



ARPAM

AGENZIA REGIONALE
PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE
DELLE MARCHE



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

MONITORAGGIO DI SORVEGLIANZA ALGALE

ANNO 2024

MARZO 2025





ARPA MARCHE

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche
Via Luigi Ruggeri n. 5, ANCONA
dg.arpam@ambiente.marche.it

MONITORAGGIO DI SORVEGLIANZA ALGALE ANNO 2024

Progetto grafico:
Staff Direzione Generale, Comunicazione

Data pubblicazione: **Marzo 2025**

FONTE ED ELABORAZIONE DEI DATI:

Tabelle, mappe e grafici della presente pubblicazione, tranne dove diversamente indicato, hanno come fonte Arpa Marche.

ARPA Marche e le persone che agiscono per suo conto non sono responsabili per l'uso improprio delle informazioni contenute in questo volume. È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici e in generale del contenuto del report, con la citazione della fonte.

In copertina: “*Water mites in a mat of floating algae*”, Jim Conrad, Public Domain, Via Wikimedia Commons

SOMMARIO

PREMESSA.....	5
CONDIZIONI CLIMATICHE: RAPPORTO ANNUALE CLIMA 2024.....	5
Temperatura	5
Precipitazioni	7
IL MONITORAGGIO DI SORVEGLIANZA ALGALE NELLE ACQUE MARINO COSTIERE.....	9
RISULTATI DEL MONITORAGGIO DI SORVEGLIANZA.....	12
Condizioni fisico chimiche e Concentrazione di Nutrienti.....	12
Proliferazione di fitoplancton marino	18
Mucillagini.....	20
Specie potenzialmente tossiche - Monitoraggio di <i>Ostreopsis ovata</i>	23
Carichi trofici	27
BIBLIOGRAFIA.....	29
RISULTATI DI DETTAGLIO: I TRANSETTI DI MONITORAGGIO.....	30
Transetto San Bartolo	31
Transetto Fosso Sejore.....	34
Transetto Metauro.....	37
Transetto Esino.....	41
Transetto Conero	44
Transetto Musone	48
Transetto Potenza.....	51
Transetto Chienti.....	53
Transetto Tenna.....	56
Transetto Aso.....	58
Transetto Tronto	60
MONITORAGGIO DELLE FIORITURE DI CIANOBATTERI NELLE ACQUE INTERNE ADIBITE ALLA BALNEAZIONE.....	62
Lago di Fiastra	67
Lago di Borgiano.....	67
Lago di Castreccioni.....	69
MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE FITOPLANCTONICA E DEI CIANOBATTERI NEGLI INVASI BALNEABILI (CENTRO LAGO).....	70
Lago di Fiastra	71
Lago di Borgiano.....	73
Lago di Castreccioni.....	75

Dati aggiuntivi da altre fonti	82
Lago di Castreccioni.....	83
Lago di Fiastra	84
Lago di Borgiano.....	85

PREMESSA

Il programma di sorveglianza algale è previsto dalla L. 185/93 e dal D.L.vo 11 luglio 2007 n. 94, come attività di gestione delle acque di balneazione. Il D.L.vo 94/2007 prevede la prosecuzione delle attività di controllo algale, e l'informazione al pubblico.

Gli articoli 11 e 12 del D.Lgs 116/2008 prevedono di adottare misure di gestione adeguate nel caso in cui il profilo delle acque di balneazione indichi rischi potenziali di proliferazione cianobatterica o di macroalghe o fitoplancton marino e lacustre.

L'art. 3 del Decreto Ministeriale 30 marzo 2010, modificato dal D.M. 19 aprile 2018, prevede, il programma di monitoraggio delle microalghe tossiche bentoniche, tra cui la specie *Ostreopsis ovata*, ed il monitoraggio delle fioriture di cianobatteri nelle acque di balneazione secondo i criteri individuati nelle linee guida pubblicate nei rapporti Istisan n. 14/19 e n. 14/20.

La Regione Marche adotta il programma di sorveglianza algale per tutta la fascia marina della costa regionale e per le acque balneabili lacustri, il programma di monitoraggio delle microalghe tossiche bentoniche, tra cui la specie *Ostreopsis ovata*, ed il monitoraggio delle fioriture di cianobatteri.

I monitoraggi vengono effettuati da ARPAM.

CONDIZIONI CLIMATICHE: RAPPORTO ANNUALE CLIMA 2024

* a cura del Servizio Agrometeo della Regione Marche

TEMPERATURA

Il 2024, anche per le Marche è stato un anno estremamente caldo e la temperatura media ha uguagliato il precedente record del 2023. La temperatura media annua è stata infatti di 15.4°C, superiore di ben 1.5°C rispetto al valore del trentennio di riferimento 1991-2020; questo significa che il 2024 si conferma l'anno più caldo per le Marche dal 1961 alla pari col 2023.

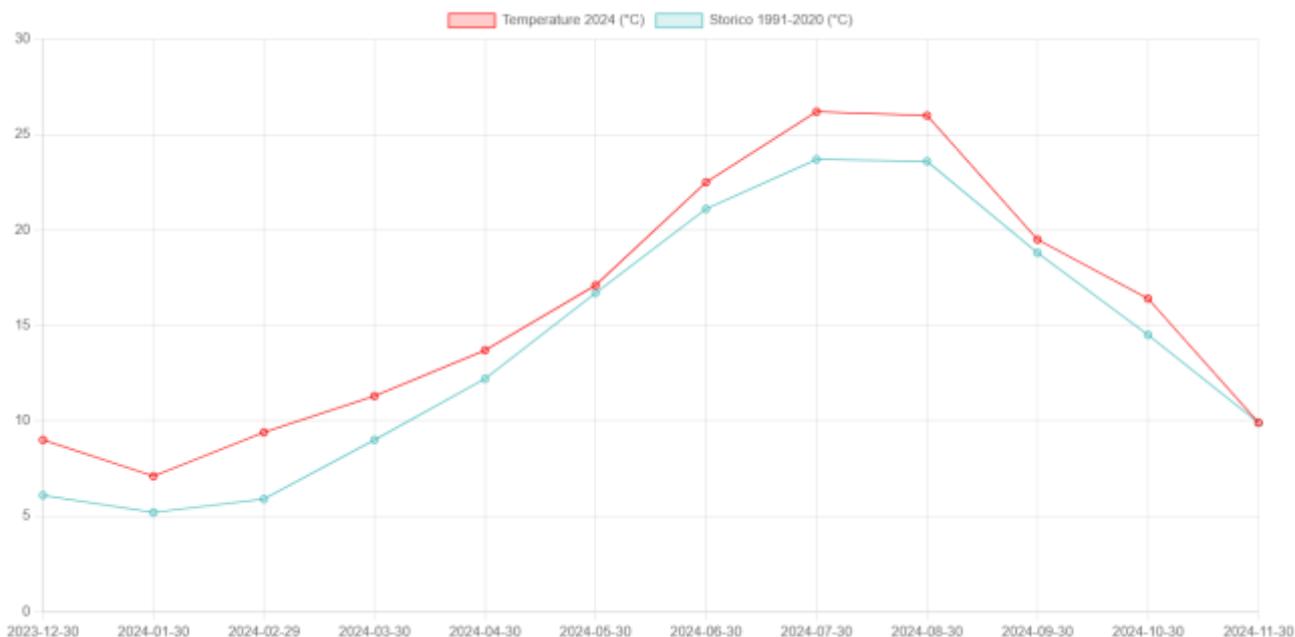
Rimane significativo, dunque, l'incremento termico rispetto al precedente primato di 15°C del 2022. Secondo i dati disponibili a livello regionale (serie a partire dal 1961) è la prima volta che nelle Marche per tre anni consecutivi la temperatura media annua raggiunge o supera la soglia di 15°C. Le statistiche evidenziano inoltre che a partire dall'anno 2020, per 19 anni su 25 si hanno temperature medie più elevate della norma.

Inverno (dicembre 2023 - febbraio 2024)

Quello del 2024 è stato di gran lunga l'inverno più caldo per le Marche dal 1961.

Il valore medio regionale della temperatura, pari a 8.5°C, è infatti di quasi un grado centigrado più alto rispetto al precedente record appartenente agli inverni 1990 e 2007 (7.7°C). Eccezionalmente elevato è stato lo scarto rispetto alla media di riferimento 1991-2020: +2.8°C. Il 2024 costituisce il quinto inverno consecutivo più caldo del normale.

Figura 1. Valori di temperatura media mensile relazionati al valore storico di riferimento



Primavera (marzo 2024 - maggio 2024)

Nonostante la discesa dei valori termici di maggio, la primavera 2024 nella Regione Marche, è risultata essere la più calda dal 1961 a pari merito con quella del 2007. La temperatura media stagionale è stata di 14°C con un’anomalia di +1.4°C rispetto al 1991-2020. Tale valore è dovuto soprattutto alle temperature spesso miti che hanno caratterizzato i primi due mesi stagionali: 11.3°C di media per marzo (+2.3°C rispetto al trentennio di riferimento); 13.7°C per aprile (+1.5°C di anomalia nonostante l’episodio di freddo di fine mese).

Estate (giugno 2024 - agosto 2024)

L’estate 2024 è risultata essere per le Marche la seconda più calda dal 1961 a pari merito con quella del 2012 e quella del 2017. La temperatura media stagionale è stata di 24.9°C evidenziando un’anomalia di +2.1°C rispetto al 1991-2020. Tale situazione è dovuta principalmente dalle temperature molto miti che hanno caratterizzato i mesi di luglio e agosto: 26.2°C di media per luglio(+2.5°C rispetto al trentennio di riferimento); 26°C per agosto (+2.4°C di anomalia rispetto al trentennio di riferimento).

Autunno (settembre 2024 - novembre 2024)

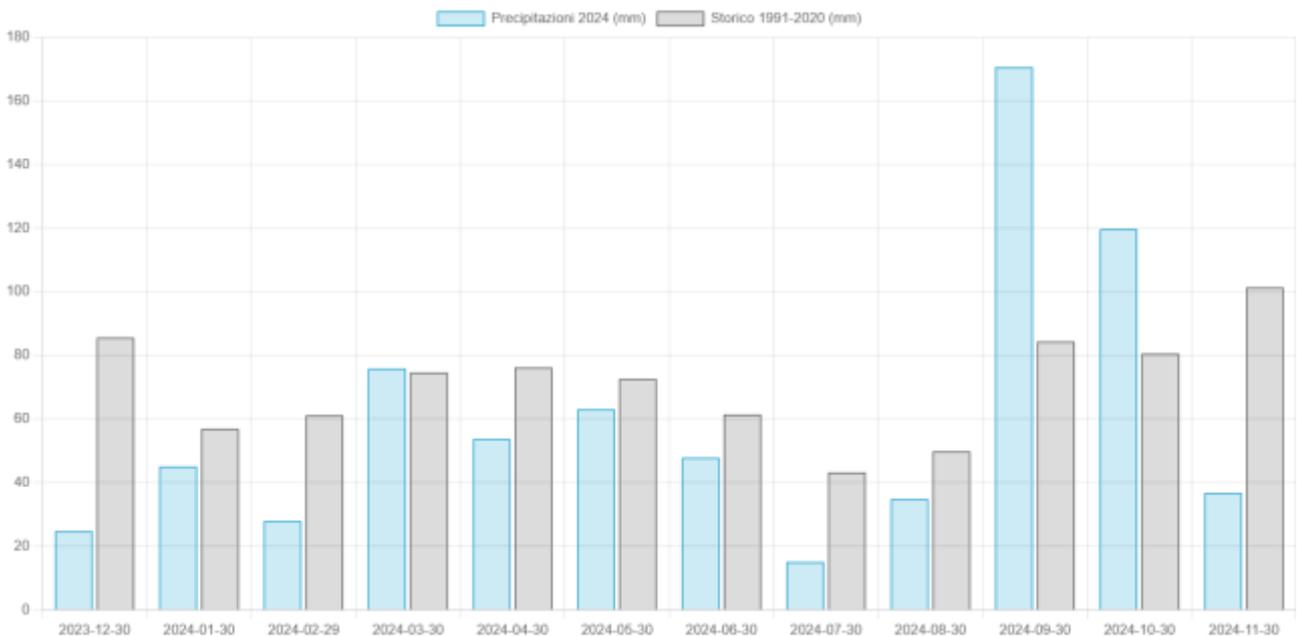
L’autunno 2024 è stato mediamente più caldo della norma. La temperatura media stagionale è stata di 15.3°C con un’anomalia di +0.9°C rispetto al 1991-2020. A influenzarne i valori sono state le temperature molto miti che hanno caratterizzato il mese di ottobre: 16.4°C di media, (+1.9°C rispetto al trentennio di riferimento); più contenuta invece l’anomalia di settembre(+0.7°C rispetto al trentennio di riferimento).

PRECIPITAZIONI

Il 2024 è risultato meno piovoso della norma, anche se di poco. Il suo valore medio regionale di 801 mm corrisponde ad un ammanco di circa il 6% rispetto al totale medio del 1991-2020.

Considerando i totali decennali, la precipitazione sembra aver intrapreso una tendenza al recupero dopo la flessione del periodo 1981 - 1990.

Figura 2. Precipitazione media mensile relazionata al valore storico di riferimento



Inverno (dicembre 2023 - febbraio 2024)

Così come la precedente stagione autunnale, anche l'inverno è stato decisamente poco piovoso sia come totale di precipitazione che come numero di giorni di pioggia. Il totale medio complessivo di precipitazione rilevata sul territorio regionale è stato di soli 98 mm corrispondente ad un -52% rispetto alla media 1991-2020; il numero di giorni di pioggia è stato in media pari a 14, in flessione di -11 rispetto al 1991-2020. Quella del 2024 è stata la settima stagione invernale meno piovosa per le Marche dal 1961. In ognuno dei tre mesi invernali la precipitazione è stata inferiore alla media con l'ammanco maggiore registrato in dicembre: -71%.

Primavera (marzo 2024 - maggio 2024)

Primavera meno piovosa della norma con un deficit del 12% rispetto al 1991-2020; il totale medio regionale di pioggia caduta è stato di 193 mm. A differenza del mese di marzo, piovoso come la media, gli altri due mesi sono stati più secchi del normale, soprattutto il mese di aprile che con un totale medio di 54 mm evidenzia un ammanco del 29%. Interessante osservare che, nonostante il deficit in termini di quantità di pioggia caduta, in complesso è piovuto cinque giorni in più

Estate (giugno 2024 - agosto 2024)

Estate meno piovosa della norma con un deficit del 37% rispetto al 1991-2020; il totale medio regionale di pioggia caduta è stato di 98 mm. Tutti e tre i mesi sono stati più secchi del normale, soprattutto il mese di luglio che con un totale medio di 15 mm, fa osservare un ammanco del 65%.

Anche il numero di giorni di pioggia è stato inferiore alla media 1991-2020, seppur con un deficit lieve (-2 giorni).

Autunno (settembre 2024 - novembre 2024)

Autunno più piovoso della norma con un surplus del 24% rispetto al 1991-2020 con un totale medio di pioggia caduta nella regione pari a 328 mm. Settembre e ottobre sono stati più piovosi del normale, mentre novembre, con un totale medio di 37 mm, fa registrare un ammanco del 63% di quantità di pioggia caduta. Il numero di giorni di pioggia è risultato di poco superiore alla media 1991-2020 (+1 giorno). Tali valori derivano dal fatto che i primi due mesi hanno registrato un numero di giorni piovosi superiore alla norma, specialmente settembre, mentre novembre ha evidenziato un numero di giorni piovosi inferiore alla norma (-4 giorni).

IL MONITORAGGIO DI SORVEGLIANZA ALGALE NELLE ACQUE MARINO COSTIERE

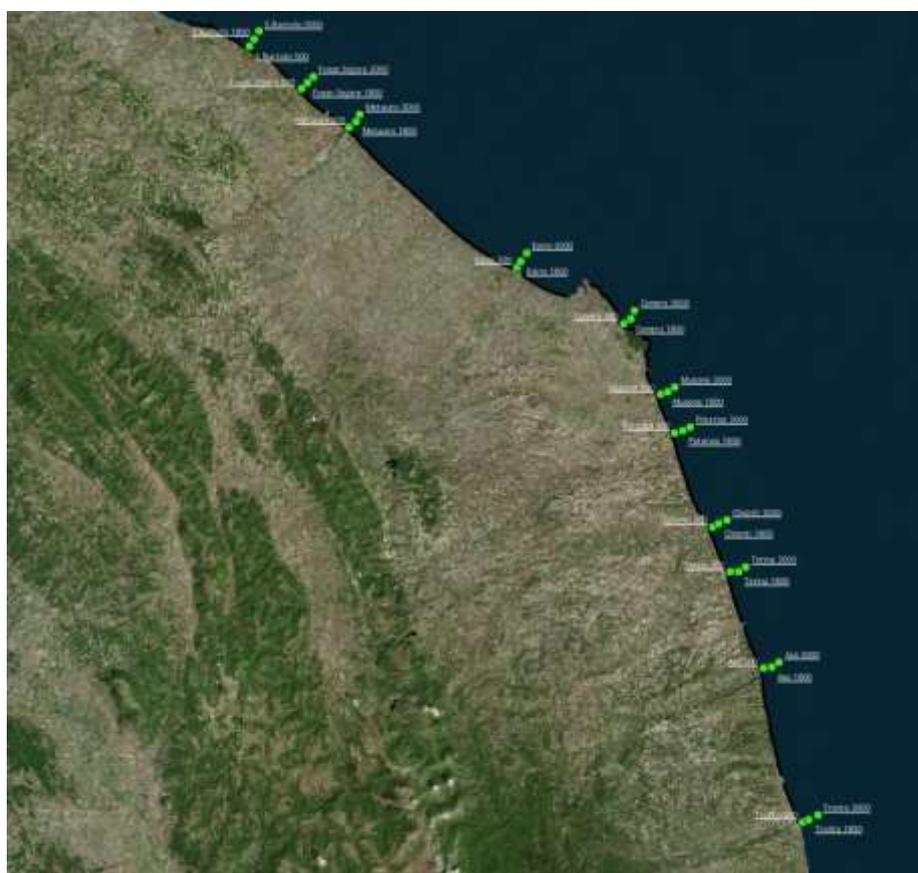
Il litorale marchigiano si estende per circa 173 Km e la rete di monitoraggio adibita alla sorveglianza algale nell'ambiente marino costiero è costituita da 33 stazioni dislocate su 11 transetti costa-largo perpendicolari alla riva; le stazioni sono collocate ad una distanza di 500 m, 1800 m e 3000 m dalla costa. Di seguito si riporta l'elenco dei punti di monitoraggio individuati dalla Regione sottoposti a monitoraggio di sorveglianza algale.

