e 5L
			01/08/2023	0,05	m.l.g.	70	28	m.l.g.	m.l.g.						87	m.l.g.	2	0,02	n.d.	4	n.d.	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	Assenza in 1L e 5L
			12/09/2023	0,06	m.l.g.	73	55	m.l.g.	m.l.g.					10	93	3	m.l.g.	m.l.g.	n.d.	4	n.d.	m.l.g.	m.l.g.	0	Assenza in 1L e 5L
			03/10/2023	0,06	m.l.g.	71	29	m.l.g.	m.l.g.					87	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	n.d.	3	n.d.	4400	0	0	Assenza in 1L e 5L	
			29/11/2023	0,06	m.l.g.	68	28	m.l.g.	0,11					13	85	m.l.g.	m.l.g.	0,07	n.d.	3	n.d.	18	31	13	Assenza in 1L e presenza in 5L
			12/12/2023	0,06	m.l.g.	68	28	m.l.g.	m.l.g.					14	90	m.l.g.	m.l.g.	0,09	n.d.	3	n.d.	80	5	0	Assenza in 1L e 5L
			A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	n.d.	-	-	A2	A1	A1	A1		
AP_1001	Locone	presso diga	31/01/2023	0,06	m.l.g.	67	45	m.l.g.	m.l.g.				m.l.g.	88	m.l.g.	m.l.g.	0,04	n.d.	3	n.d.	38	10	47	Assenza in 1L e 5L	
			21/02/2023	0,06	m.l.g.	74	47	m.l.g.	m.l.g.				14	104	5	1	m.l.g.	n.d.	3	n.d.	34	0	0	Assenza in 1L e 5L	
			28/03/2023	0,06	m.l.g.	74	50	m.l.g.	m.l.g.					101	m.l.g.	m.l.g.	0,03	n.d.	56	n.d.	32	0	0	Assenza in 1L e 5L	
			27/04/2023	0,07	m.l.g.	77	52	m.l.g.	m.l.g.					101	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	n.d.	3	n.d.	43	0	0	Assenza in 1L e 5L	
			30/05/2023	0,07	m.l.g.	78	53	m.l.g.	m.l.g.				50	110	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	n.d.	3	n.d.	43	14	0	Assenza in 1L e 5L	
			29/06/2023	0,07	m.l.g.	77	52	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	0	0	m.l.g.	118	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	n.d.	3	n.d.	10	2	0	Assenza in 1L e 5L
			25/07/2023	0,06	m.l.g.	80	52	m.l.g.	m.l.g.					101	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	n.d.	4	n.d.	86	73	25	Assenza in 1L e 5L	
			22/08/2023	0,06	m.l.g.	80	53	m.l.g.	m.l.g.					14	88	m.l.g.	m.l.g.	0,02	n.d.	3	n.d.	22	15	0	Assenza in 1L e 5L
			26/09/2023	0,07	m.l.g.	80	53	m.l.g.	m.l.g.					10	75	m.l.g.	m.l.g.	m.l.g.	n.d.	3	n.d.	35	13	16	Assenza in 1L e 5L
			14/11/2023	0,06	m.l.g.	79	55	m.l.g.	m.l.g.					m.l.g.	89	m.l.g.	m.l.g.	0,04	n.d.	3	n.d.	36	13	0	Assenza in 1L e 5L
			21/11/2023	0,06	m.l.g.	79	55	m.l.g.	0,12					m.l.g.	94	m.l.g.	m.l.g.	0,05	n.d.	3	n.d.	38	16	0	Assenza in 1L e 5L
			12/12/2023	0,07	m.l.g.	79	54	m.l.g.	m.l.g.					14	89	m.l.g.	m.l.g.	0,02	n.d.	3	n.d.	20	11	0	Assenza in 1L e 5L
			A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	n.d.	-	-	A1	A1	A2	A1		
Limiti ai sensi del D.Lgs.152/2006 All.2 - Tabella 1/A	A1	G	-	-	150	200	0,2	0,4	-	-	-	-	>70	<3	1	0,05	0,1	-	-	50	20	20	assenza in 5000 ml		
		I	0,1	0,05	250	-	-	-	0,001	0,05	0,0002	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	A2	G	-	-	150	200	0,2	0,7	0,001	-	-	-	-	>50	<5	2	1	0,2	-	-	5.000	2.000	1.000	assenza in 1000 ml	
		I	1	0,05	250(o)	-	-	-	0,005	0,2	0,0002	0,0025	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	
	A3	G	-	-	150	200	0,5	0,7	0,01	0,5	-	-	30	>30	<7	3	2	0,5	-	-	50.000	20.000	10.000	-	
		I	1	0,05	250(o)	-	-	-	0,1	1	0,001	0,005	-	-	-	-	4(o)	-	-	-	-	-	-	-	

2008 – 2023. Valutazione del trend

La situazione qualitativa dei due invasi nel 2023 risulta invariata rispetto al 2022, confermando il trend in miglioramento rispetto alle precedenti annualità.

Nella tabella che segue sono riportate le classificazioni a partire dal 2008 e i parametri risultati in A3; sembrerebbero superate le criticità legate ai parametri chimici e chimico/fisici quali BOD₅ per l'invaso di Occhito, e Tensioattivi e saturazione di O₂ disciolto (quest'ultimo fino al 2014) per l'invaso del Locone; per quest'ultimo invaso sembrerebbe superata anche la criticità legata alla contaminazione microbiologica dovuta alla presenza di salmonella, riscontrata dal 2012 al 2021.

Classificazione nelle categorie di trattamento degli invasi pugliesi. Periodo 2008-2023

Anno	Invaso di Occhito		Invaso del Locone	
	Classificazione	Parametro in A3	Classificazione	Parametro in A3
2008	A2	-	A2	-
2009	A2	-	A2	-
2010	A2	-	A2	-
2011	A2	-	A2	-
2012	A2	-	A3	Tensioattivi - Fosfati BOD ₅ - Salmonelle
2013	A2	-	A3	Solidi sospesi – Tensioattivi - O ₂ - BOD ₅ - Salmonelle
2014	A3	BOD ₅	A3	Tensioattivi - O ₂ - BOD ₅
2015	A3	BOD ₅	A3	Tensioattivi - BOD ₅ - Salmonelle
2016	A3	BOD ₅	subA3	Tensioattivi - BOD ₅ - Salmonelle
2017	A3	BOD ₅	A3	Idrocarburi disciolti o emulsionati - BOD ₅ - Salmonelle
2018	A3	BOD ₅	A3	Salmonelle
2019	A2	-	A3	Tensioattivi - Salmonelle
2020	A3	Salmonelle	A3	Salmonelle
2021	A2	-	A3	Salmonelle
2022	A2	-	A2	-
2023	A2	-	A2	-

Approfondimento sulle fioriture di cianobatteri nell'invaso di Occhito

Informazioni generali

Sebbene i cianobatteri siano una presenza normale in natura, le attività antropogeniche contribuiscono all'aumento della presenza di bloom algali (HABs - harmful algal blooms) a livello globale (Paerl et al., 2011¹). L'inquinamento causato dai nutrienti di origine umana e animale che si riversano nelle acque superficiali, l'utilizzo massiccio di fertilizzanti, la combustione di materiale vegetale, il pascolo eccessivo, i cambiamenti climatici, la condizione di siccità che riduce l'assorbimento di nutrienti da parte delle piante e la profondità e il flusso dei corpi idrici, sono tutti fattori che contribuiscono alla formazione delle fioriture algali (Davis et al., 2009²).

Le fioriture di cianobatteri in laghi naturali o artificiali sono riportate per molte zone geografiche e distribuite in vaste aree del globo (Messineo et al., 2006³). Tali fioriture sono spesso contraddistinte da una certa pericolosità per la salute umana, in quanto molte delle specie di cianobatteri coinvolte sono potenzialmente tossiche, causa la produzione di tossine tra le quali le microcistine. Le microcistine sono peptidi ciclici composti da 7 aminoacidi, idrofobici, con molte varianti strutturali (più di 200 microcistine sono state isolate e caratterizzate in tutto il mondo), rinvenute in acque dolci, salmastre e marine. Il rapporto delle singole varianti di microcistine in un solo ceppo batterico dipende dal tempo, dall'intensità luminosa e dalla temperatura (Rapporti ISTISAN 23/20).

I cianobatteri, come gran parte delle micro e macroalghe, crescono e si sviluppano in presenza di nutrienti inorganici quali il fosforo (essenzialmente sotto forma di fosfati disciolti), l'azoto (sotto forma di nitrati e ammoniaca) e il carbonio; questi microrganismi hanno comunque la peculiarità di utilizzare tali nutrienti a concentrazioni molto inferiori rispetto a quelle necessarie agli organismi competitori (Lindholm et al., 1992⁴). I cianobatteri sembrano inoltre favoriti in ambienti dove la principale fonte di azoto inorganico è rappresentato da azoto ammoniacale (Prescott, 1968⁵; Bold & Wynne, 1985⁶). Per quanto riguarda la tossicità delle fioriture, è generalmente riconosciuto che in molti ceppi la maggior tossicità è correlata a squilibri nella disponibilità di nutrienti (soprattutto il fosforo) rispetto al rapporto ottimale N/P (Rapporti ISTISAN 08/6).

Tutte le specie di cianobatteri sono contraddistinte da una elevata valenza ecologica, cioè sono in grado di sfruttare al meglio situazioni limitanti, quali ad esempio una bassa concentrazione di CO₂ o una bassa intensità di luce.

Per quanto riguarda altri parametri ambientali, le fioriture di cianobatteri si verificano soprattutto in acque con pH neutro o lievemente alcalino.

Anche le condizioni meteorologiche e stagionali al contorno favoriscono le fioriture; durante l'autunno e l'inverno, a causa del raffreddamento delle acque superficiali (e del conseguente aumento di densità) si innesca un processo di destratificazione che consente un rimescolamento delle acque e una risalita dei nutrienti dal fondo dei laghi. L'input energetico è ovviamente aumentato nel caso di forti piogge, che determinano l'aumento dei nutrienti e la disponibilità di materia particolata, organica ed inorganica, favorendo lo sviluppo delle popolazioni cianobatteriche. Le stesse piogge, incrementando la sospensione dei sedimenti, contribuiscono all'aumento della torbidità che provoca a sua volta una riduzione della penetrazione della luce

¹ Paerl HW, Hall NS, Calandrino ES. Controlling harmful cyanobacterial blooms in a world experiencing anthropogenic and climatic-induced change. *Sci Total Environ.* 2011; 409:1739-45.

² Davis TW, Berry DL, Boyer GL, Gobler CJ. The effects of temperature and nutrients on the growth and dynamics of toxic and non-toxic strains of *Microcystis* during cyanobacteria blooms. *Harmful Algae* 2009; 8:715-25.

³ Messineo V, Mattei D, Melchiorre S, Salvatore G, Bogianni S, Salzano R, Mazza R, Capelli G, Bruno M. Microcystin diversity in a *Planktothrix rubescens* population from Lake Albano (Central Italy). *Toxicon.* 2006; 48:160-74.

⁴ Lindholm T, Eriksson JE, Reinikainen M, Meriluoto JAO. Ecological effects of hepatotoxic cyanobacteria. *Environ Toxicol Water Qual* 1992; 7:87-93.

⁵ Prescott GW. *The algae: a review.* Boston: Houghton Mifflin Co.; 1968.

⁶ Bold HC, Wynne MJ. *Introduction to the algae. Structure and reproduction.* 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc. Eaglewood Cliffs NJ; 1985.

e la risalita lungo la colonna d'acqua dei cianobatteri per compensare questa carenza (QWQTF, 1992⁷). Questa condizione dovuta alle forti piogge può essere amplificata nel caso in cui si sia verificata una condizione di siccità nei periodi precedenti (May, 1981⁸).

Nei laghi temperati la crescita e le fioriture dei cianobatteri dipendono dalle temperature (ottimali in genere tra 10 e 30°C) e dalle specifiche caratteristiche del cianobatterio. I generi *Anabaena* e *Aphanizomenon* passano l'inverno nei sedimenti come acineti o spore, *Microcystis* come colonie vegetative (Reynolds & Walsby, 1975⁹), mentre le fioriture si verificano maggiormente nella tarda estate e all'inizio dell'autunno. La più elevata produzione di cianotossine da parte delle specie estive avviene generalmente a temperature comprese tra 18° e 25°C (Chorus & Bartram, 1999¹⁰). La temperatura ottimale di crescita di *Planktothrix sp.*, invece, è più bassa rispetto agli altri cianobatteri (Rapporti ISTISAN 08/6): con il diminuire della temperatura dell'acqua si ha un aumento della densità di *Planktothrix rubescens* (in quanto predilige temperature al di sotto dei 18°C) e, viceversa, con l'aumentare della temperatura se ne riduce la presenza. *P. rubescens* è stenoterma verso il freddo e domina perciò durante la stagione invernale-primaverile, superando l'estate negli ipolimni; infatti, essendo dotata di vacuoli citoplasmatici, riesce a migrare lungo la colonna d'acqua, proteggendosi dall'eccessiva intensità luminosa che potrebbe danneggiare il sistema fotosintetico, e raggiungendo gli strati dove è maggiore la disponibilità dei nutrienti.

La specie *P. rubescens* si sviluppa in presenza di elevate concentrazioni di azoto ma è tollerante a bassi livelli di fosforo; *Microcystis aeruginosa*, invece, si moltiplica agevolmente in ambienti caratterizzati da medi o elevati livelli di fosforo, ma soprattutto in condizioni di assenza di disturbo fisico da mescolamento delle acque. Dunque, in condizioni di elevate concentrazioni di nutrienti, limitato ricambio idrico, elevate temperature e stabilità termica, i cianobatteri possono svilupparsi raggiungendo densità e biomasse molto alte, dando luogo alla formazione di ammassi distribuiti nella zona eufotica o diversamente localizzati negli strati superficiali, subsuperficiali e profondi (Paerl & Huisman, 2009¹¹).

Il monitoraggio delle fioriture algali nell'invaso di Occhito

L'invaso di Occhito, posto al confine tra le regioni Puglia e Molise, è il più grande lago artificiale italiano: creato a scopo potabile sbarrando il fiume Fortore, ha una profondità di 90 m e un'area superficiale di 13 km². Il percorso del fiume per raggiungere il mare dopo la diga è di circa 67 km (Rapporti ISTISAN 23/20).

ARPA Puglia monitora l'invaso di Occhito nell'ambito del Programma di Monitoraggio Qualitativo dei Corpi Idrici Superficiali della Regione Puglia, in n. 2 stazioni di campionamento: *Invaso Occhito (centro lago)*, nell'ambito del monitoraggio dei corpi idrici superficiali - categoria Laghi/Invasi, e *Invaso Occhito (opera di presa)*, nell'ambito del monitoraggio delle acque destinate alla produzione di acqua potabile. Tra i parametri da ricercare è previsto anche il monitoraggio della componente fitoplanctonica.

Nell'inverno 2009, da gennaio ad aprile, un'estesa fioritura di *Planktothrix rubescens* ha ricoperto la superficie del lago con fitte schiume rosse (Assennato et al., 2010¹²). Già negli anni precedenti, si erano occasionalmente osservate fioriture rosse nel lago ma a gennaio 2009 la fioritura ne aveva ricoperto la superficie e nei mesi successivi aveva raggiunto la rete idrica dei territori limitrofi (Rapporti ISTISAN 23/20).

⁷ QWQTF. Report on fresh zoater algal blooms in Queensland. Vol. 1. Main report. Brisbane: Queensland Water Quality Task Force: 1992.

⁸ May V. The occurrence of toxic cyanophyte blooms in Australia. In: Carmichael WW (Ed.) The zoater environment. Algal toxin and health. New York: Plenum Press; 1981. p. 127-42.