Tabella 1. Stazioni di monitoraggio della sorveglianza algale nelle acque marino costiere

Stazioni di monitoraggio marine						
Stazione	Codice	Distanza da costa (m)	X (GB)	Y (GB)	Comune	Provincia
S.Bartolo 500	0021	500	2349046	4867454	Pesaro	PU
S.Bartolo 1800	1821	1800	2349813	4868506	Pesaro	PU
S.Bartolo 3000	3021	3000	2349091	4870268	Pesaro	PU
Fosso Sejore 500	0022	500	2356859	4860991	Pesaro	PU
Fosso Sejore 1800	1822	1800	2357725	4861969	Pesaro	PU
Fosso Sejore 3000	3022	3000	2358592	4861169	Pesaro	PU
Metauro 500	0003	500	2364079	4855235	Fano	PU
Metauro 1800	1803	1800	2365105	4856137	Fano	PU
Metauro 3000	3003	3000	2365695	4857217	Fano	PU
Esino 500	0007	500	2389224	4834076	Falconara Marittima	AN
Esino 1800	1807	1800	2389889	4834835	Falconara Marittima	AN
Esino 3000	3007	3000	2390654	4836147	Falconara Marittima	AN
Conero 500	0009	500	2405348	4825541	Ancona	AN
Conero 1800	1809	1800	2406301	4826204	Ancona	AN
Conero 3000	3009	3000	2406950	4827458	Ancona	AN
Musone 500	0011	500	2410736	4814712	Porto Recanati	MC
Musone 1800	1811	1800	2410736	4814712	Porto Recanati	MC
Musone 3000	3011	3000	2412978	4815818	Porto Recanati	MC
Potenza 500	0012	500	2412982	4808999	Porto Recanati	MC
Potenza 1800	1812	1800	2414156	4809258	Porto Recanati	MC
Potenza 3000	3012	3000	2415333	4809795	Porto Recanati	MC
Chienti 500	0014	500	2418569	4794657	Civitanova Marche	MC
Chienti 1800	1814	1800	2419617	4795154	Civitanova Marche	MC
Chienti 3000	3014	3000	2420861	4795703	Civitanova Marche	MC
Tenna 500	0015	500	2421333	4787859	Porto S.Giorgio	FM
Tenna 1800	1815	1800	2422530	4787965	Porto S.Giorgio	FM
Tenna 3000	3015	3000	2423691	4788689	Porto S.Giorgio	FM
Aso 500	0017	500	2426298	4773256	Pedaso	FM
Aso 1800	1817	1800	2427521	4773424	Pedaso	FM

Stazioni di monitoraggio marine						
Stazione	Codice	Distanza da costa (m)	X (GB)	Y (GB)	Comune	Provincia
Aso 3000	3017	3000	2428661	4774180	Pedaso	FM
Tronto 500	0020	500	2432149	4749977	S.Benedetto	AP
Tronto 1800	1820	1800	2433112	4750431	S.Benedetto	AP
Tronto 3000	3020	3000	2434430	4751059	S.Benedetto	AP

Figura 3. Transetti di monitoraggio della sorveglianza algale nelle acque marino costiere



Per le acque marino costiere i campionamenti finalizzati al monitoraggio di sorveglianza algale hanno frequenza bimestrale, per l'esecuzione di analisi sulla componente fitoplanctonica e sulla concentrazione di sostanze nutritive, mentre gli altri parametri chimici e chimico-fisici sono rilevati con sonda multiparametrica con frequenza mensile. Nelle stazioni poste a 3000 m da costa sono previste esclusivamente le rilevazioni lungo il profilo verticale della colonna d'acqua effettuate tramite sonda multiparametrica CTD (temperatura, salinità, pH, ossigeno disciolto, concentrazione di clorofilla "a").

Nella tabella seguente è riportata la sintesi delle attività effettuate.

Tabella 2. Parametri ricercati

Tipo	Parametri	Frequenza	Stazioni
Componente fitoplattonica	<ul style="list-style-type: none"> • Composizione • Densità • Segnalazione di fioriture di specie potenzialmente tossiche 	bimestrale	500m 1800m
Sostanze nutritive	<ul style="list-style-type: none"> • Azoto totale • Azoto inorganico solubile • Fosforo totale 	bimestrale	500m 1800m
Parametri chimici e chimico fisici nella colonna d'acqua	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Salinità • pH • ossigeno disciolto • concentrazione di clorofilla "a" 	mensile	500m 1800m 3000m

In sintesi, le finalità delle misure e dei prelievi previsti dal piano di monitoraggio di sorveglianza algale possono essere così sintetizzate:

- definire l'intensità e l'estensione di eventuali fioriture microalgali in ambiente marino;
- riconoscere/determinare le specie fitoplanctoniche che sostengono le fioriture microalgali;
- monitorare gli effetti derivanti dalle diverse fasi dell'evoluzione del fenomeno eutrofico (colorazioni anomale delle acque, ipossie/anossie dei fondali, morie di pesci ed organismi bentonici) ed individuare gli elementi scatenanti/causali;
- determinare le concentrazioni dei nutrienti, in particolare fosforo e azoto, la loro distribuzione spaziale e temporale ed individuare il fattore limitante la crescita microalgale;
- seguire gli andamenti temporali e spaziali dei principali parametri fisico-chimici in relazione ai fenomeni eutrofici e alle condizioni meteo-marine sia nelle acque superficiali sia lungo la colonna d'acqua.

RISULTATI DEL MONITORAGGIO DI SORVEGLIANZA

CONDIZIONI FISICO CHIMICHE E CONCENTRAZIONE DI NUTRIENTI

Nel corso dell'anno 2024 non è stato possibile completare le attività previste per indisponibilità dell'imbarcazione.

Per quanto riguarda i parametri chimico-fisici vengono monitorati la temperatura, la salinità e l'ossigeno disciolto (OD)

I principali fattori che influenzano le variazioni di "ossigeno disciolto" sono gli incrementi di biomassa autotrofa, i fenomeni di degradazione della sostanza organica e l'escursione termica.

In occasione dei monitoraggi effettuati, i valori rilevati di ossigeno disciolto in acqua di mare si attestano intorno al valore di saturazione. Durante la campagna di monitoraggio del mese di aprile, sono stati rilevati dei massimi di concentrazione, nei transetti del Conero, del Musone e del Potenza. Questi valori sopra la media sono stati rilevati, in occasione di un'importante proliferazione algale di Diatomee e Dinoficee. Non sono stati riscontrati fenomeni di anossia sulla colonna d'acqua, in tutti i transetti monitorati nel corso dell'anno.

Figura 4. Ossigeno disciolto (mg/l) in superficie

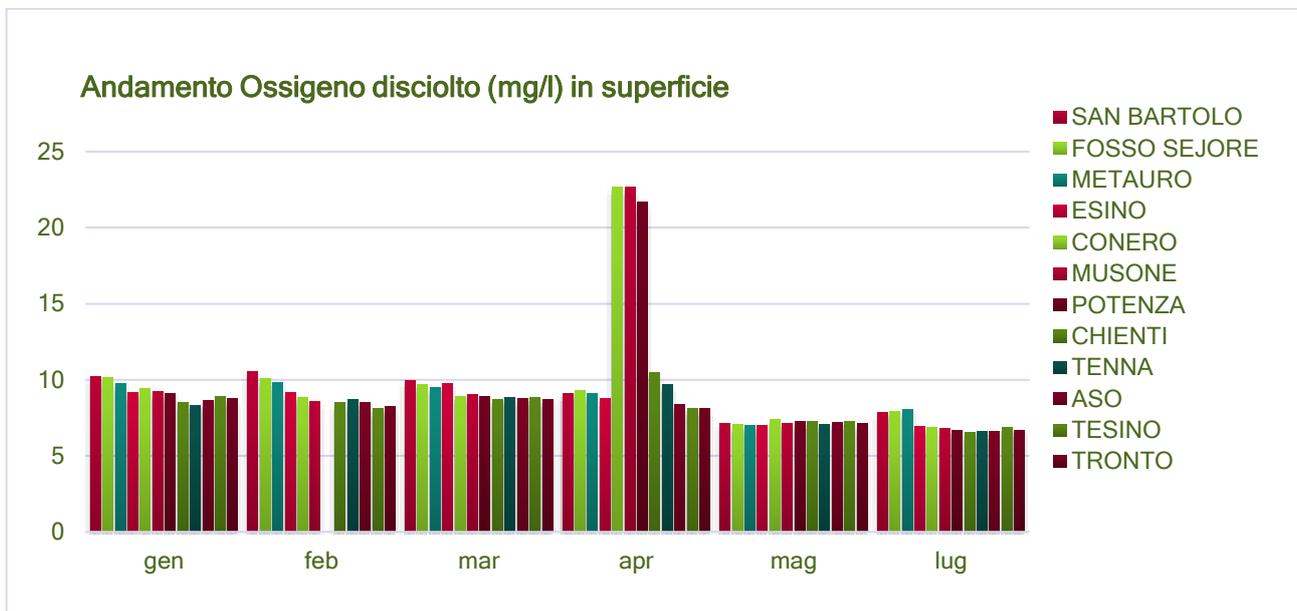
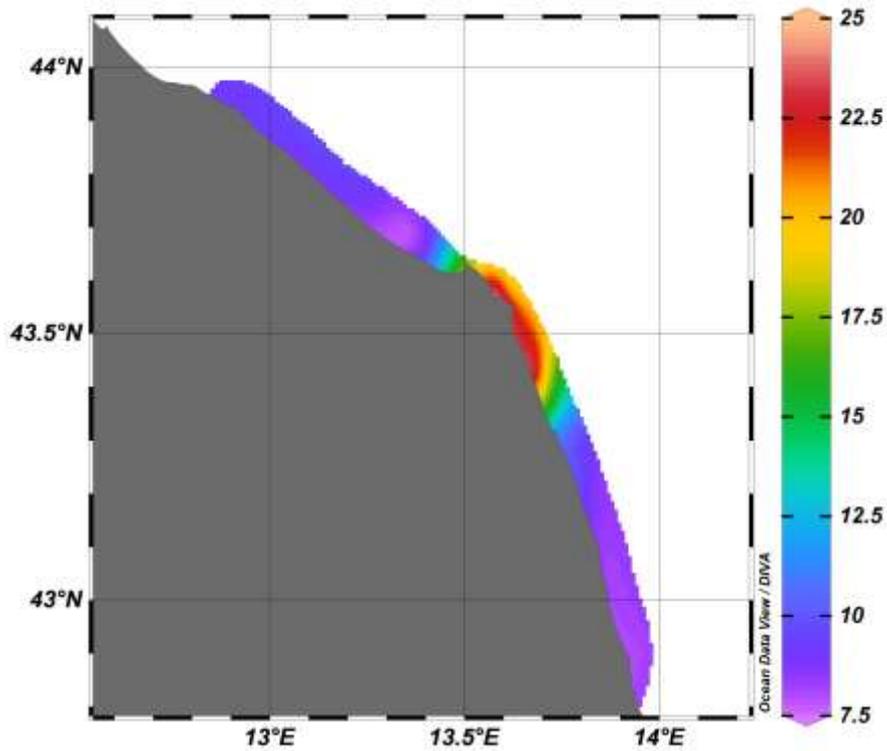
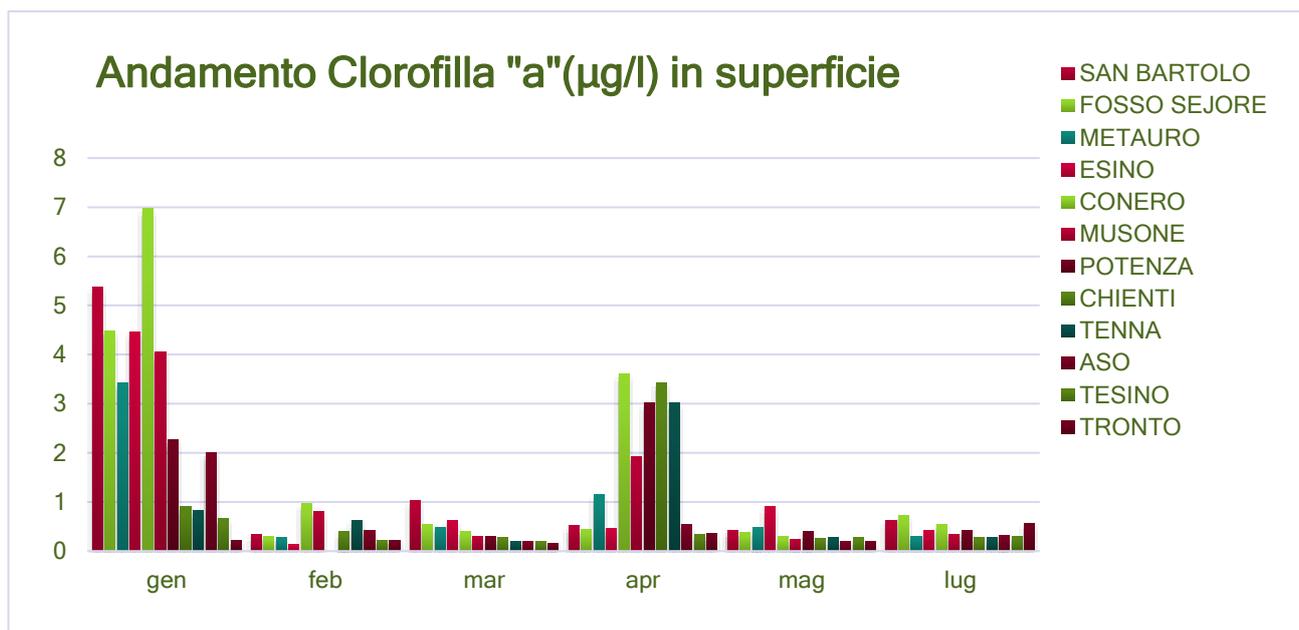


Figura 5. Carta tematica Ossigeno disciolto in superficie - Aprile 2024



La quantità di **clorofilla "a"** è importante nell'identificazione del livello trofico del corpo idrico, in quanto in genere è proporzionale alla biomassa algale presente nella colonna d'acqua.

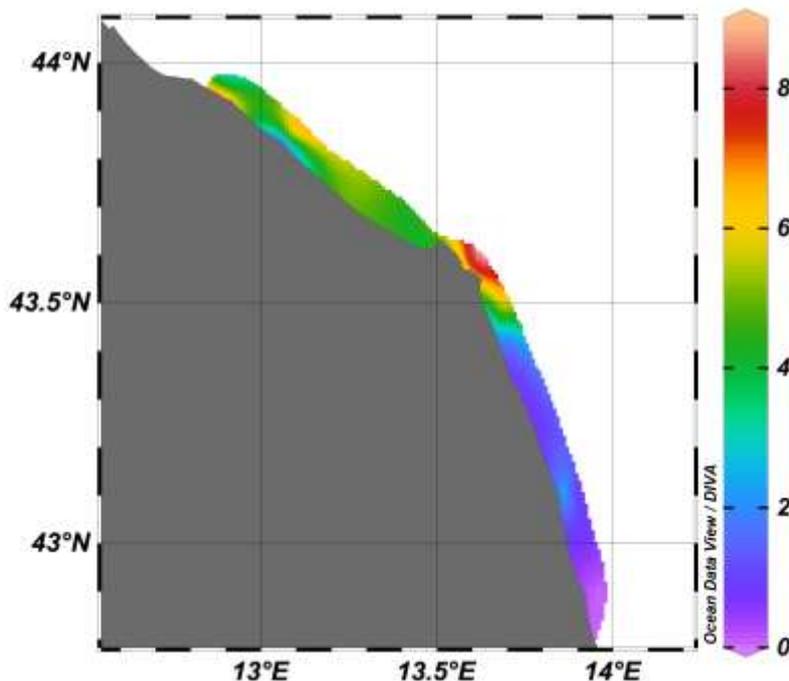
Figura 6. Andamento del parametro Clorofilla "a" misurata in superficie. Valore medio per transetto.



Nel mese di gennaio un'importante fioritura algale, riconducibile all'alga *Skeletonema sp.p.*, ha fatto registrare alti livelli di clorofilla "a" in quasi tutta la costa marchigiana, ad esclusione dei transetti posti

più a sud, con un andamento dei valori decrescente da nord verso sud, con valore massimo pari a 8,0 $\mu\text{g/l}$ al San Bartolo (PU) e al Conero (AN).