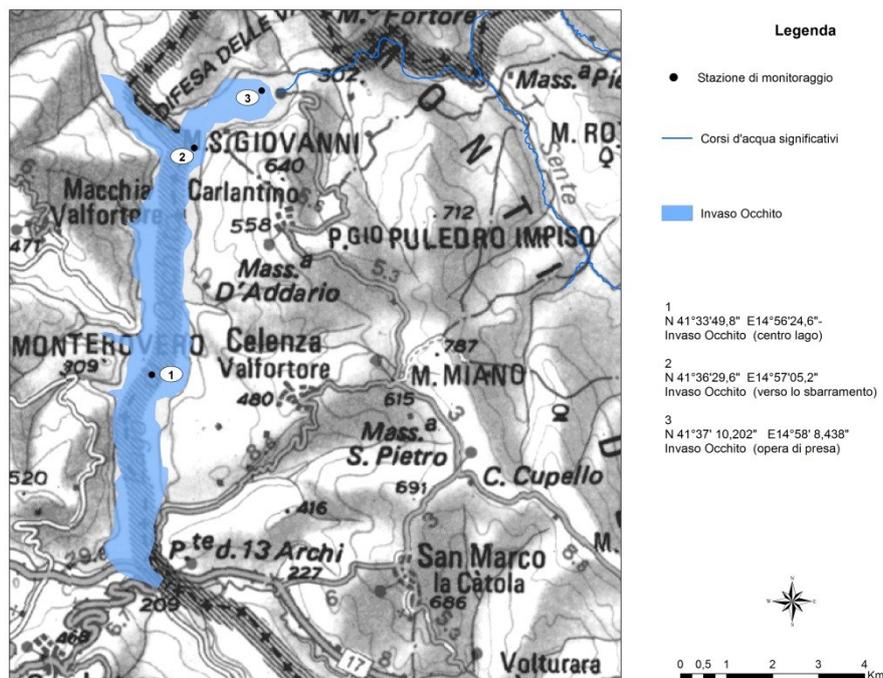
⁹ Reynolds CS, Walsby AE. Water-blooms. In: Biological Reviews; 1975. Vol. 50. p. 437-81.

¹⁰ Chorus I, Bartram J. Toxic cyanobacteria in water—a guide to their public health consequences, monitoring and management. London and New York: Routledge; 1999.

¹¹ Paerl HW, Huisman J. Climate Change: A Catalyst for Global Expansion of Harmful Cyanobacterial Blooms. Environmental Microbiology Reports; 2009. 1:27-37.

¹² Assennato G, Blonda M, Cudillo B, Gifuni S, Petruzzelli MR, Pastorelli AM, Ungaro N. Cyanobacteria bloom in the Occhito artificial lake (Southern Italy): relationship between *Planktothrix rubescens* density and microcystin concentration. Fresenius Environmental Bulletin, 2010. Vol. 19 - No 9. p. 1795-1801.

A seguito di questa situazione emergenziale, nel periodo 2009-2020 ARPA Puglia ha effettuato controlli, oltre che nelle due citate stazioni, anche in un terzo sito, denominato *Invaso Occhito (verso lo sbarramento)*.



Stazioni di monitoraggio di ARPA Puglia nell'Invaso di Occhito (2009-2020)

A partire dal 2021, il campionamento per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton e in particolare per la ricerca delle specie microalgali potenzialmente tossiche è stato effettuato solo nella stazione di monitoraggio denominata "Invaso Occhito (opera di presa)", alla quota superficiale.

Nel 2023 il campionamento ha avuto cadenza quindicinale nei primi quattro mesi dell'anno; in seguito è stato eseguito mensilmente. Le analisi in laboratorio hanno riguardato l'identificazione dei *taxa* e la loro quantificazione secondo il metodo di Utermöhl. Nei campioni prelevati, inoltre, è stata misurata la concentrazione delle microcistine totali e disciolte, mediante il saggio immuno-enzimatico ELISA. Tale metodo è da considerarsi semiquantitativo, in quanto la quantificazione delle microcistine avviene per confronto/estrapolazione con una curva standard ottenuta con un solo congenere di microcistine (MC-LR).

I livelli di rischio e di allerta associati alla presenza delle specie potenzialmente tossiche sono illustrate nel documento "Cianobatteri in acque destinate al consumo umano - Linee Guida per la gestione del rischio - Volume 2" (Rapporti ISTISAN 11/35 Pt. 2), redatto dall'Istituto Superiore di Sanità. Le linee guida definiscono tre livelli di rischio: "Livello di rivelazione 0", "Livello di allerta 1" e "Livello di allerta elevato 2" a cui corrispondono azioni raccomandate ed eventuali limitazioni d'uso delle acque.

Base decisionale	Definizione della soglia e rischio configurabile ¹	Azioni raccomandate	Provvedimenti ed eventuali limitazioni d'uso ²
0 Livello di rivelazione			
Rivelazione della presenza di cianobatteri potenzialmente tossici nel corso del monitoraggio ^{3,4}	Specie potenzialmente tossiche ^{4,5} : 500-2.500 cell/mL <i>oppure</i> Clorofilla cianobatterica: 1-2,5 µg/L <i>Rivelazione di cianobatteri a ridotte concentrazioni, non configurabili rischi sanitari immediati.</i>	Intensificare ispezione visiva sull'invaso. Implementare monitoraggio regolare almeno su base quindicinale del conteggio algale o clorofilla cianobatterica ^{5,11,12}	-
1 Livello di allerta			
Allerta per possibile rischio sanitario: conteggio algale associato a potenziale presenza di cianotossine nelle acque da destinare al consumo (prima della filiera di potabilizzazione) a livelli pari al valore massimo ammissibile ^{7,8}	<i>P. rubescens</i> : 2.500 cell/mL ^{4,5} <i>oppure</i> Altre specie tossiche: 5.000 cell/mL ^{4,5} <i>Inneschiamento e sviluppo della popolazione di cianobatteri nel corpo idrico tale da configurare in condizioni di peggiore scenario⁷ un potenziale di produzione di tossine nelle acque da destinare a consumo a concentrazioni nell'intorno del valore massimo ammissibile (1,0 µg/L MC-LR²)</i>	Notifica ad autorità sanitaria locale in circostanze dove i fenomeni non sono ricorrenti/sistematici e adeguatamente gestiti, a conoscenza dell'autorità sanitaria ² . Implementare monitoraggio regolare su base quindicinale o, preferibilmente, settimanale mediante conteggio algale ^{5,11,12} almeno sulle acque in entrata e uscita dall'impianto. Se il livello di protezione del sistema è considerato inadeguato ² implementare analisi settimanale ^{5,10,11,12} di cianotossine nelle acque in entrata e, se necessario, in uscita dall'impianto e/o in distribuzione ¹³ . Ottimizzare per quanto possibile le misure di mitigazione nella filiera di potabilizzazione ^{9,14} Assicurare un'adeguata clorazione ¹⁵	Limitazioni d'uso ² in seguito a riscontro di concentrazioni di tossine superiori ai valori massimi ammissibili nelle acque in distribuzione ^{5,13}
2 Livello di allerta elevato			
Allerta elevato per possibile rischio sanitario: conteggio algale associato a potenziale presenza di cianotossine nelle acque da destinare al consumo (prima della filiera di potabilizzazione) a livelli pari a 10x del massimo ammissibile ^{7,8} nelle acque destinate al consumo umano	<i>P. rubescens</i> : 25.000 cell/mL ^{4,5} <i>oppure</i> Altre specie tossiche: 50.000 cell/mL ^{4,5} <i>Inneschiamento e sviluppo della popolazione di cianobatteri nel corpo idrico tale da configurare in condizioni di peggiore scenario⁷ un potenziale di produzione di tossine nelle acque da destinare a consumo a concentrazioni nell'intorno di 10x il valore riferimento massimo ammissibile (1,0 µg/L MC-LR²). Misure di prevenzione e trattamento adeguate devono essere implementate per mitigare i rischi, altrimenti sono richiesti provvedimenti di limitazioni d'uso e implementazione di piani di risposta all'emergenza¹⁶ e adeguata informazione e comunicazione¹⁷</i>	Notifica ad autorità sanitaria ⁵ Monitoraggio regolare settimanale o preferibilmente bisettimanale mediante conteggio algale ^{5,11,12} Determinazione cianotossine frequenza settimanale o preferibilmente bisettimanale ¹¹ su acque in entrata, in uscita dal potabilizzatore e in distribuzione ^{5,10,11,12,13} Ottimizzare e/o potenziare le misure di mitigazione nella filiera di potabilizzazione ^{9,14} Assicurare un'adeguata clorazione ¹⁵ Predisposizione dei piani di emergenza ¹⁵ informazione e comunicazione ¹⁷	Limitazioni d'uso ² in seguito a riscontro di concentrazioni di tossine superiori ai valori massimi ammissibili nelle acque in distribuzione ^{5,13}

Stralcio Cianobatteri in acque destinate al consumo umano - Linee Guida per la gestione del rischio - Volume 2, Rapporti ISTISAN 11/35 Pt. 2. - Tab. A1. Schema riassuntivo dei livelli di rischio e della loro gestione adottati nel sistema di sorveglianza.

Per le microcistine, invece, il valore soglia proposto dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per la valutazione del rischio associato all'esposizione cronica è pari a 1 µg/L.

I risultati del monitoraggio 2023

Per la ricerca delle specie microalgali potenzialmente tossiche nell'invaso di Occhito, nell'anno 2023 sono stati prelevati complessivamente 16 campioni d'acqua (con n. 2 campionamenti al mese nel periodo gennaio-aprile e n. 1 campionamento mensile da maggio a dicembre), raccolti in corrispondenza dell'opera di presa alla quota superficiale (0,5 m).

Le concentrazioni riscontrate di *P. rubescens* e *Altre Cyanophyceae*, nonché delle microcistine disciolte e totali, sono riportate nella tabella seguente:

Concentrazioni di specie microalgali e microcistine nell'Invaso di Occhito – Annualità 2023

Data	<i>Planktothrix cf rubescens</i>	<i>Altre Cyanophyceae</i>				Microcistine	
		<i>Microcystis sp.</i>	<i>Aphanizomenon cf flos-aquae</i>	<i>Anabaena sp.</i>	<i>Oscillatoriales</i>	Disciolta	Totale
		Cell/L	Cell/L	Cell/L	Cell/L	µg/L	µg/L
11/01/2023	1.032.000	0	7.372.343	220.878	453.889	<0,2	0,2
30/01/2023	1.122.333	0	90.357	0	366.667	<0,2	<0,2
07/02/2023	939.800	0	39.286	6.300	144.889	<0,2	<0,2
21/02/2023	1.494.267	0	21.429	0	60.000	<0,2	0,40
15/03/2023	576.267	0	6.000	0	10.111	0,28	0,32
28/03/2023	111.800	0	75.657	0	0	n.d.	n.d.
11/04/2023	17.333	0	319.829	0	0	<0,2	<0,2
18/04/2023	12.533	0	390.486	0	0	n.d.	n.d.
09/05/2023	14.133	0	35.686	226.200	0	<0,2	<0,2
20/06/2023	<5.000	0	0	0	0	<0,2	<0,2
11/07/2023	<5.000	0	3.714	0	0	<0,2	<0,2
01/08/2023	24.133	0	66.714	0	0	<0,2	<0,2
12/09/2023	<5.000	0	62.771	0	33.111	<0,2	<0,2
03/10/2023	5.467	0	27.771	0	79.556	<0,2	<0,2
29/11/2023	<5.000	550.459	2.429	0	1.164.333	<0,2	<0,2
12/12/2023	<5.000	0	0	0	1.871.333	<0,2	<0,2

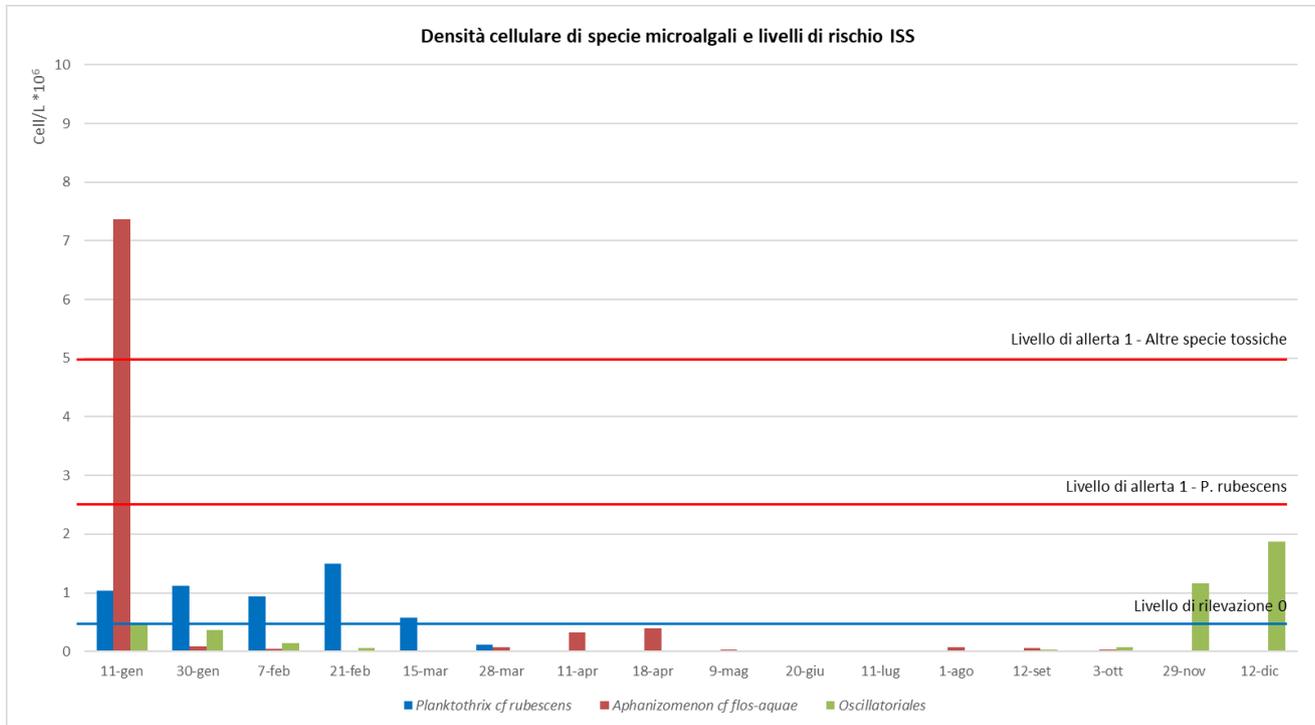
num: < Livello di rivelazione 0
num: Livello di rivelazione 0
num: Livello di allerta 1 (Altre specie tossiche)
 n.d.: dato non disponibile