Figura 7. Carta tematica Clorofilla "a" - Gennaio 2024



Un altro evento che ha rivelato un'importante presenza di biomassa fitoplanctonica, e quindi di clorofilla "a" come sua misura indiretta, è accaduto nel mese di aprile. In questa occasione, i valori rilevati di clorofilla sono significativamente minori rispetto al mese di gennaio, con valori massimi nei transetti posti tra il Conero ed il fiume Chienti. Sempre in relazione alla clorofilla "a" le altre campagne di monitoraggio mostrano valori che si attestano intorno al valore medio registrato nell'ultimo quinquennio.

Altri importanti parametri che vengono monitorati e che appartengono alla classe dei "nutrienti" sono l'azoto inorganico solubile e il fosforo totale

Il parametro "azoto inorganico solubile" rappresenta la somma delle concentrazioni dell'azoto inorganico presente nella matrice acquosa sotto forma di nitriti, nitrati ed azoto ammoniacale. La variazione della concentrazione dei composti inorganici azotati dipende principalmente dall'entità della piovosità e delle portate fluviali.

Nel mese di gennaio le concentrazioni dei nutrienti azotati sono risultate più elevate, a causa delle precipitazioni caratteristiche del periodo. Particolarmente elevata è risultata la concentrazione di nitrati nel transetto del Tenna, in particolare nella stazione posta a 500 m da costa. Nel mese di marzo il picco di nitrati è viene riscontrato in corrispondenza del transetto Esino.

Figura 8. Andamento del parametro Azoto organico insolubile ($\mu\text{g/l}$)

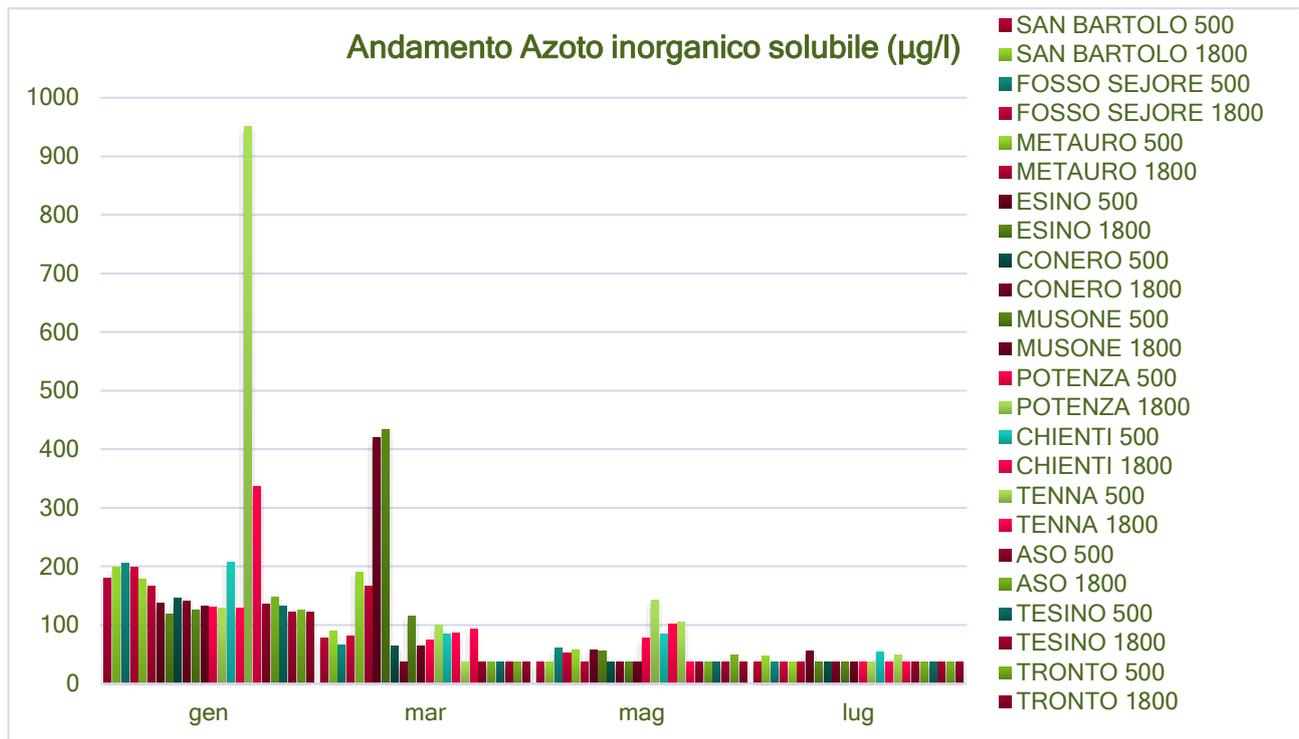
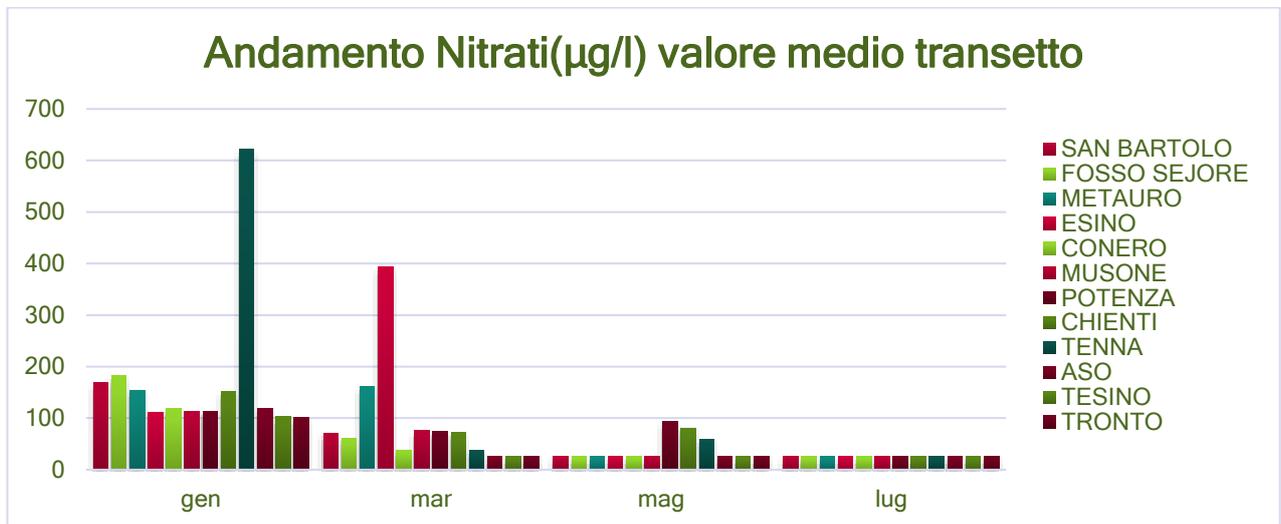


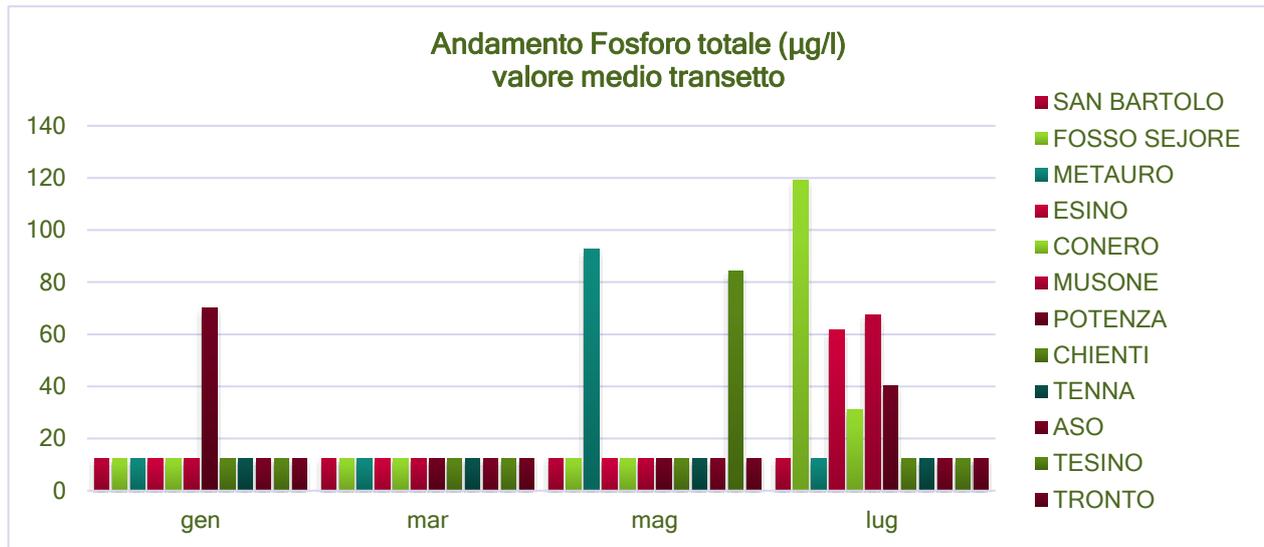
Figura 9. Andamento del parametro Nitrati ($\mu\text{g/l}$)



L'andamento del **fosforo totale** viene fortemente influenzato sia dalla quantità di fitoplancton che dalla presenza di particolato organico presenti lungo la colonna d'acqua, così come dall'entità degli apporti fluviali.

Le maggiori concentrazioni, per questo parametro, sono state rilevate a luglio, in concomitanza alla presenza di mucillagini.

Figura 10. Andamento del parametro Fosforo totale (µg/l)



Al fine di rappresentare lo stato trofico delle acque marino-costiere, per confermare il giudizio espresso dagli indicatori ed assegnare lo stato ecologico ai corpi idrici marino costieri, come previsto dall'Allegato 1 alla parte terza del D.L.vo viene utilizzato l'indice trofico TRIX.

Per l'attribuzione del Buono stato ecologico la classe di TRIX deve essere inferiore al valore stabilito sulla base della caratteristica dei corpi idrici. Per i corpi idrici marchigiani il TRIX deve essere inferiore a 4,5. Il TRIX è calcolato considerando i valori dei principali indicatori di trofia, quali l'ossigeno disciolto (inteso come scostamento dalla saturazione), i nutrienti (composti dell'azoto e del fosforo) e la clorofilla "a".

Calcolo del TRIX:

$$\text{TRIX} = [\log_{10} (\text{Cha} \times \text{D\%O} \times \text{N} \times \text{P}) - (-1,5)] / 1,2$$

I valori medi annui dell'indice trofico (Trix) dividono il litorale marchigiano in due porzioni, confermando che dal porto di Ancona fino a Gabicce Mare (Adriatico settentrionale) il mare Adriatico è caratterizzato da un bilancio d'acqua positivo piuttosto pronunciato e da un apporto di nutrienti, da attribuirsi per lo più dall'afflusso d'acqua dolce che deriva sia dai fiumi Metauro ed Esino, che dal fiume Po. Quest'apporto di acqua dolce e di nutrienti influisce sullo stato trofico; infatti, i valori di TRIX non scendono mai al di sotto di 4. Ciò significa che si è in presenza di acque moderatamente produttive, con un livello di trofia medio, con una buona trasparenza ma con occasionali intorbidimenti e anomale colorazioni.

Viceversa, dal promontorio del Conero fino all'oasi naturalistica della Sentina (foce fiume Tronto) la qualità dello stato trofico è buono, le acque sono scarsamente produttive, con un livello di trofia basso, con una buona trasparenza e assenza di anomale colorazioni.

I valori di TRIX calcolati sono più elevati nei periodi caratterizzati da maggior apporti fluviali, che contribuiscono ad un aumento dei nutrienti ed hanno determinato il massimo valore di Trix nel mese di gennaio nei corpi idrici San Bartolo e Fosso Sejore, questi corpi idrici posti a nord della nostra regione sono influenzati dagli apporti dei fiumi che sfociano nel nord Adriatico. Al contrario, condizioni di oligotrofia, sono state riscontrate nel periodo di siccità, quando gli input di nutrienti sono stati minori.

Figura 11. Indice trofico TRIX – Valore medio per stazione

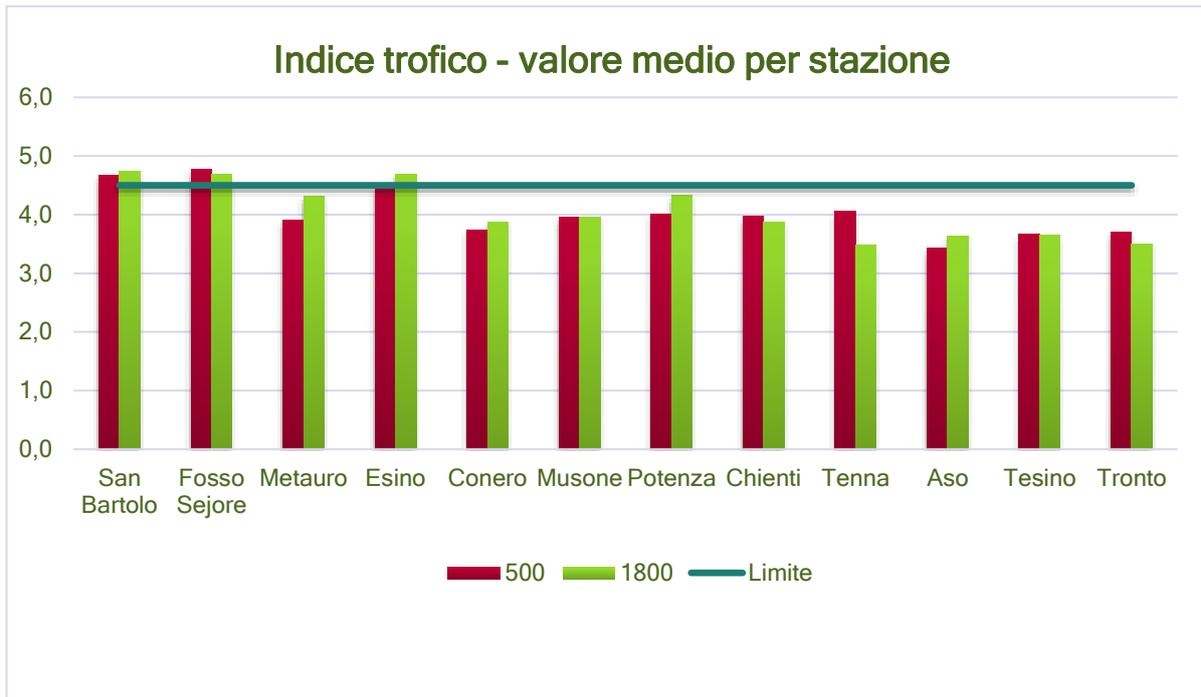
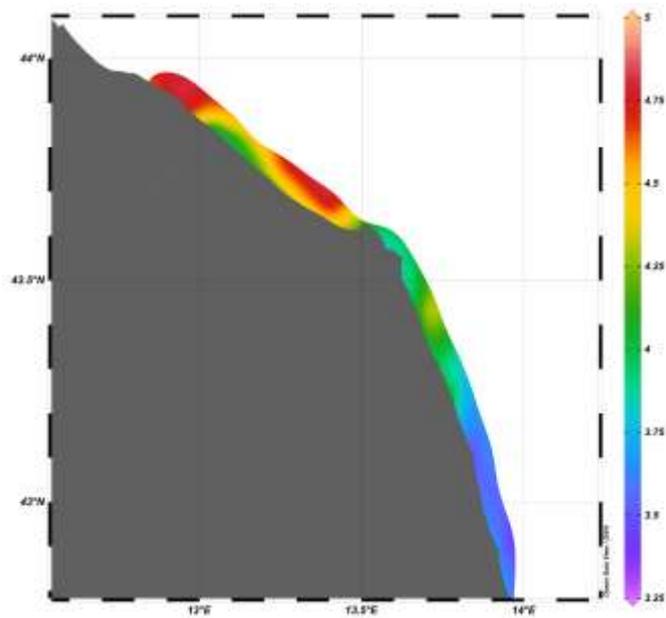


Figura 12. carta tematica TRIX



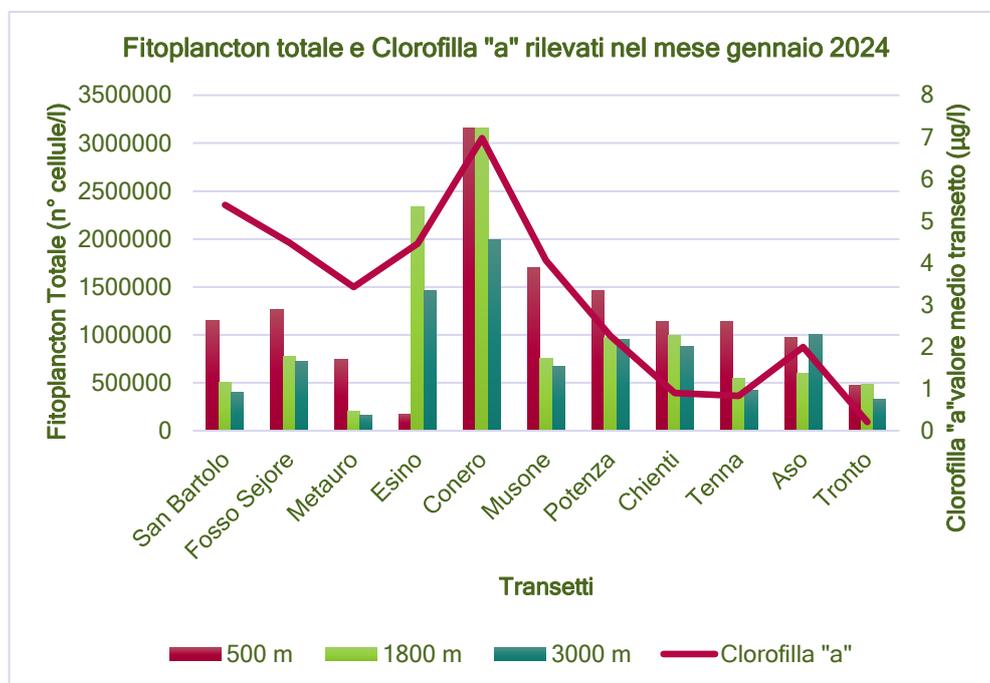
PROLIFERAZIONE DI FITOPLANCTON MARINO

Le *Guidelines for safe recreational water environments* dell'OMS rappresentano la base scientifica sulla quale è stata elaborata la nuova Direttiva Europea (2006/7/CE del 15 febbraio 2006), relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione. Tale direttiva individua soltanto due parametri microbiologici, *Escherichia coli* ed enterococchi intestinali, per la classificazione della qualità delle acque di balneazione, non includendo dunque le alghe tossiche marine. La Direttiva stabilisce tuttavia che "Qualora il profilo delle acque di balneazione mostri una tendenza alla proliferazione di macroalghe e/o fitoplancton marino, vengono svolte indagini per determinare il grado di accettabilità e i rischi per la salute e vengono adottate misure di gestione adeguate, che includono l'informazione al pubblico". Di qui il mantenimento in atto del Programma di Sorveglianza Algale, che prevede il monitoraggio presso stazioni collocate a 500 m e 3000 m dalla costa su 12 transetti, più il controllo di 8 stazioni a riva.