num: < Valore soglia OMS
 n.d.: dato non disponibile

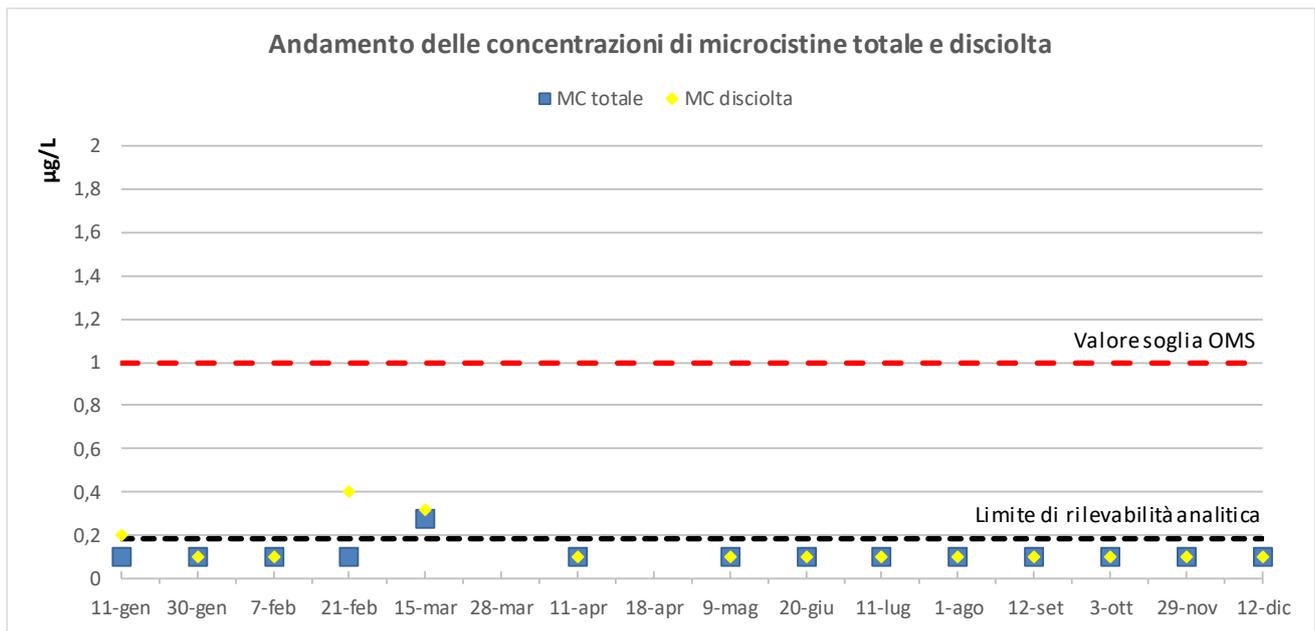
La specie *P. rubescens* è stata rinvenuta in concentrazioni ricomprese nel “Livello di rivelazione 0” di cui alla Tab. 1 del Rapporto ISTISAN 11/35 (2.500.000 cell/L) nei primi tre mesi dell’anno, con un picco di 1.494.267 cell/L nel secondo campionamento del mese di febbraio; a partire dalla seconda metà di marzo, le concentrazioni sono risultate sotto il Livello di rivelazione e nei mesi di giugno, luglio, settembre, novembre e dicembre, anche sotto il limite di rilevabilità strumentale (<5.000 cell/L).

Tra le *Altre Cyanophyceae*, la specie *Aphanizomenon cf flos-aquae* è stata rinvenuta in 14 campioni, con un picco pari a 7.372.343 cell/L nel mese di gennaio; tale concentrazione ricade nel “Livello di allerta 1 per Altre specie tossiche” di cui al citato Rapporto ISTISAN. Cellule del genere *Microcystis* e *Anabaena*, mai rinvenute nel 2022, sono state riscontrate in pochi campioni durante il 2023. Nello specifico, cellule del genere *Microcystis* sono state rilevate solo nel mese di novembre (550.459 cell/L), cellule del genere *Anabaena* sono state rilevate in uno dei due campionamenti dei mesi di gennaio e febbraio (220.878 e 6.300 cell/L, rispettivamente) e nel mese di maggio (226.200 cell/L). Cellule appartenenti all’ordine *Oscillatoriales* sono state osservate in concentrazioni ricomprese tra 0 (dal secondo campionamento di marzo ad agosto) e 1.871.333 cell/L nel mese di dicembre.

Concentrazioni generalmente inferiori al limite di rilevabilità strumentale (<0,2 µg/L) sono state registrate per le microcistine disciolte e totali, con le sole eccezioni per il secondo campionamento di febbraio, ove sono state rinvenuti valori di concentrazione di microcistine totali pari a 0,4 µg/L, e per il primo campionamento di marzo, ove sono stati riscontrati valori pari a 0,28 e 0,32 µg/L, rispettivamente per microcistine disciolte e totali.

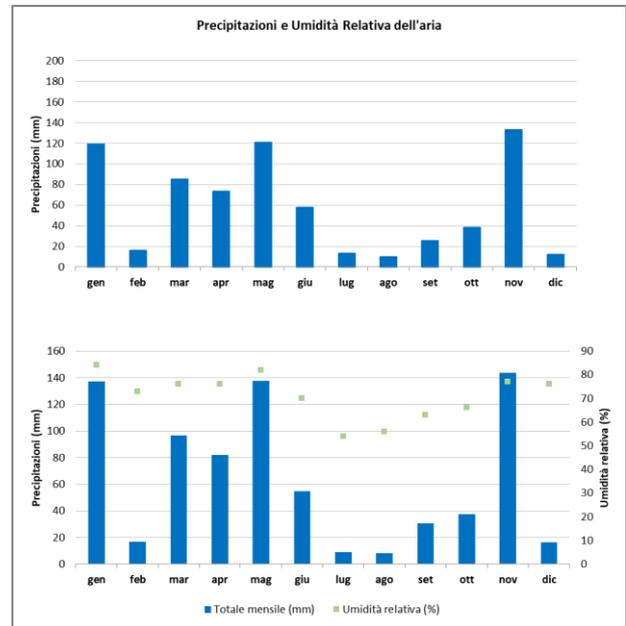
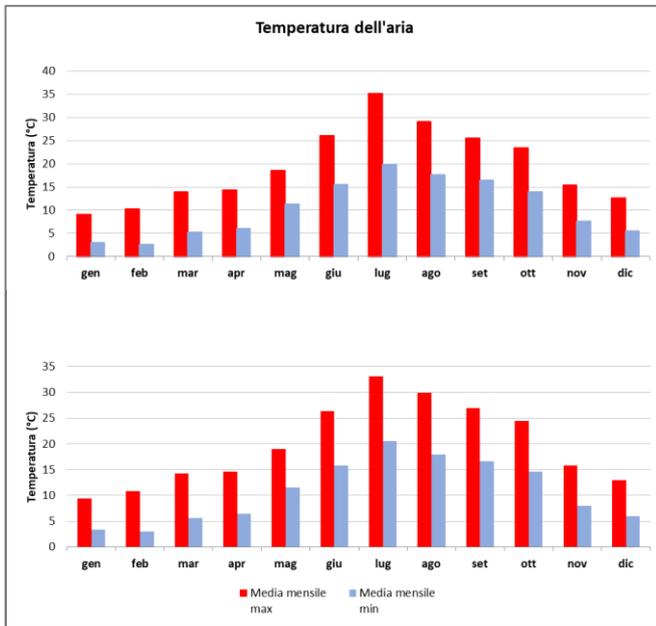


Densità cellulare delle specie microalgali nell'Invaso di Occhito - Annualità 2023 e livelli di rischio definiti dall'ISS



Concentrazione di microcistine disciolte e totali nell'Invaso di Occhito - Annualità 2023

Poiché la diffusione delle specie microalgali potrebbe essere influenzata dai fattori meteoroclimatici, si riportano di seguito i dati di temperatura e umidità relativa dell'aria e delle precipitazioni, registrate presso le stazioni meteo di Carlantino e Celenza Valfortore e riportate nel Bollettini Meteorologici Regionali Mensili della Protezione Civile della Regione Puglia (<https://protezionecivile.puglia.it/bollettini-meteorologici-regionali-mensili>).

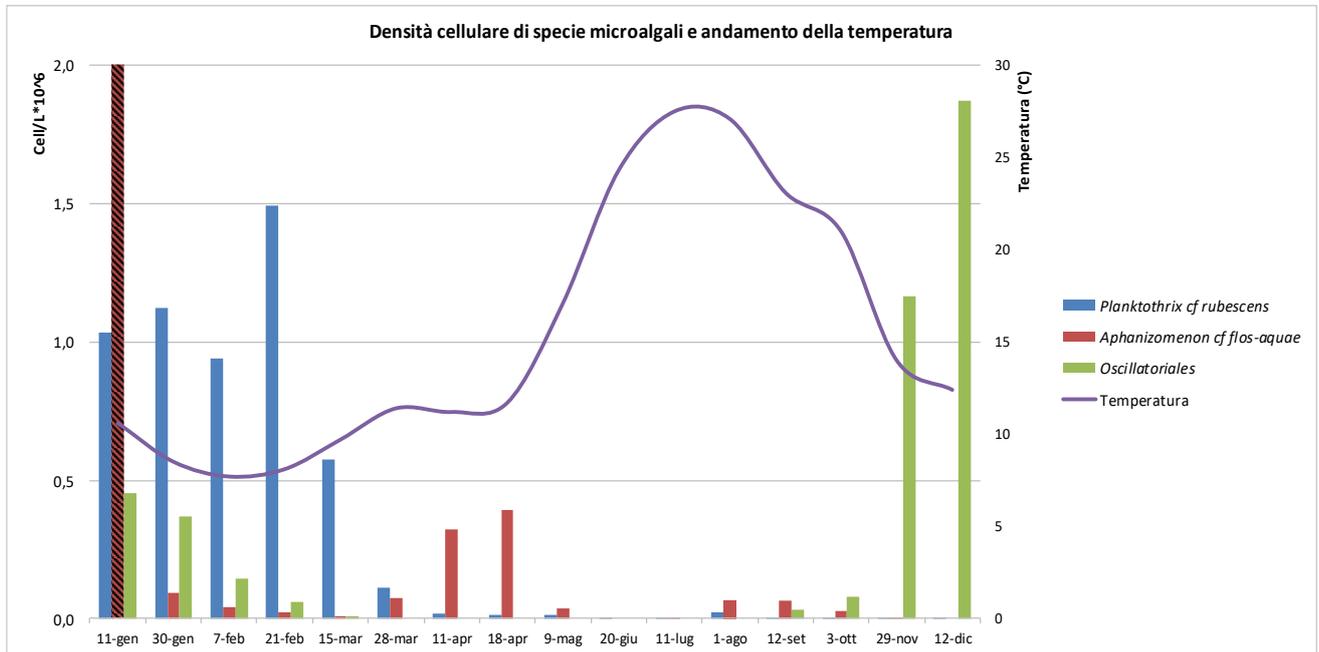


Valori medi mensili di temperatura massima e minima registrati presso le stazioni meteo di Carlantino e Celenza Valfortore nel 2023 e riportati nei Bollettini Termometrici della Protezione Civile della Regione Puglia.

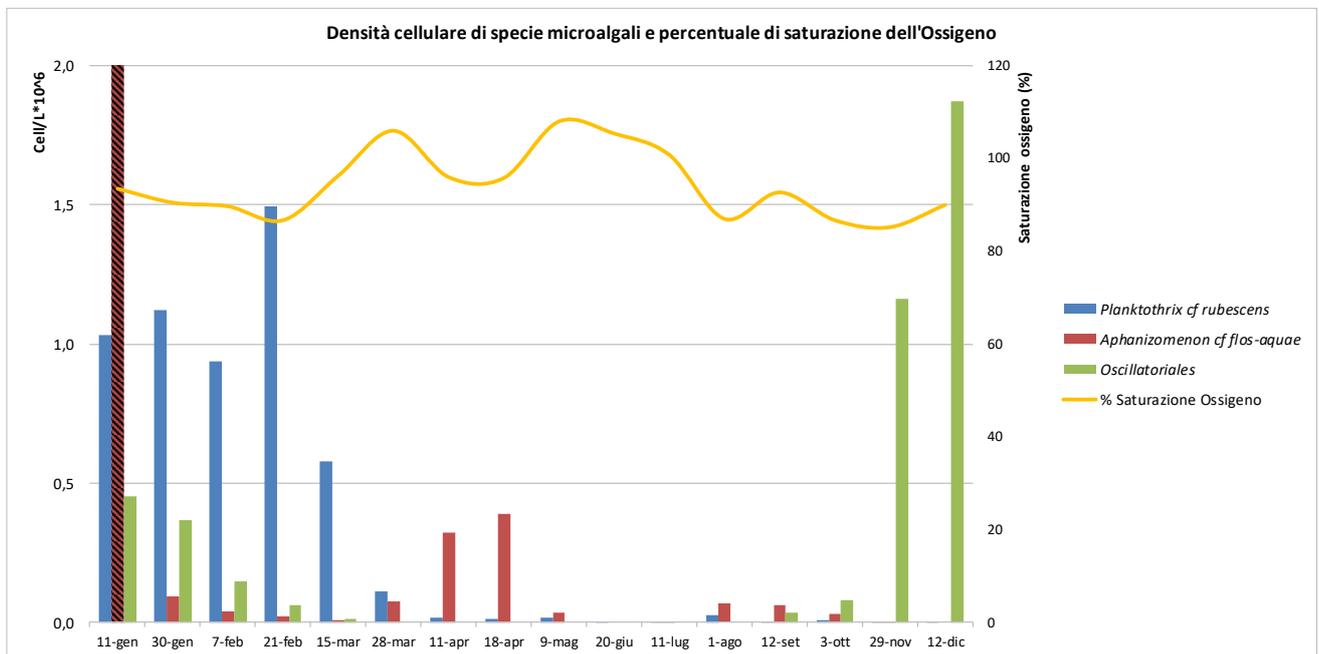
Valori totali mensili di precipitazioni e umidità relativa media mensile registrati presso le stazioni meteo di Carlantino e Celenza Valfortore nel 2023 riportati nei Bollettini Pluviometrici e Igrometrici della Protezione Civile della Regione Puglia. Per la stazione di Carlantino non sono presenti i dati dell'umidità relativa.

Di seguito si riportano le concentrazioni delle specie algali rinvenute nel corso dell'annualità 2023 a confronto con gli andamenti temporali degli ulteriori parametri misurati (temperatura dell'acqua, saturazione dell'ossigeno disciolto, azoto totale, fosforo totale, Clorofilla a, Rapporto N/P).

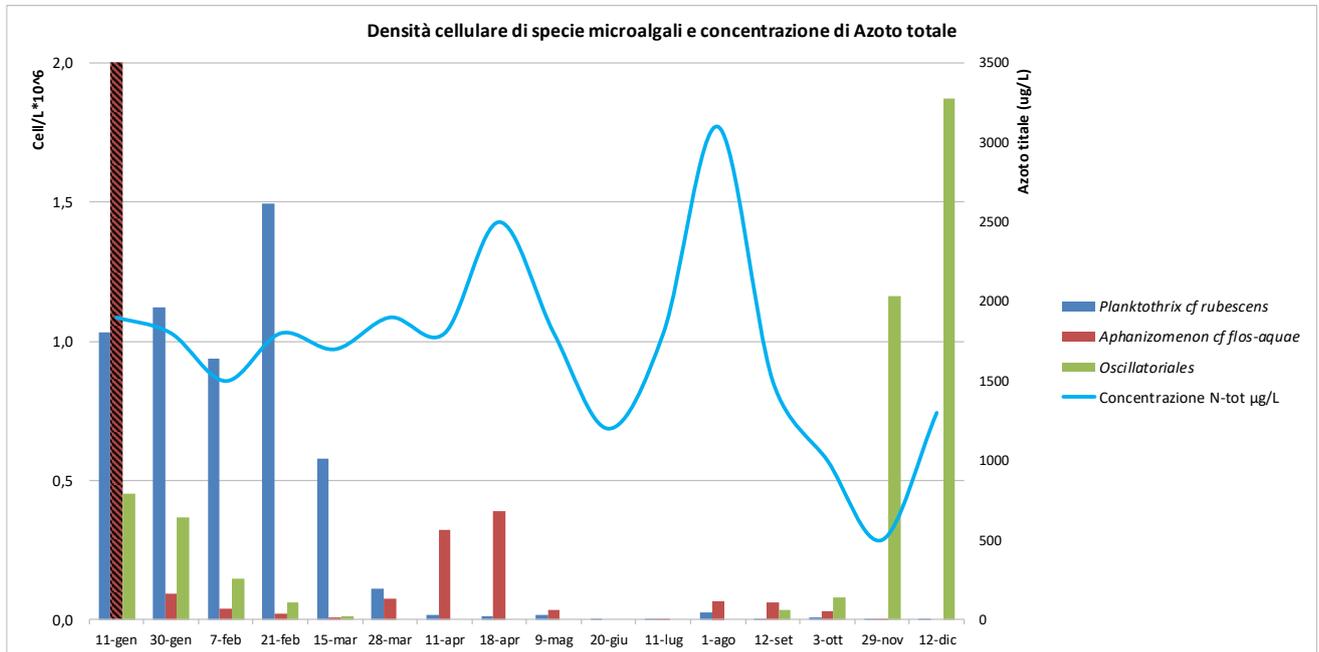
Per una migliore visualizzazione dei dati, nei grafici che seguono si riportano sull'asse delle ordinate valori compresi nell'intervallo 0 – 2.000.000 cell/L; la concentrazione di *Aphanizomenon cf flos-aquae* misurata in data 11 gennaio 2023, pari a 7.372.343 cell/L (barra rossa tratteggiata) non appare interamente rappresentata.