Nel 2024 sono stati rilevati due episodi di fioritura algale, uno a gennaio dovuto a *Skeletonema* sp.p. e l'altro a ottobre dovuto a *Chaetoceros socialis*.

La fioritura di gennaio, ha interessato in un'area estesa, lungo quasi tutta la costa marchigiana, con valori più elevati nella zona compresa tra i transetti del Conero e del Tenna. La presenza è andata poi diminuendo fino a San Benedetto del Tronto, come rappresentato nella figura seguente.

Figura 13. Densità di Fitoplancton totale e della concentrazione di clorofilla "a" rilevata in superficie nei siti posti a distanza di 500 m, 1000 m e 3000 m da costa nei transetti posti lungo la costa marchigiana in occasione della fioritura algale di *Skeletonem*.

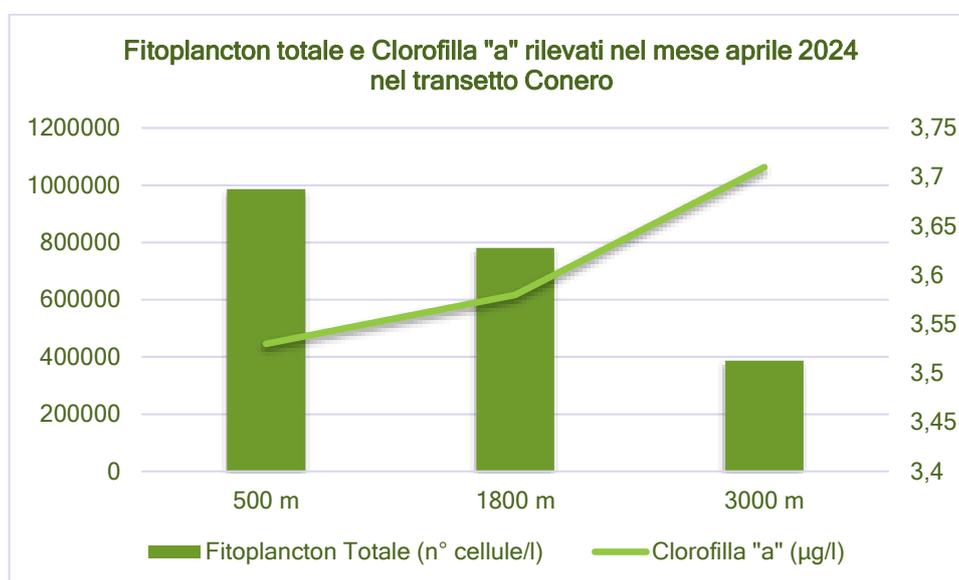


La seconda fioritura dovuta a *Chaetoceros socialis* è stata rilevata su segnalazione della Capitaneria di Porto di Ancona nel tratto di costa delimitato tra il porto di Ancona e la spiaggia del Passetto in data 25 ottobre 2024. Questa fioritura si è protratta fino alla prima metà del mese di novembre lungo tutta la costa marchigiana.

Un terzo picco di fitoplancton con valori di concentrazione vicini alla fioritura è stato rilevato nel mese di aprile solo nel transetto del Conero, soprattutto nelle stazioni site a 500 e 1800 metri dalla costa, rispettivamente con 985.507 cellule/L e 781.033 cellule/L. In questo caso l'elevata concentrazione di clorofilla misurata era dovuta ad una massiccia compresenza di diatomee con netta dominanza di *Chaetoceros socialis* e una minor abbondanza di *Pseudonitzschia* sp.p.; entrambe con concentrazioni in rapido decremento a sud del transetto del Conero. La *Pseudonitzschia* sp.p., alga potenzialmente tossica, ha avuto un valore massimo di 226.778 cellule/L presso la stazione Conero 500, con un ridimensionamento a valori più contenuti a 3000 m dalla costa e nelle stazioni più a sud.

Entrambe le microalghe *Skeletonema* sp.p. *Chaetoceros socialis* non presentano profili di tossicità e quindi non determinano pericoli per la salute umana.

Figura 14. Densità di Fitoplancton totale e concentrazione di clorofilla "a" rilevata in superficie nei siti posti a distanza di 500 m, 1000 m e 3000 m da costa nel transetto Conero sp.p. nel mese di gennaio 2024



Il monitoraggio algale svolto nel periodo della stagione balneare 2024 ha confermato la tipica densità fitoplanctonica contenuta del periodo estivo, espressa con un gradiente spazio-temporale negativo da Nord a Sud della costa marchigiana. Basse concentrazioni di biomassa fitoplanctonica sono tuttavia tipiche in estate nelle acque temperate, nel periodo di stratificazione, quando il rimescolamento per azione dei venti è limitato e la radiazione solare è più intensa. La stratificazione iniziale consente un rapido *bloom* fitoplanctonico in quanto l'elevata quantità di nutrienti disponibili e la radiazione luminosa consentono un'ottimale produzione primaria. A stratificazione consolidata nella fase di piena estate si accompagna la scomparsa di nutrienti e conseguente caduta di produzione primaria che può riprendere in autunno con i primi rimescolamenti verticali ed una buona presenza di illuminazione.

Tra le alghe potenzialmente tossiche appartenenti alle Dinophyceae: *Dinophysis* sp.p., tra le quali le più frequenti *D. caudata*, *D. fortii* e *D. sacculus*, *Alexandrium* sp.p., *Protoceratium reticulatum* e *Lingulodinium polyedra*, nessuna ha destato preoccupazione per la salute pubblica.

Per tutta la stagione balneare infatti sono state presenti con concentrazioni molto basse, comprese tra valori inferiori a 120 cellule/ ad alcune centinaia di cellule/l non raggiungendo mai l'ordine di 10^3

cellule/l, se non nelle stazione del transetto Potenza, dove la massima concentrazione è stata di 1820 cellule/l e presso il S. Bartolo con 1440 cellule/l.

MUCILLAGINI

Dopo diversi anni di assenza, nel 2024, l'Adriatico centro-settentrionale è stato interessato dalla ricomparsa delle mucillagini.

Lungo il litorale marchigiano a partire dal mese di **giugno** si sono verificati degli affioramenti di materiale mucillaginoso in decomposizione (colore beige-marrone) che il vento dominante ha concentrato sotto costa presso alcune baie particolarmente esposte. Le osservazioni effettuate sott'acqua da Operatori Scientifici Subacquei dell'ARPAM hanno confermato la presenza, al largo, di macrofocchi mucillaginosi (dimensioni 2-5 cm) lungo la colonna d'acqua. L'osservazione dell'evoluzione del fenomeno ha evidenziato la presenza di strie e affioramenti di materiale in decomposizione, soprattutto in prossimità della costa.

Figura 15. Mucillagine 2024



I dati acquisiti nelle campagne di monitoraggio di **luglio** nel tratto nord, dal porto di Ancona al promontorio del S. Bartolo (tra Pesaro e Gabicce), hanno mostrato una colorazione verde delle acque, una scarsa trasparenza e una sovrasaturazione in ossigeno indicante una significativa produzione primaria in atto. La concentrazione in ossigeno è risultata alta anche in profondità. I valori della temperatura sono risultati molto elevati, compresi tra i 28 e i 29° C. I valori di salinità a nord di Ancona sono apparsi significativamente inferiori a quelli tipici della stagione calda testimonia che le acque marine costiere delle Marche settentrionali sono state interessate da input di acque dolci. La concentrazione di nutrienti non è risultata elevata, sono stati rilevati alcuni picchi di fosforo totale in alcuni transetti di monitoraggio fino al Potenza, mentre per l'azoto totale l'unica rilevazione si è avuta

in corrispondenza della foce dell'Esino, come evidenziato dai grafici seguenti di fig. 16. E' stata rilevata un'unica stria di mucillagine a circa 2 km al largo di Pesaro, gli affioramenti interessavano un fronte di circa 500 m e si disponevano nel letto del vento da Nord-Ovest, la colonna d'acqua è apparsa ovunque sgombra da fiocchi o filamenti.

Nel tratto più a sud i monitoraggi di luglio non sono state rilevate chiazze di mucillagini, se non alcuni affioramenti di materiale vecchio concentrato dal vento a ridosso della diga foranea di Ancona. La colonna d'acqua è infine risultata priva di fiocchi o filamenti. La temperatura delle acque superficiali è risultata di circa 29 °C, decisamente superiori alla media del periodo. La concentrazione di clorofilla "a", più bassa in superficie e più alta sul fondo, indica una fioritura algale in fase regressiva (ciò è confermato da assenza di colorazione anomala e da valori di trasparenza piuttosto elevati, anche sottocosta).

Figura 16. Concentrazione di Fosforo totale nei siti di monitorati in data 23 e 24 luglio

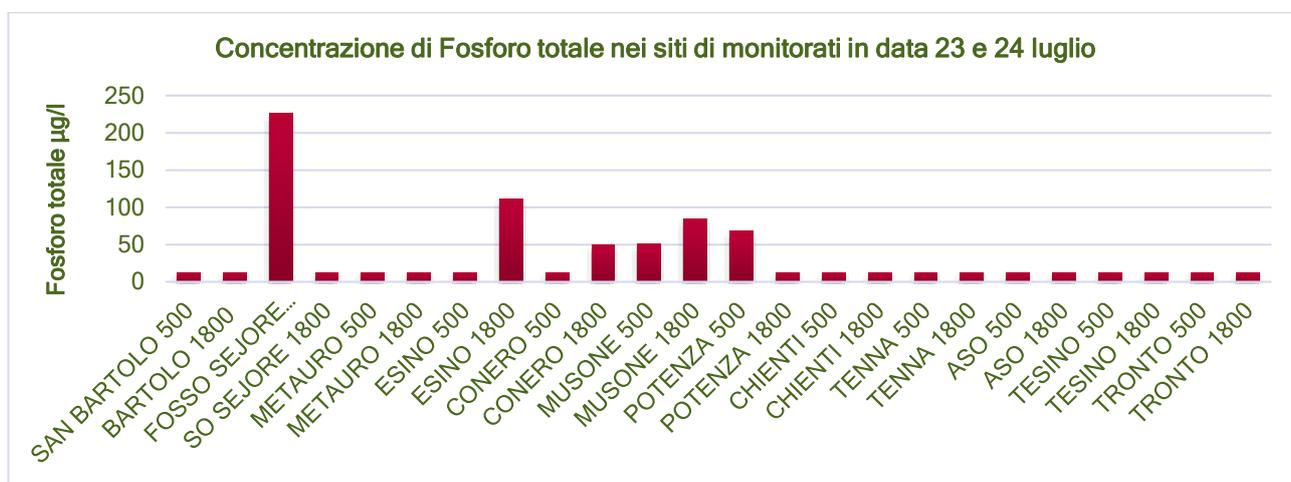
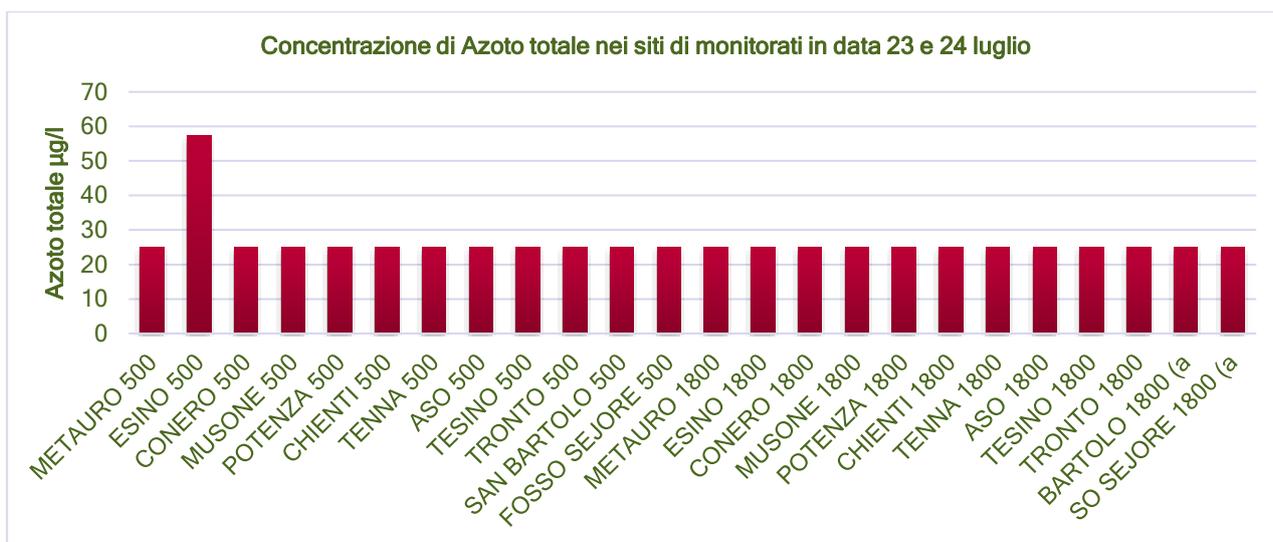


Figura 17. Concentrazione di Azoto totale nei siti di monitorati in data 23 e 24 luglio



Nel mese di **agosto** il fenomeno delle mucillagini non accenna ad una fase regressiva, favorito dalla persistenza delle alte temperature e delle condizioni marine stabili.

In questo mese la presenza si manifesta in maniera difforme strutturalmente e con un andamento discontinuo, prevalentemente nelle ore pomeridiane, in prossimità delle spiagge sotto forma di fiocchi e macrofiocchi in colonna, piccoli flocculi galleggianti e aggregati più consistenti in superficie, talvolta formando vere e proprie strie compatte e nastriformi dall'aspetto cremoso sia a riva, negli specchi d'acqua racchiusi o protetti da barriere frangiflutti, sia più al largo.

L'evento è sostenuto in superficie da gas generati da microorganismi che si concentrano nel materiale di natura polisaccaridica prodotto dall'attività microalgale (essudazione, locomozione, lisi cellulare, predazione da parte della componente animale del plancton marino). Nei campioni prelevati in questo periodo nel tratto Nord del litorale marchigiano, viene ancora rilevata seppur in concentrazioni non prossime a fioritura (intorno alle 10.000 cellule/L), la Dinoflagellata *Gonyaulax fragilis*, la cui presenza è correlata in letteratura dalla manifestazione della mucillaggine e alla quale possono essere ricondotti presumibilmente, in concomitanza con la popolazione microbica annessa, anche fenomeni di fluorescenza notturna.

Il fenomeno ha visto la fine al termine della stagione estiva con l'abbassamento delle temperature, il rimescolamento indotto dai venti e le mareggiate che ne hanno provocato la disgregazione.

SPECIE POTENZIALMENTE TOSSICHE - MONITORAGGIO DI OSTREOPSIS OVATA

Il monitoraggio delle microalghe tossiche bentoniche, *Ostreopsis ovata*, è stato condotto da ARPAM secondo quanto previsto dalle linee guida riportate nell'allegato C del Decreto 30 marzo 2010 (Rapporto Istisan 14/19). Le aree ad elevato rischio sono state sottoposte a monitoraggio di routine, mentre le aree ricadenti nei comuni di Pesaro, Pedaso e Grottammare, non sono state monitorate, in quanto ormai da diversi anni non si rileva la presenza di *Ostreopsis*, per cui vengono monitorate solo in caso di allerta.

Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle stazioni di monitoraggio.

Tabella 3. Stazioni di monitoraggio di *Ostreopsis ovata*

ID area di balneazione	Provincia	Comune	Codice punto	Nome punto	Tipo	Latitudine	Longitudine
IT011041044013	Pesaro	Pesaro	OY21	Viale Vaccai	allerta	43,914491	12,9214
IT011042002006	Ancona	Ancona	OY06	Passetto ascensore	verifica	43,616667	13,535278
IT011042002009	Ancona	Ancona	OY16	Pietralacroce (casa diroccata)	allerta	43,608056	13,547222
IT011042002013	Ancona	Ancona	OY03	Portonovo	verifica	43,566700	13,591700
IT011042048005	Ancona	Sirolo	OY07	Spiaggia Urbani	verifica	43,524167	13,624722
IT011042032001	Ancona	Numana	OY08	Numana alta	allerta	43,513889	13,625556
IT011043042012	Macerata	Porto Recanati	OY04	200 m nord scarico Fiumarella	verifica	43,440278	13,661667
IT011109030001	Fermo	Pedaso	OY05	300 m nord centrale Enel	allerta	43,087967	13,846817
IT011044023002	Ascoli Piceno	Grottammare	OY12	1500 m Nord Foce Tesino	allerta	42,995629	13,871395

Figura 18. Punto di prelievo OY01 Viale Vaccai



Figura 19. Punto di prelievo OY06 Passetto Ascensore



Figura 20. Punto di prelievo OY16 Pietralacroce



Figura 21. Punto di prelievo OY03 Portonovo



Figura 22. Punto di prelievo 0Y04 Scarico Fiumarella



Figura 23. Punto di prelievo 0Y07 Spiaggia Urbani

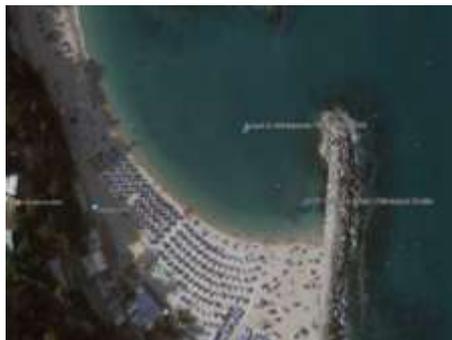


Figura 24. Punto di prelievo 0Y05 Pedaso Enel



Figura 25. Punto di prelievo 0Y08 La spiaggiola di Numana



Figura 26. Punto di prelievo 0Y12 1500 m nord foce Tesino



Le fasi del piano di sorveglianza e le azioni da intraprendere nelle aree ad elevato e medio rischio di fioritura di *Ostreopsis cf. ovata* dipendono dal numero di cellule della microalga rilevate nella colonna d'acqua e dalle condizioni meteo-climatiche, secondo quanto stabilito dalle Linee Guida del Ministero della Salute (Rapporto ISTISAN 14/19). Nella tabella seguente vengono riepilogate le varie fasi del piano di sorveglianza.

Figura 27. Fasi del piano di sorveglianza

Piano di sorveglianza	Livelli di rischio sanitario	Attività previste	Misure di gestione
fase di ROUTINE			
1. Densità in colonna d'acqua ≤10.000 cell/L Indipendentemente da condizioni meteo-climatiche	Trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> • Osservazioni e/o monitoraggio di routine mensile 	Nessuna
2. Densità in colonna d'acqua 10.000-30.000 cell/L Periodo prolungato con sufficiente idrodinamismo e temperature molto inferiori a quelle di fioritura**			
fase di ALLERTA			
1. Densità in colonna d'acqua 10.000-30.000 cell/L Periodo prolungato con scarso idrodinamismo e temperature ottimali di fioritura**	Trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificazione monitoraggio • Valutazione estensione dell'area interessata • Sorveglianza sanitaria • Osservazione stato di salute degli organismi acquatici eduli 	Il Sindaco comunica a Ministero della Salute e Ministero dell'Ambiente le misure per informare il cittadino e prevenire esposizioni pericolose
2. Densità in colonna d'acqua 30.000-100.000 cell/L Condizioni meteo sfavorevoli a formazione di aerosol e spruzzi	<i>Contatto e inalazione:</i> possibili sintomi e/o segni locali e sistemici lievi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisi chimica di tossine in prodotti ittici e acqua • Informazioni ad autorità sanitarie 	
fase di EMERGENZA			
1. Densità in colonna d'acqua >30.000 cell/L Condizioni meteo-marine favorevoli alla formazione di aerosol e spruzzi d'acqua	<i>Contatto:</i> possibili sintomi e/o segni locali. <i>Inalazione:</i> possibili sintomi e/o segni locali, disturbi respiratori, effetti sistemici	<ul style="list-style-type: none"> • Attività svolte in Fase di allerta • Analisi tossine in aerosol • Pulizia battigia in caso di mareggiata 	Il Sindaco comunica a Ministero della Salute e Ministero dell'Ambiente le misure per informare il cittadino e prevenire esposizioni pericolose, indicando le misure di prevenzione adottate e le eventuali azioni intraprese (cartellonistica, bollettini, segnaletica, pubblicazioni sui portali nazionali e regionali; eventuali ordinanze sindacali di divieto)
2. Densità in colonna d'acqua >100.000 cell/L indipendentemente dalle condizioni meteo-climatiche	<i>Ingestione:</i> possibili sintomi e/o segni locali da contatto; rischio di effetti sistemici		
3. Presenza di materiale denso in superficie	rischio di effetti sistemici		
4. Segnalazioni di tipo sanitario associabili all'esposizione durante la fioritura			

* definite in base al numero di cellule di *Ostreopsis cf. ovata* e delle condizioni ambientali e meteorologiche

** le temperature variano a seconda della regione interessata

Risultati del monitoraggio effettuato nella stagione balneare 2024

Il piano di monitoraggio, nel corso della stagione 2024, è stato effettuato da ARPAM con frequenza quindicinale da luglio fino a ottobre in quanto non si sono mai verificate condizioni di allerta o di emergenza.

Presso le stazioni di campionamento sono state effettuate misurazioni dei parametri chimico-fisici delle acque nonché la temperatura dell'aria, la direzione ed intensità del vento e quella del moto ondoso. Il campionamento è stato effettuato sulla colonna d'acqua e sulla macroalga. Negli stessi punti è stata determinata anche la concentrazione dei nutrienti.

I campionamenti per il monitoraggio dell'alga tossica *Ostreopsis cf. ovata* sono stati regolarmente effettuati nelle stazioni previste per la fase di routine dal mese di luglio fino alla seconda metà di ottobre. I risultati non hanno mai evidenziato la presenza della *Ostreopsis* per tutta la stagione balneare del 2024.

Tale risultato è particolarmente interessante in quanto, negli anni precedenti la presenza della microalga è stata sempre riscontrata con concentrazioni più rilevanti durante la stagione estiva inoltrata.

Nello specifico la presenza della microalga è stata osservata ininterrottamente tutti gli anni a partire dal 2007, anno in cui è iniziata l'attività di monitoraggio nazionale, dedicata alla sorveglianza delle alghe tossiche ad integrazione del monitoraggio marino costiero già esistente.

Le condizioni ambientali che favoriscono la vita e la riproduzione di *Ostreopsis* non sono ancora completamente note e sono a tutt'oggi oggetto di studio, per cui attualmente non si hanno sufficienti elementi per fare un'ipotesi accurata circa la mancata osservazione dell'alga nel 2024, anche se si ritiene che possa aver giocato un ruolo la copiosa presenza delle mucillagini che da diverso tempo non comparivano nella costa marchigiana.

L'opera di divulgazione al pubblico dell'andamento stagionale di *Ostreopsis*, oltre che tramite apposita segnaletica collocata in prossimità delle spiagge, è stata effettuata anche attraverso la pubblicazione su App di ARPAM e sul sito web www.arpa.marche.it di bollettini recanti gli esiti analitici dei campionamenti effettuati.

Nella tabella 4 si riportano i risultati ottenuti nella campagna di monitoraggio di *Ostreopsis ovata* durante il 2024.

Tabella 4. Risultati ottenuti nella campagna di monitoraggio di *Ostreopsis ovata* durante il 2024

Fase di routine	Fase di allerta	Fase di emergenza
-----------------	-----------------	-------------------

ID area di balneazione	Provincia	Comune	Codice punto	Nome punto	Tipo	Latitudine	Longitudine	Data prelievo	cell/L
IT011042002006	Ancona	Ancona	0Y06	Passetto ascensore	Verifica	43,616667	13,535278	10-lug	Assente
								26-lug	Assente
								05-ago	Assente
								22-ago	Assente
								02-set	Assente
								26-set	Assente
								07-ott	Assente
IT011042002013	Ancona	Ancona	0Y03	Portonovo	Verifica	43,566700	13,591700	10-lug	Assente
								26-lug	Assente
								05-ago	Assente
								22-ago	Assente
								02-set	Assente
								26-set	Assente
								07-ott	Assente
Segue IT011042048005 IT011042048005	Ancona	Sirolo	0Y07	Spiaggia Urbani	Verifica	43,524167	13,624722	09-lug	Assente
								26-lug	Assente
								05-ago	Assente
								22-ago	Assente
								02-set	Assente
								26-set	Assente
								28-sett	Assente
								07-ott	Assente
14-ott	Assente								
IT011043042012	Macerata	Porto Recanati	0Y04	200 m nord scarico Fiumarella	Verifica	43,440278	13,661667	09-lug	Assente
								26-lug	Assente
								06-ago	Assente
								27-ago	Assente
								16-set	Assente
								30-set	Assente
								16-ott	Assente
22-ott	Assente								

CARICHI TROFICI

Nella tabella 5 si riepilogano gli stati di trofia in funzione dei valori di TRIX (ex D.Lg-152/99), mentre nella tabella 6 si riporta la distribuzione dei valori di TRIX nelle campagne realizzate nel corso dell'estate-autunno 2024 lungo la costa marchigiana interessata da monitoraggio di *Ostreopsis ovata*.

Tabella 5. Scala trofica ex D. Lgs. 152/99

SCALA TROFICA	STATO
da 2 a 4	elevato
da 4 a 5	buono
da 5 a 6	mediocre
da 6 a 8	scadente

Tabella 6. Indice trofico TRIX relativo alle campagne di monitoraggio di *Ostreopsis ovata*

ID area di balneazione	Codice punto	Nome punto	Data	TRIX	Media TRIX	Stato trofico
IT011042002006	0Y06	Passetto ascensore	10/07/24	5,6	4,5	Buono
			26/07/24	5,6		
			05/08/24	4,1		
			22/08/24	3,8		
			02/09/24	3,4		
			26/09/24	4,2		
			07/10/24	3,0		
IT011042002013	0Y03	Portonovo da Ramona	10/07/24	4,9	4,4	Buono
			26/07/24	4,6		
			05/08/24	4,9		
			22/08/24	4,1		
			02/09/24	3,1		
			26/09/24	4,4		
			07/10/24	4,1		
IT011042048005	0Y07	Molo spiaggia Urbani	09/07/24	4,8	4,6	Buono
			26/07/24	6,0		
			05/08/24	4,5		
			22/08/24	4,5		
			02/09/24	3,7		
			26/09/24	5,0		
			07/10/24	3,7		
IT011043042012	0Y04	200 m nord scarico Fiumarella	09/07/24	5,2	4,7	Buono
			26/07/24	5,2		
			06/08/24	4,9		
			27/08/24	5,1		
			16/09/24	3,9		
			30/09/24	3,4		
			16/10/24	3,9		
			22/10/24	3,9		

Considerando la classificazione delle acque marino costiere in base alla scala trofica di cui all'ex D.Lgs. 152/1999 e s.m.i., i valori di TRIX calcolati hanno mostrato valori medi che si assestano su uno stato di trofia "Buono". Nel mese di ottobre è stato rilevato il valore più basso di TRIX 3,0 nella stazione IT011042002006 (Passetto ascensore)(stato trofico elevato) dovuto ad un periodo caratterizzato da povertà di pioggia e una conseguente diminuzione di sostanze nutritive disciolte. I valori più alti di TRIX sono stati rilevati a luglio con un picco di 5,6 (stato trofico mediocre) nella stazione IT011042002006 (Passetto ascensore), dopo giorni di piogge che hanno fatto aumentare i valori dei nutrienti. Questi periodi di precipitazioni più abbondanti hanno influenzato la media annuale dello stato trofico.

BIBLIOGRAFIA

- Accoroni S., Colombo F., Pichierri S., Romagnoli T., Marini M., Battocchi C., Penna A., Totti C., 2012 - Ecology of *Ostreopsis cf. ovata* blooms in the northwestern Adriatic Sea. *Cryptogamie, Algologie*, 33(2), 191-198.
- Bertolotto R., P. Borrello, I. Di Girolamo, M. Ercolessi, E. Magaletti, A. Milandri, A. Penna, M. Pompei, G. Scanu, E. Spada, C. Totti, N. Ungaro, A. Zingone, 2014 - Presenza di *Ostreopsis cf. ovata* e altre microalghe bentoniche potenzialmente tossiche nelle acque costiere italiane. In: "Ostreopsis c.f. ovata: linee guida per la gestione delle fioriture negli ambienti marino-costieri in relazione alla balneazione e ad altre attività ricreative", *Rapporti ISTISAN*, 14/19, pp.:13-20.
- Borrello P., De Angelis R., Spada E., 2015 - Fioriture della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis ovata* lungo le coste italiane dall'emergenza del 2005 ad oggi: monitoraggio e gestione. ISPRA, Atti Convegno: "Emergenza ambiente. l'ecotossicologia come strumento di gestione", www.isprambiente.gov.it. pp. 9
- Decreto Ministero della Salute 30 marzo 2010 - Supplemento ordinario alla G.U. n. 119 del 24 maggio 2010. Definizione dei criteri per determinare il divieto di balneazione, nonché modalità e specifiche tecniche per l'attuazione del decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, di recepimento della direttiva 2006/7/CE, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione.
- ISPRA, 2011 - Monitoraggio di *Ostreopsis ovata* e altre microalghe potenzialmente tossiche lungo le aree marino-costiere italiane Anno 2010. Rapporto n. 148, www.isprambiente.gov.it. pp. 137. 31.
- ISPRA, 2012 - *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane: monitoraggio 2011. Rapporto n. 173, www.isprambiente.gov.it. pp. 128. 32.
- ISPRA, 2013 - Monitoraggio e sorveglianza delle fioriture di *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane - Anno 2012. Rapporto n. 188, www.isprambiente.gov.it. Pp. 202. 33.
- ISPRA, 2014 - Monitoraggio della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane - Anno 2013. Rapporto n. 211, www.isprambiente.gov.it. pp. 190. 34.
- ISPRA, 2015 - Monitoraggio della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane - Anno 2014. Rapporto n. 232, www.isprambiente.gov.it. Pp. 196. 30.
- ISPRA, 2016 - Monitoraggio della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane - Anno 2015. Rapporto n. 253, www.isprambiente.gov.it. Pp. 187.
- Istituto Superiore di Sanità - *Ostreopsis cf. ovata*: linee guida per la gestione delle fioriture negli ambienti marino costieri in relazione a balneazione e altre attività ricreative. A cura di Enzo Funari, Maura Manganelli ed Emanuela Testai 2014, iv, 118 p. *Rapporti ISTISAN* 14/19



**RISULTATI DI DETTAGLIO:
I TRANSETTI DI MONITORAGGIO**

TRANSETTO SAN BARTOLO

Il transetto di monitoraggio situato più a nord è posto in corrispondenza del rilievo del S. Bartolo ed è quello che risente in misura maggiore delle influenze dei bacini del nord Adriatico.

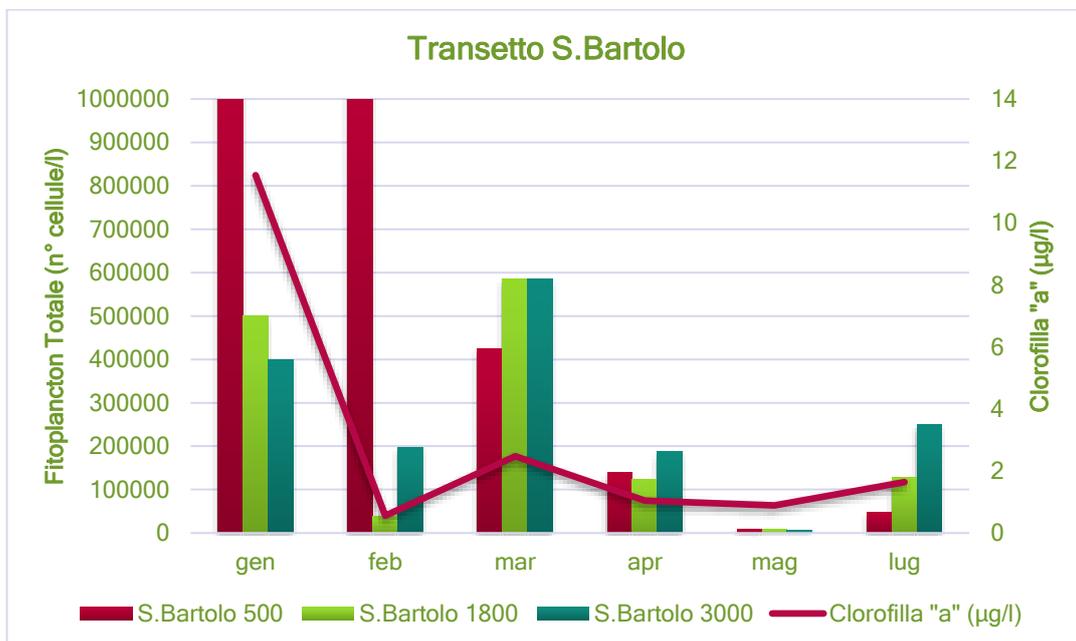
Figura 28. Transetto San Bartolo



Le acque di balneazione ricadenti in questo tratto di mare sono classificate tutte Eccellenti, unica criticità viene rilevata in caso di intense piogge nelle acque limitrofe alla foce del fiume Foglia.