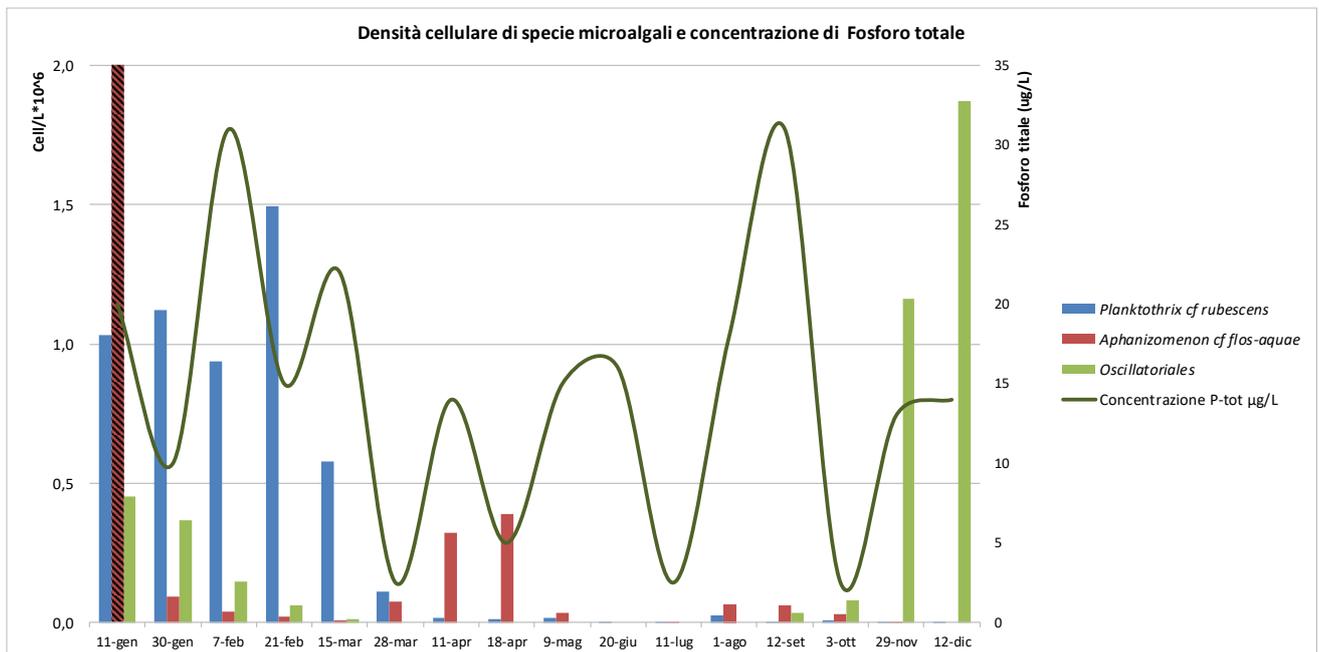
Densità cellulare delle specie microalgali potenzialmente tossiche rinvenute in superficie nella stazione di campionamento "Opera di presa". Andamento temporale della temperatura superficiale dell'acqua misurata nella medesima stazione di campionamento.



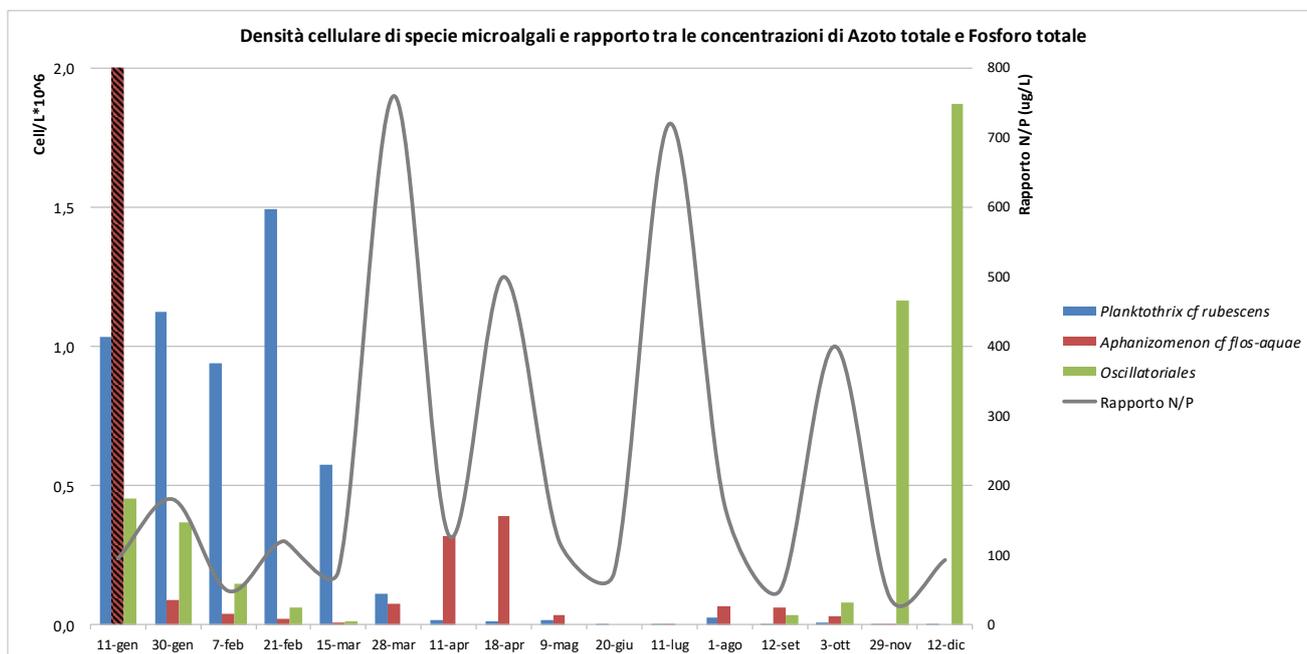
Densità cellulare delle specie microalgali potenzialmente tossiche rinvenute in superficie nella stazione di campionamento "Opera di presa". Andamento temporale della percentuale di saturazione dell'ossigeno nell'acqua misurata nella medesima stazione di campionamento.