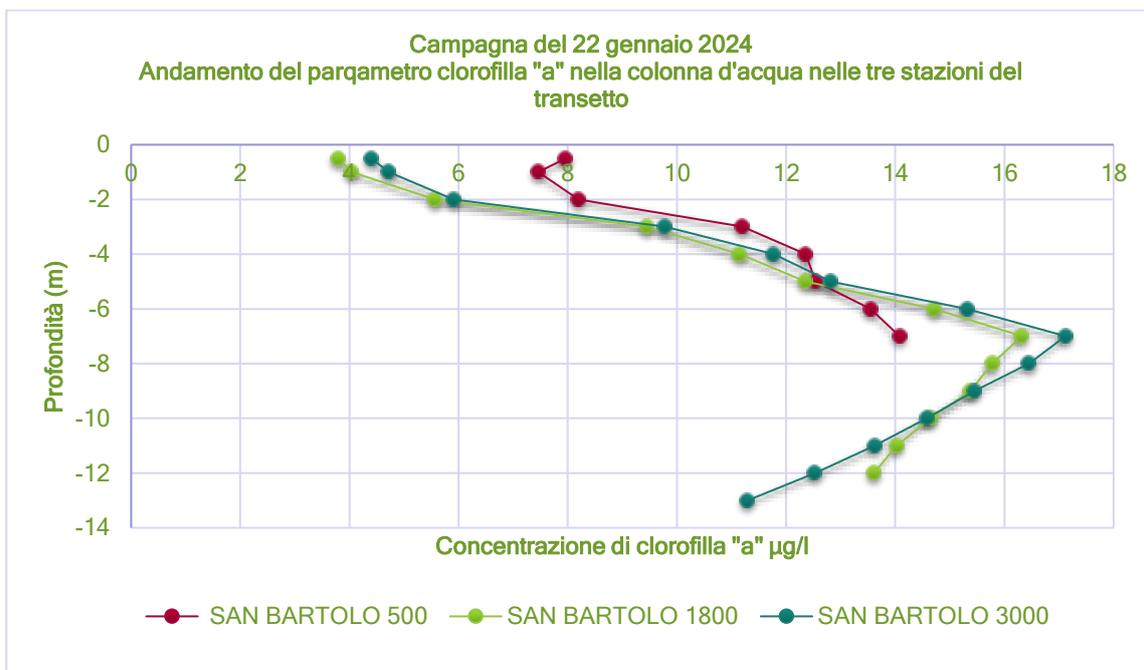
Il monitoraggio effettuato su questo transetto rivela condizioni di elevata densità fitoplanctonica, con elevate concentrazioni di clorofilla "a" lungo la colonna d'acqua. La figura seguente mostra la concentrazione di fitoplancton rilevata nei campionamenti effettuati nelle stazioni del transetto. Si evidenzia, nel mese di gennaio, la presenza di fioritura algale dovuta alla diatomea *Skeletonema sp.p.*, che si protrae anche nel mese febbraio in particolare nella stazione posta a 500m da costa.

Figura 29. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto



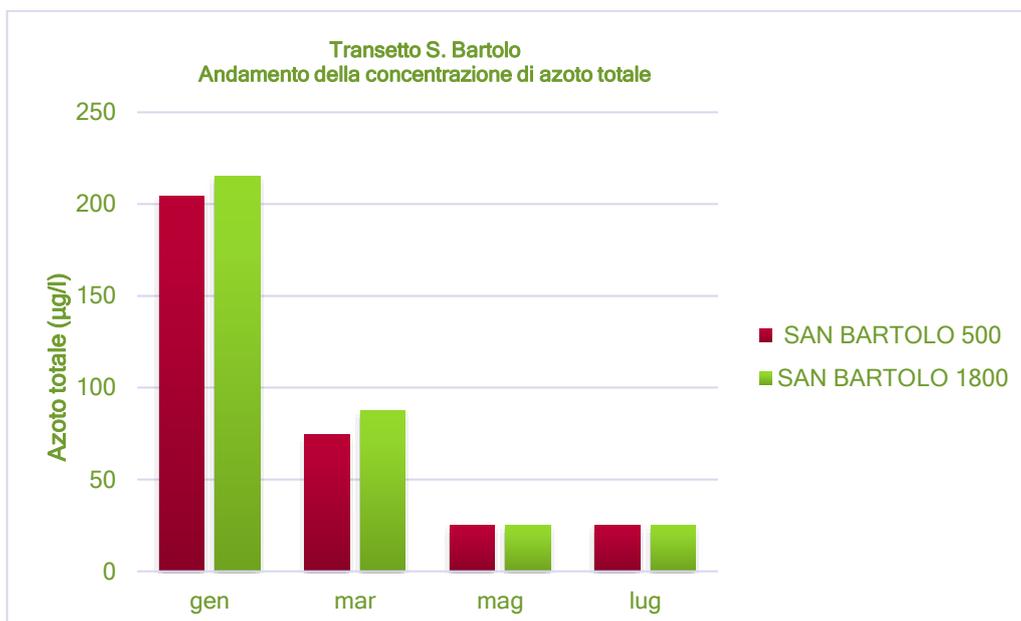
L'andamento verticale della concentrazione di clorofilla "a" nella colonna d'acqua, misurata nella campagna di gennaio, mostra un aumento all'aumentare della profondità, raggiungendo concentrazioni molto elevate ad una profondità di circa 7 metri. Come si evince dal grafico sottostante, in superficie la concentrazione più alta si registra in prossimità della costa.

Figura 30. Andamento del parametro clorofilla "a" nella colonna d'acqua nelle tre stazioni del transetto San Bartolo rilevata in data 22 gennaio 2024



Nel mese di gennaio, in concomitanza della presenza di fioritura algale, si assiste anche ad un aumento della concentrazione di nutrienti, in particolare azoto totale, nitrati e nitriti, mentre la concentrazione di fosforo e dei suoi composti non subisce variazioni.

Figura 31. Azoto totale (µg/l) transetto San Bartolo 2024



L'indice trofico è strettamente collegato agli apporti fluviali dei nutrienti, risultando, pertanto, elevato nei periodi caratterizzati da maggiore piovosità. In questo transetto, sensibile agli apporti dei fiumi del nord Adriatico, questo fenomeno è ben evidente.

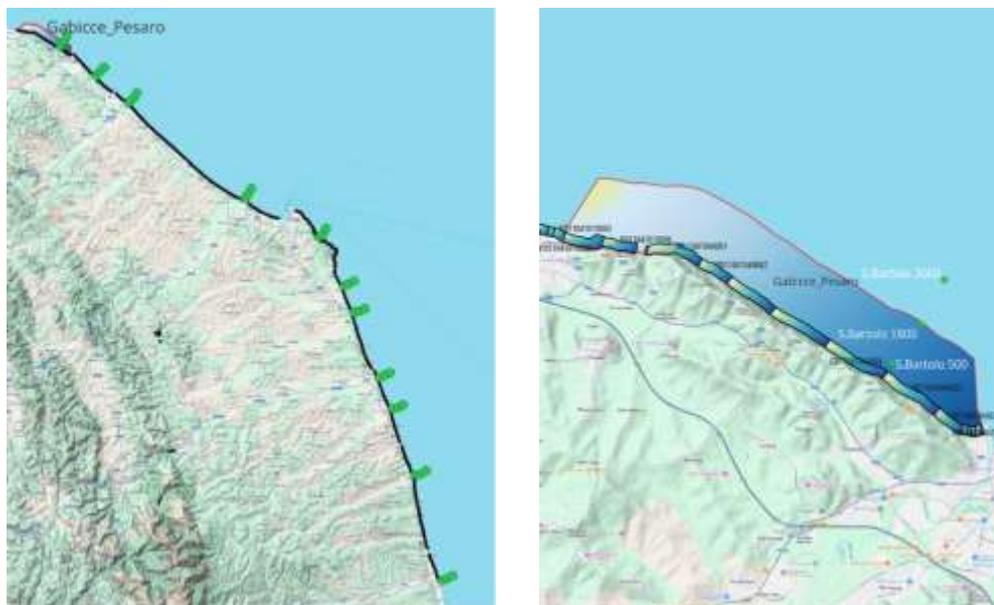
Figura 32. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO FOSSO SEJORE

Il transetto è ubicato in corrispondenza del Fosso Sejore, al confine tra il comune di Pesaro e quello di Fano; il corpo idrico corrispondente è denominato PesaroFano.

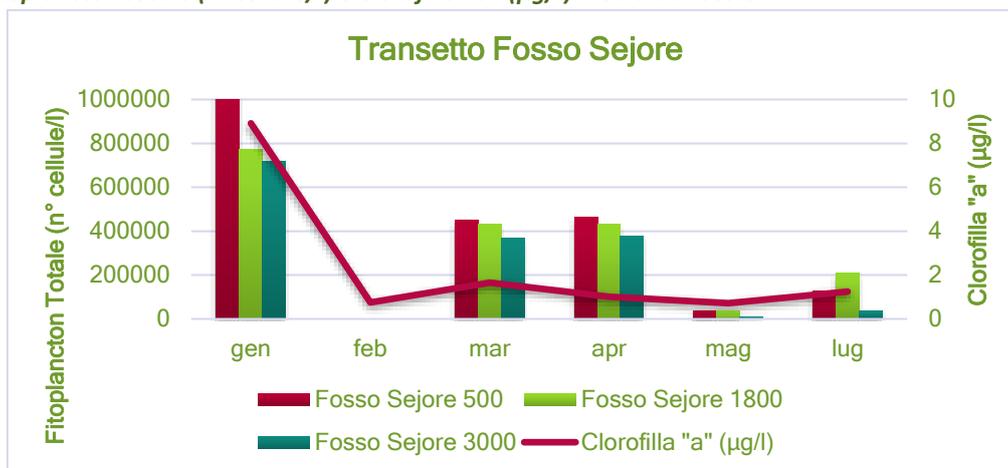
Figura 33. Fosso Sejore transetto di monitoraggio



Le acque di balneazione ricadenti in questo tratto sono classificate tutte Eccellenti, solo in corrispondenza della foce del torrente Genica, in via precauzionale, viene preclusa la balneazione in caso di abbondanti piogge che comportano l'apertura degli scolmatori.

Nella figura seguente si riportano i risultati ottenuti nel transetto in esame relativamente a densità di fitoplancton e concentrazione di Clorofilla "a".

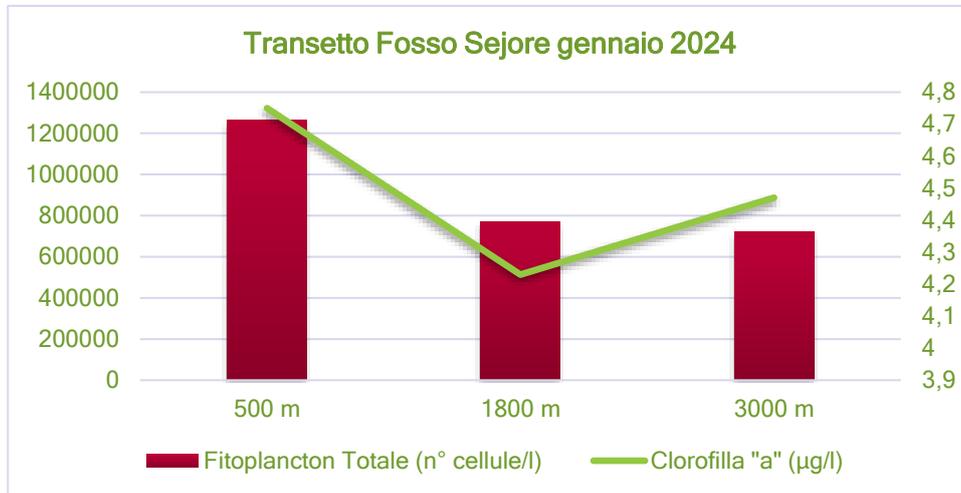
Figura 34. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto



La fioritura algale di *Skeletonema sp.p.*, che ha caratterizzato le acque marino costiere nel mese di gennaio, ha interessato anche il transetto denominato Fosso Sejore, con un andamento simile al transetto del San Bartolo, con densità fitoplanctoniche maggiori nella stazione posta a 500 m da costa,

come evidenziato dal grafico seguente, in cui è riportata anche la concentrazione di clorofilla "a" misurata in superficie.

Figura 35. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) superficiale rilevata in data 22 gennaio 2024 nel le stazioni poste a 500m , 1800 m e 3000m da costa sul transetto Fosso Sejore



La concentrazione dei principali nutrienti presenta andamenti diversi: Fosforo totale ed ortofosfato hanno un picco nel mese di luglio in concomitanza della presenza di mucillagini, mentre nitrati e nitriti registrano il loro picco di concentrazione nel mese di gennaio insieme alla fioritura di *Skeletonema sp.p.*

L'ammoniaca registra la concentrazione più alta nel mese di maggio in particolare nella stazione più vicina alla costa.

Figura 36. Andamento della concentrazione di Fosforo totale

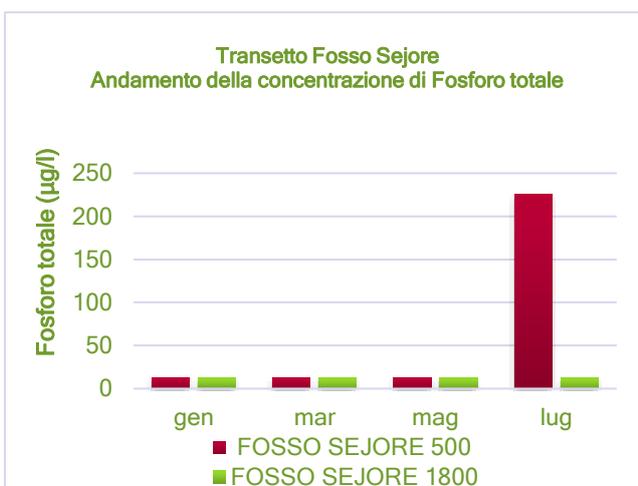


Figura 37. Andamento della concentrazione di Ortofosfato (P-PO4)

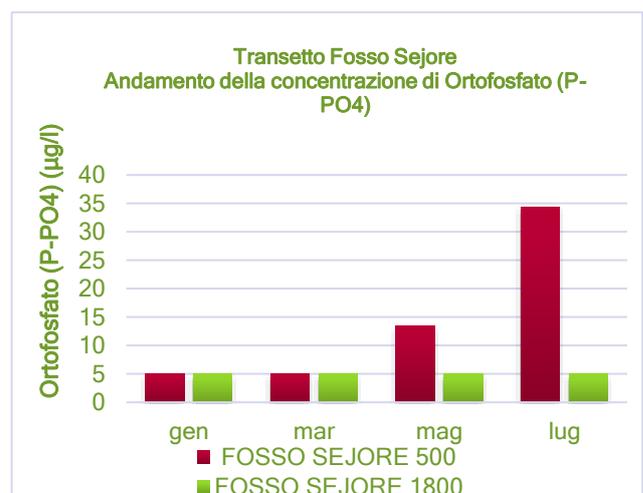


Figura 38. Andamento della concentrazione di Nitriti

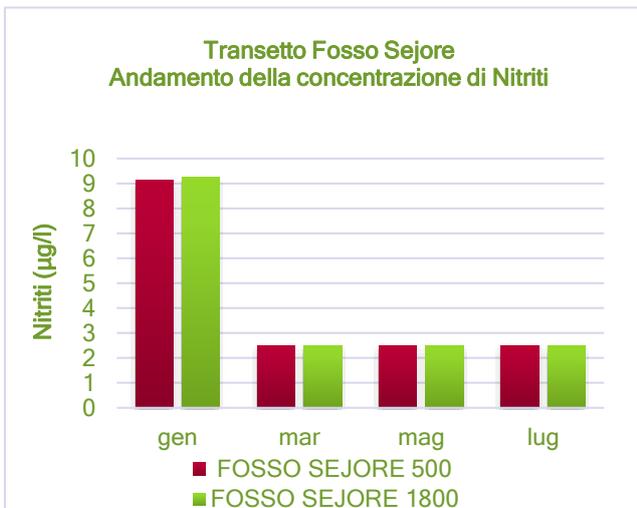


Figura 39. Andamento della concentrazione di Azoto Ammoniacale

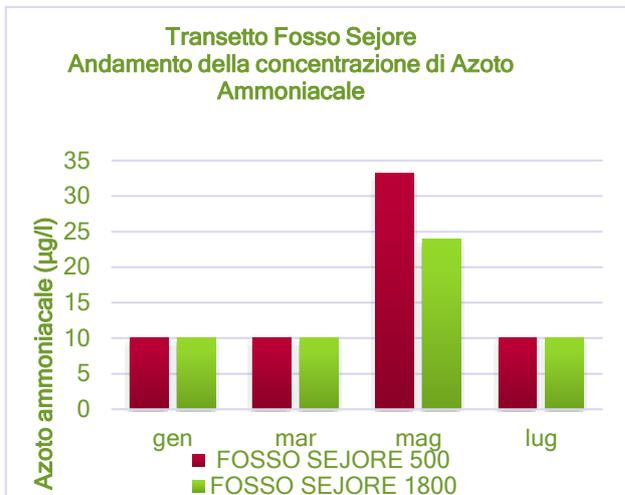
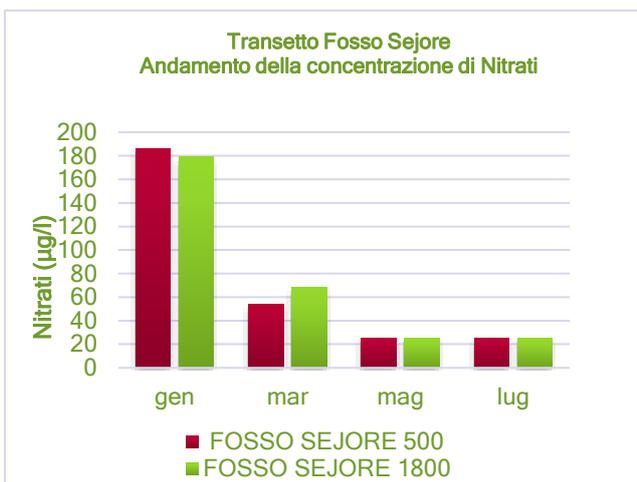
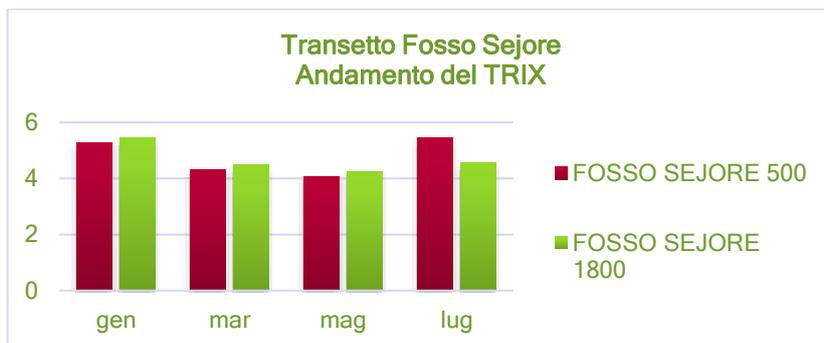


Figura 40. Andamento della concentrazione di Nitrati



L'andamento dell'indice trofico sintetizza la situazione evidenziando condizioni di eutrofia sia nel mese gennaio, dove il maggior contributo è dovuto ai composti dell'azoto, sia a luglio a causa del contributo del Fosforo totale.

Figura 41. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO METAURO

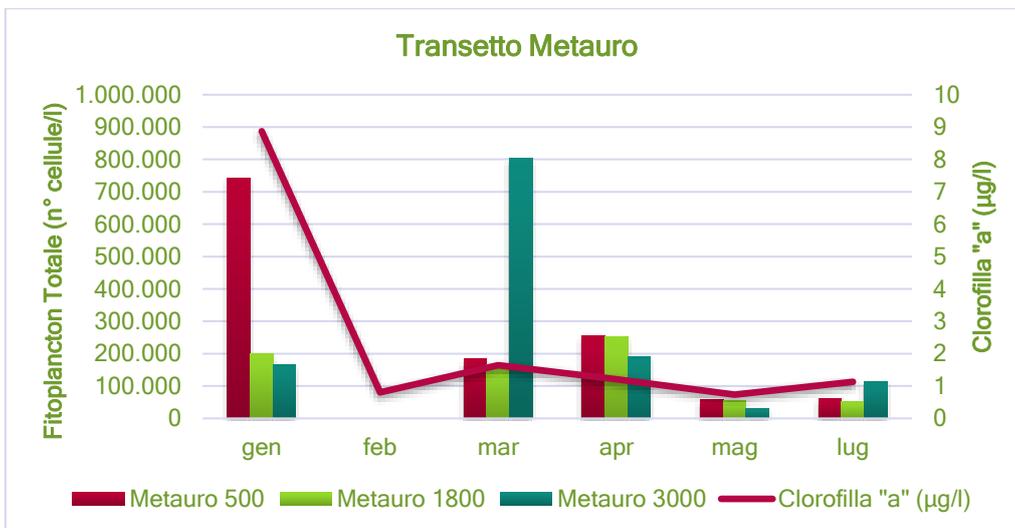
Il transetto è ubicato in corrispondenza di uno dei principali corsi d'acqua della regione Marche e ricade nel corpo idrico denominato Fano_Senigallia; le acque di balneazione limitrofe sono tutte classificate come Eccellenti e, in alcuni casi, sono caratterizzate dalla presenza di scolmatori gestiti con ordinanza preventiva.

Figura 42. Metauro transetto di monitoraggio



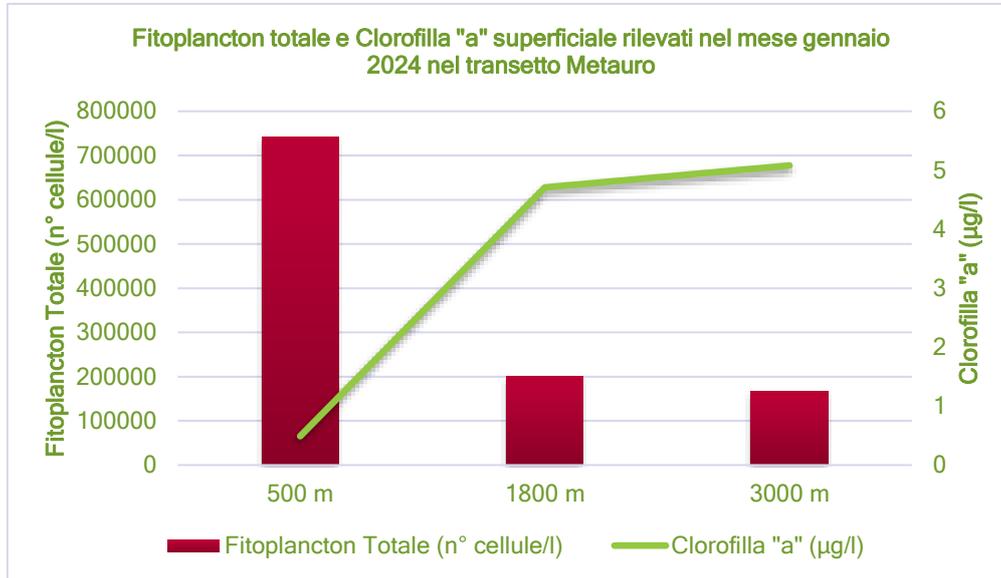
I risultati del monitoraggio di sorveglianza evidenziano una densità algale nel mese di gennaio in linea con la fioritura dovuta a *Skeletonema sp.p.*, seppur in questo transetto risulti più contenuta rispetto a quella osservata nei transetti posti a nord. Nel mese di marzo, nella stazione più lontana dalla costa, si registra un'elevata densità fitoplanctonica dovuta soprattutto alla diatomea *Pseudo-Nitzschia Sp.p.*

Figura 43. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto



Il grafico seguente mostra l'andamento della concentrazione del fitoplancton e di clorofilla "a". nelle stazioni del transetto.

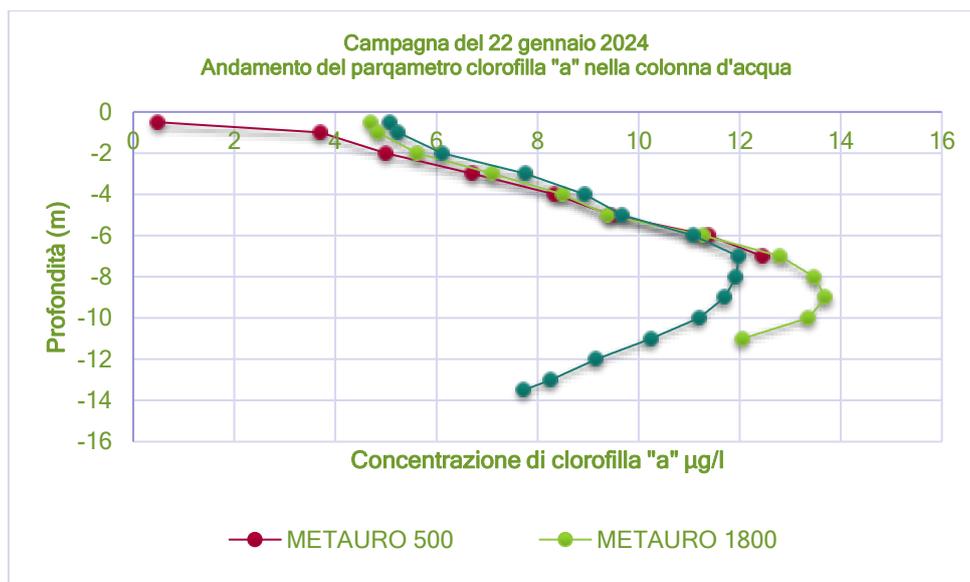
Figura 44. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) superficiale rilevata in data 22 gennaio 2024 nel le stazioni poste a 500m , 1800 m e 300m da costa sul transetto Metauro



In questo transetto la densità di fitoplancton risulta elevata solo nella stazione prossima alla costa, la concentrazione di clorofilla "a", misurata in superficie, ha invece un andamento opposto, aumentando all'allontanarsi dalla costa. Questa situazione si riscontra solo nel campionamento superficiale.

Lungo la colonna d'acqua la concentrazione di clorofilla "a" aumenta notevolmente fino a raggiungere il picco ad una profondità di 9 metri (già alla profondità di un metro si riducono le differenze tra le diverse stazioni di monitoraggio), indicando una fioritura algale in fase regressiva.

Figura 45. Andamento del parametro clorofilla "a" nella colonna d'acqua



La concentrazione dei nitrati segue l'andamento legato alla stagionalità ed agli apporti da terra, con valori più elevati nei mesi di gennaio e marzo, mentre per i parametri fosforo totale, ortofosfato e Azoto

ammoniacale, si registra un unico valore nel mese di maggio, i primi esclusivamente nella stazione posta più lontano da costa, il secondo solo nella stazione posta più vicino a costa.

Figura 46. Andamento della concentrazione di Fosforo totale

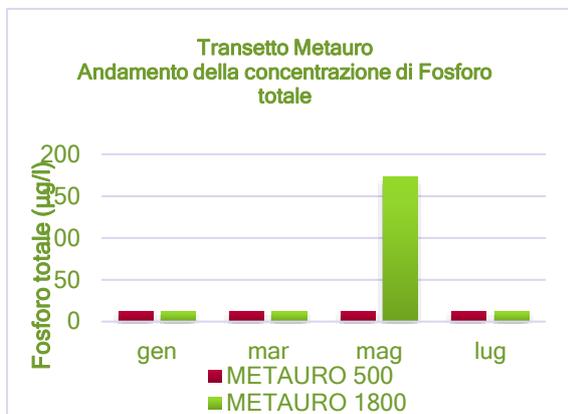


Figura 47. Andamento della concentrazione di Ortofosfato (P-PO4)

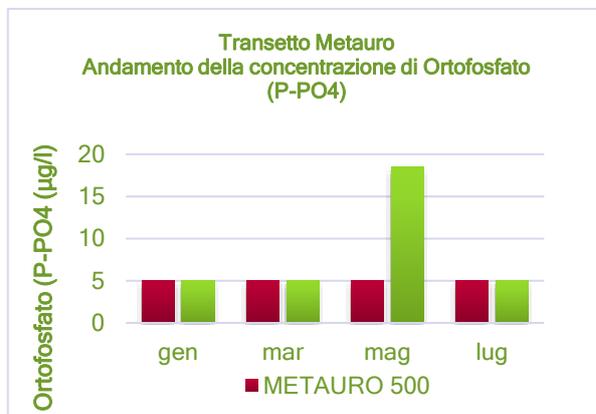


Figura 48. Andamento della concentrazione di Azoto ammoniacale

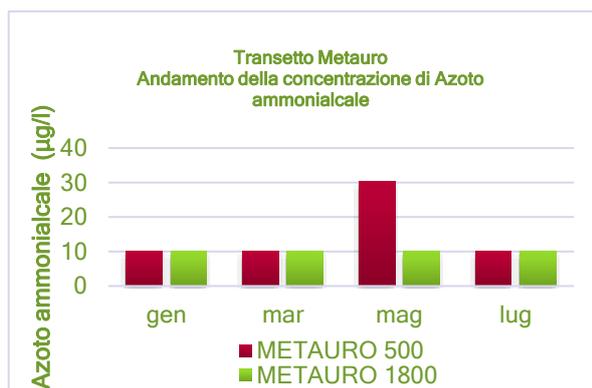


Figura 49. Andamento della concentrazione di Nitriti

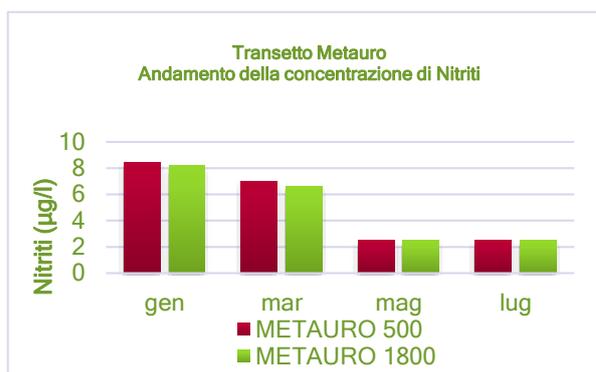
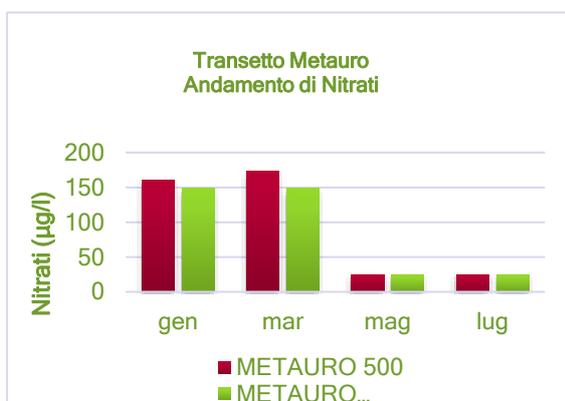


Figura 50. Andamento di Nitrati

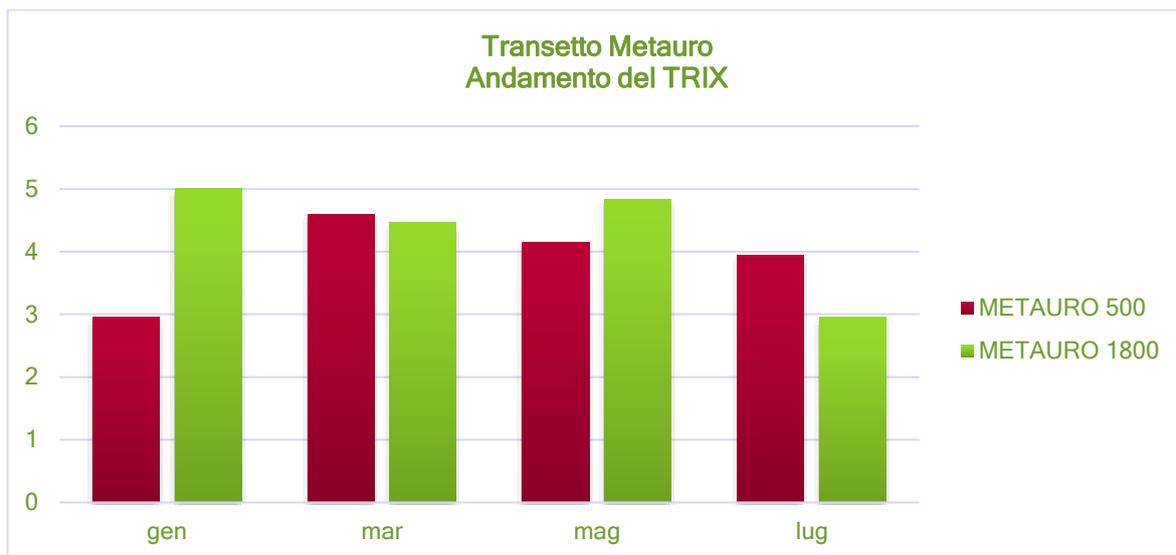


I valori di TRIX raggiungono il limite pari a 4,5 (che per la classificazione dei corpi idrici divide la classe buona da quella sufficiente) nei mesi di gennaio, marzo e maggio.

Il valore medio del transetto non supera mai il limite.

Il dato di TRIX rispecchia le concentrazioni dei principali nutrienti che intervengono nel calcolo oltre che della clorofilla superficiale.

Figura 51. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO ESINO

Il transetto di monitoraggio è ubicato in corrispondenza della foce del fiume Esino e ricade nel corpo idrico Senigallia_Ancona; le acque di balneazione limitrofe sono tutte classificate come Eccellenti e in alcuni casi sono caratterizzate dalla presenza di scolmatori gestiti con ordinanza preventiva.

Figura 52. Esino transetto di monitoraggio



La fioritura di diatomea *Skeletonema sp.p.* nel mese di gennaio, viene registrata anche in questo transetto, nelle stazioni più distanti da costa con densità molto elevate. Anche la concentrazione di clorofilla risulta particolarmente elevata.