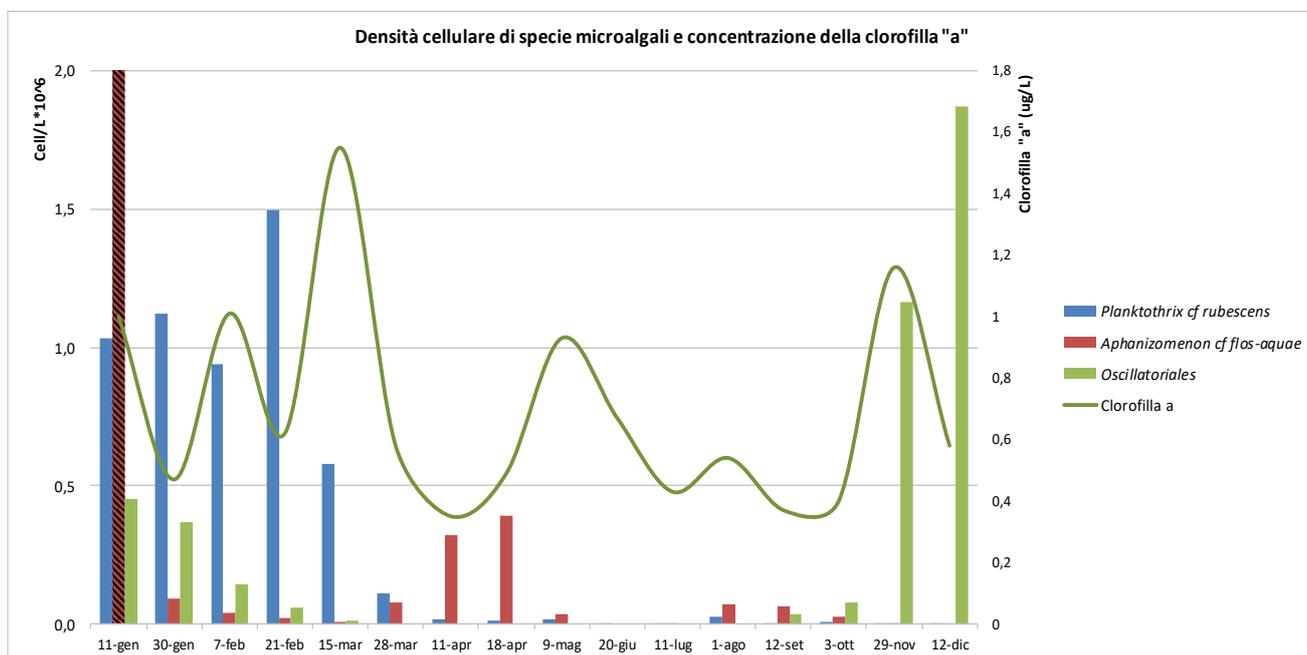
Densità cellulare delle specie microalgali potenzialmente tossiche rinvenute in superficie nella stazione di campionamento "Opera di presa". Andamento temporale dell'Azoto totale misurato nella medesima stazione di campionamento.



Densità cellulare delle specie microalgali potenzialmente tossiche rinvenute in superficie nella stazione di campionamento "Opera di presa". Andamento temporale del Fosforo totale misurato nella medesima stazione di campionamento.



Densità cellulare delle specie microalgali potenzialmente tossiche rinvenute in superficie nella stazione di campionamento "Opera di presa". Andamento temporale del Rapporto N/P - Azoto totale su Fosforo totale, misurati nella medesima stazione di campionamento.

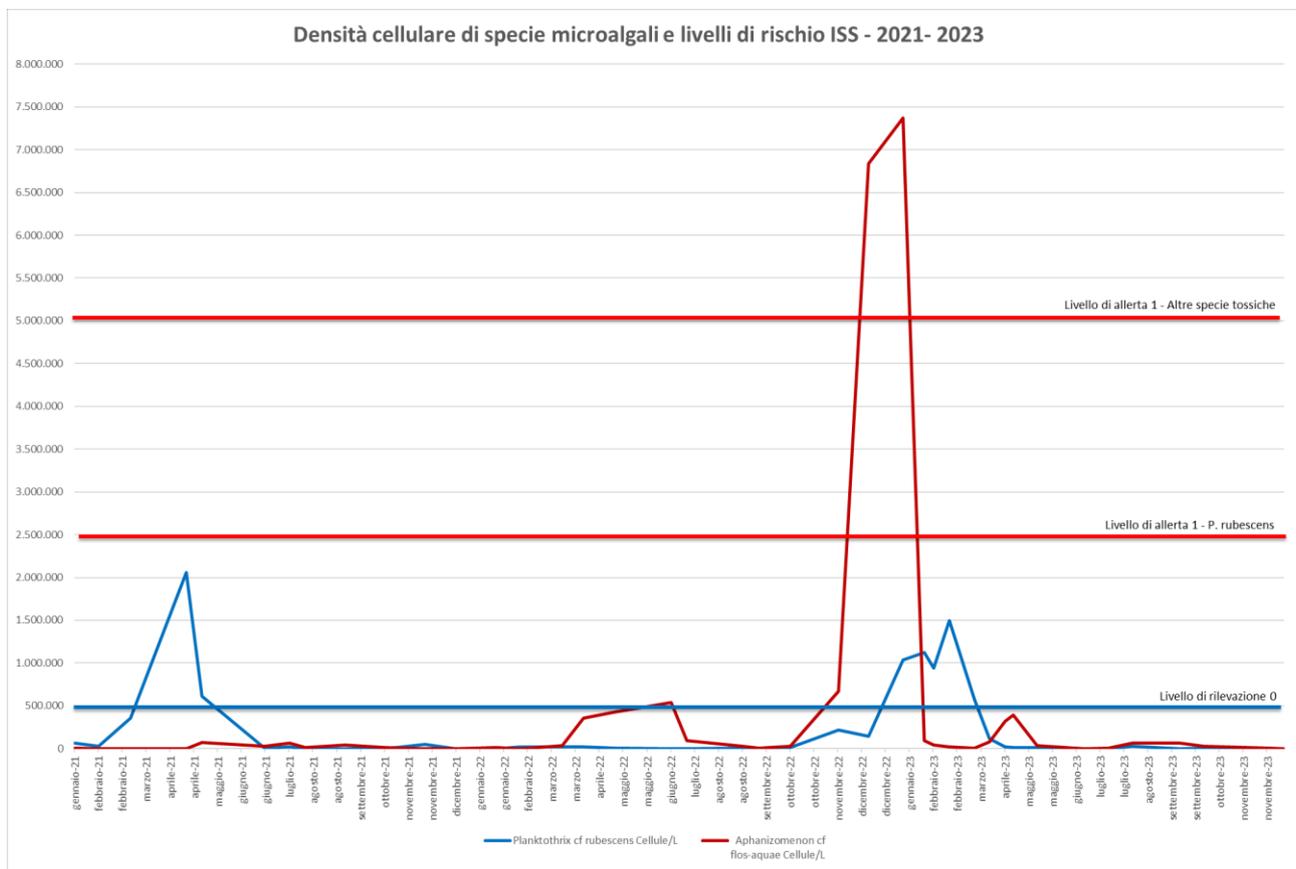


Densità cellulare delle specie microalgali potenzialmente tossiche rinvenute in superficie nella stazione di campionamento "Opera di presa". Andamento temporale della concentrazione di Clorofilla "a" misurata in superficie nella medesima stazione di campionamento.

In sintesi, è possibile osservare che nel corso del 2023 le concentrazioni cellulari per la specie *Planktothrix cf rubescens* non hanno mai raggiunto il Livello di allerta 1. La densità cellulare più elevata rinvenuta nell'Invaso è stata misurata nel mese di gennaio 2023 relativamente alla specie *Aphanizomenon cf flos-aquae*, già presente

in elevate concentrazioni negli ultimi mesi del 2022. Anche la presenza di microcistine nell’Invaso Occhito risulta trascurabile, presentando concentrazioni generalmente al di sotto del limite di rilevabilità strumentale; gli sporadici valori rilevati sono comunque risultati inferiori al valore soglia proposto dall’OMS per la valutazione del rischio associato all’esposizione cronica (pari a 1 µg/L).

Il grafico seguente riassume gli andamenti della concentrazione cellulare delle specie *P. rubescens* e *A. flos-aquae* nell’ultimo triennio di monitoraggio (2021-2023). Nell’intero periodo considerato, *P. rubescens* ha mostrato generalmente un andamento stabile con due soli picchi di concentrazione cellulare (aprile - maggio 2021 e gennaio – marzo 2023), comunque entro il livello di allerta; per la specie *A. flos-aquae*, solo due misure hanno superato il “Livello di allerta 1 per Altre specie tossiche”.



Densità cellulare delle specie microalgali potenzialmente tossiche *P. rubescens* e *A. flos-aquae* rinvenute in superficie nella stazione di campionamento “Opera di presa” nel triennio 2021-2023.