Figura 53. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto

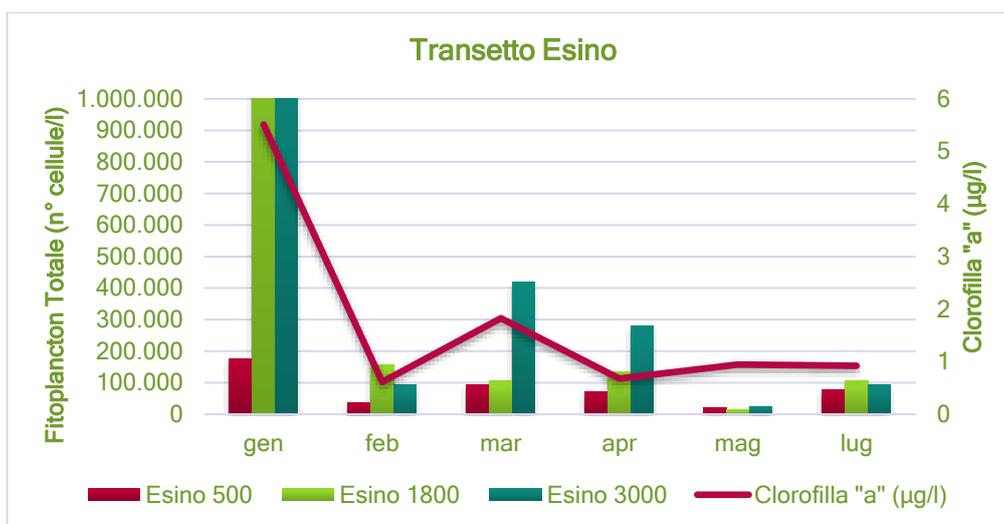


Figura 54. Andamento della concentrazione di Fosforo totale

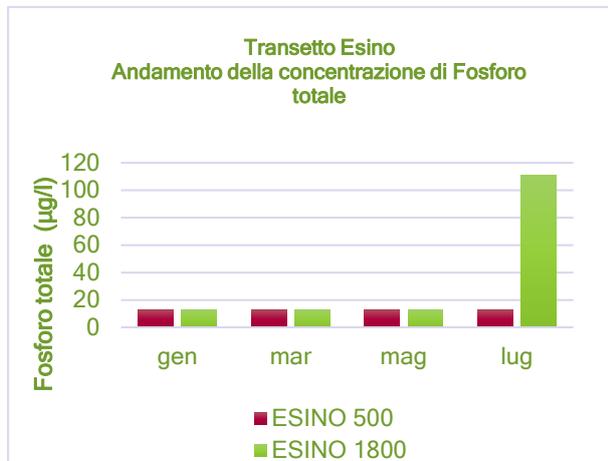


Figura 55. Andamento della concentrazione di Azoto ammoniacale

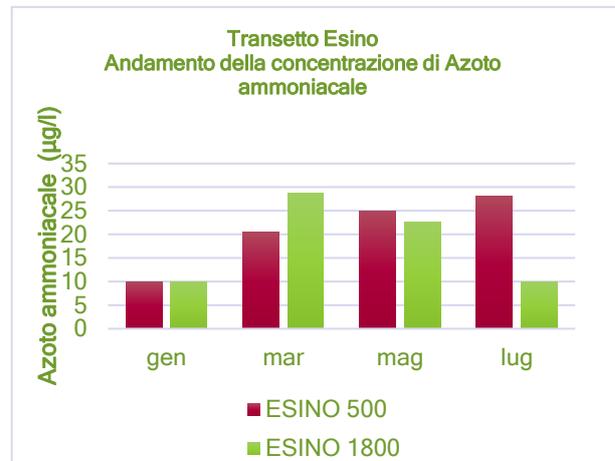


Figura 56. Andamento della concentrazione di Nitrati



Figura 57. Andamento della concentrazione di Ortofosfato (P-PO4)

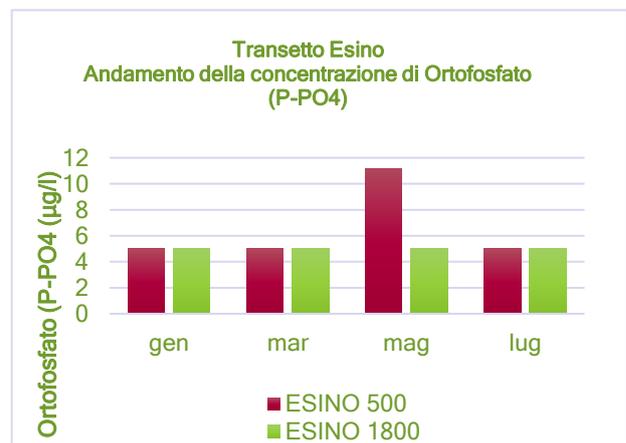
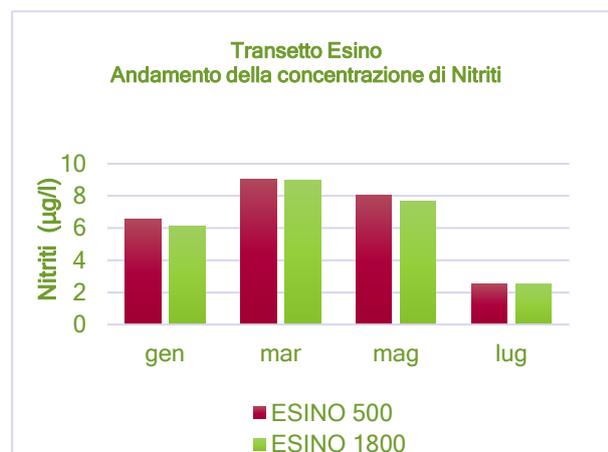


Figura 58. Andamento della concentrazione di Nitriti



La concentrazione di nitrati risulta molto elevata nel mese marzo, registrando il valore più elevato della regione. Fosforo e ortofosfato vengono rilevati a concentrazioni superiori al loq (Fosforo totale (P) 25 µg/l e Ortofosfato (P-PO4)10 µg/l) rispettivamente nel mese di luglio, nella stazione più lontana e nel mese di maggio, nella stazione più vicina a costa.

I valori di TRIX risultano elevati nei mesi di gennaio e marzo e decrescono da maggio a luglio.

Figura 59. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO CONERO

Il transetto è ubicato in corrispondenza del monte Conero ricade nel corpo idrico Ancona_Numana.

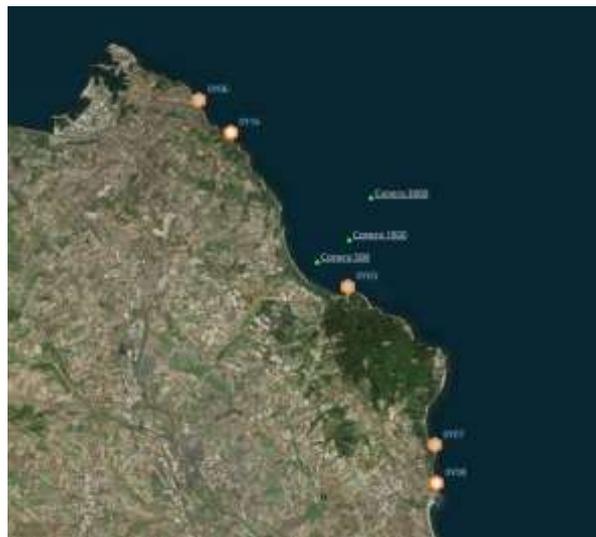
Figura 60. Conero transetto di monitoraggio



Le acque di balneazione limitrofe sono tutte classificate “Eccellenti”; alcune di queste sono caratterizzate dalla presenza di scolmatori gestiti con ordinanze preventive. In questa zona sono presenti anche siti di monitoraggio di *Ostreopsis ovata*.

Figura 61. Siti di monitoraggio di Ostreopsis Ovata . Conero

 Sito di monitoraggio di *Ostreopsis ovata*

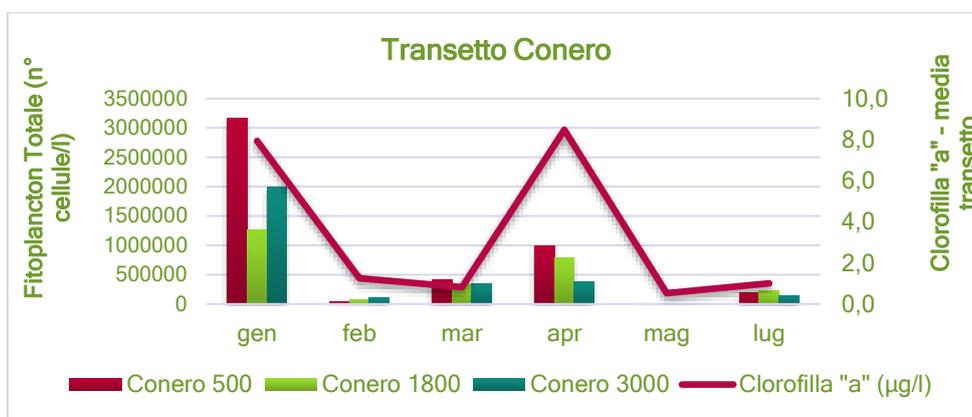


Dall'analisi fitoplanctonica si distingue una densità algale maggiore nei campionamenti di gennaio e aprile che nel primo caso è dovuta principalmente dovuta alla fioritura della diatomea *Skeletonema sp.p.* presente nel periodo in gran parte della costa.

Il picco di fitoplancton, con valori di concentrazione vicini alla fioritura è stato rilevato nel mese di aprile solo nel transetto del Conero, soprattutto nelle stazioni site a 500 e 1800 metri dalla costa, rispettivamente con 985.507 cellule/l e 781.033 cellule/l. In questo caso l'elevata concentrazione di clorofilla misurata era dovuta ad una massiccia compresenza di diatomee con netta dominanza di *Chaetoceros socialis* e una minor abbondanza di *Pseudonitzschia sp.p.*, entrambe con concentrazioni in rapido decremento a sud del transetto del Conero.

Durante tutta la stagione balneare del 2024 non è mai stata rilevata la presenza di *Ostreopsis cf. ovata* né sulla colonna d'acqua, né sulla macroalga.

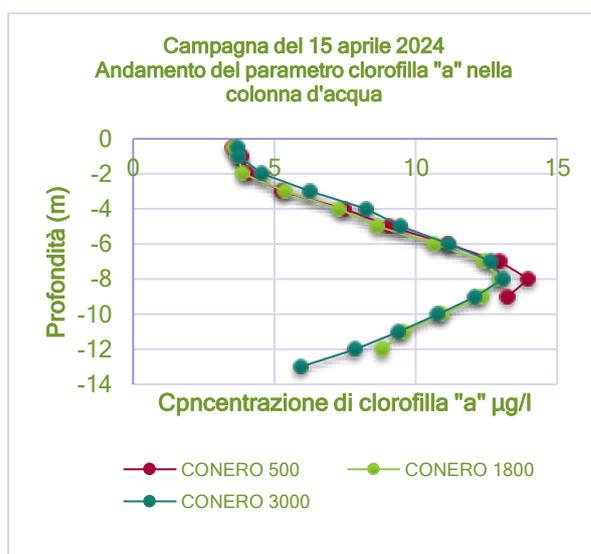
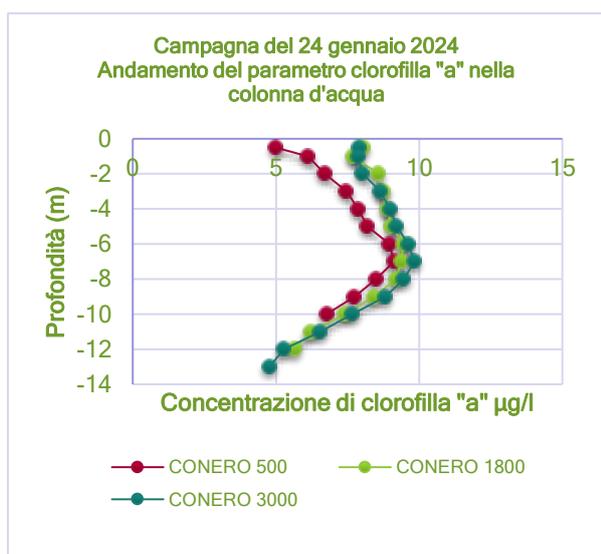
Figura 62. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto



Nelle figure seguenti viene mostrato l'andamento lungo la colonna d'acqua della concentrazione di clorofilla nella campagna eseguita in gennaio ed in aprile.

Figura 63. Andamento del parametro clorofilla "a" nella colonna d'acqua

Figura 64. Andamento del parametro clorofilla "a" nella colonna d'acqua



La concentrazione di ossigeno disciolto nel mese di aprile risulta ampiamente al di sopra della norma con valori che indicano un'importante sovrassaturazione. Questo parametro è strettamente correlato alla presenza di biomassa autotrofa in sospensione. Quando si sviluppano fioriture algali eccezionali si verifica un aumento dell'ossigenazione in superficie, correlata direttamente all'aumento dell'attività fotosintetica delle alghe e poco dopo, ad una sua diminuzione a livello del fondale. L'eventuale diminuzione di ossigeno disciolto negli ultimi strati della colonna d'acqua, se prolungata nel tempo, può portare ad una condizione di ipossia e anossia che altera l'equilibrio delle comunità bentoniche. Dai rilievi effettuati lungo la colonna d'acqua non si sono registrati episodi di anossia in quanto le concentrazioni di ossigeno disciolto rimangono elevate lungo tutta la colonna d'acqua.

Figura 65. Andamento di Ossigeno disciolto

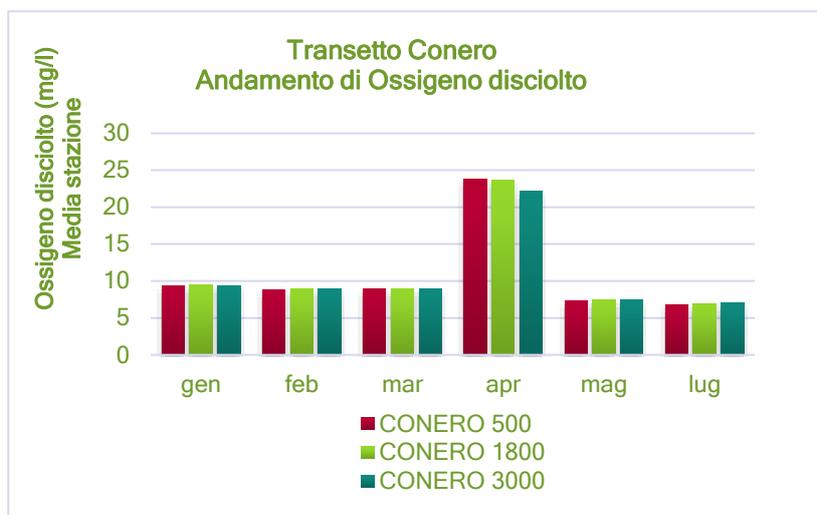


Figura 66. Andamento di Azoto totale

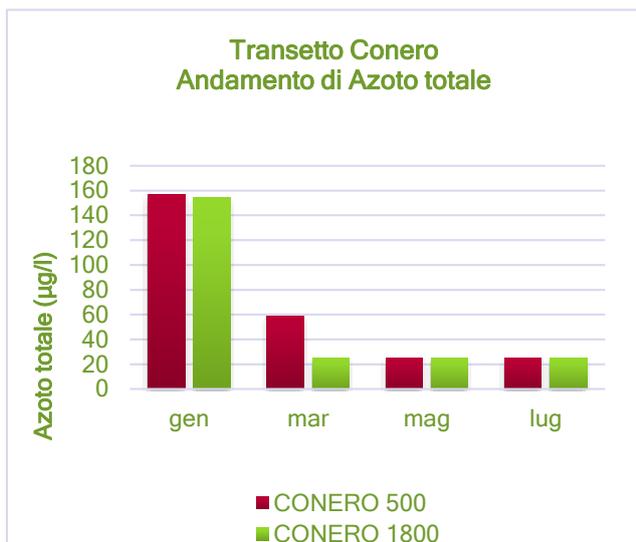
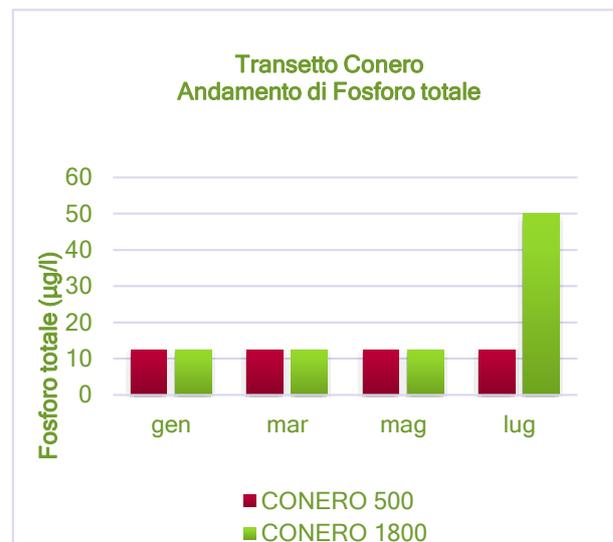


Figura 67. Andamento di Fosforo totale



La concentrazione dei principali nutrienti non risulta particolarmente elevata, l'azoto totale mostra un picco a gennaio mentre il Fosforo totale a luglio nella stazione più distante da costa.

Il valore più elevato dell'indice trofico nei mesi di gennaio e luglio rispecchia la concentrazione dei nutrienti, che concorrono al calcolo del TRIX.

Figura 68. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO MUSONE

Il transetto è ubicato in corrispondenza del fiume Musone e ricade nel corpo idrico Numana_Porto Recanati.

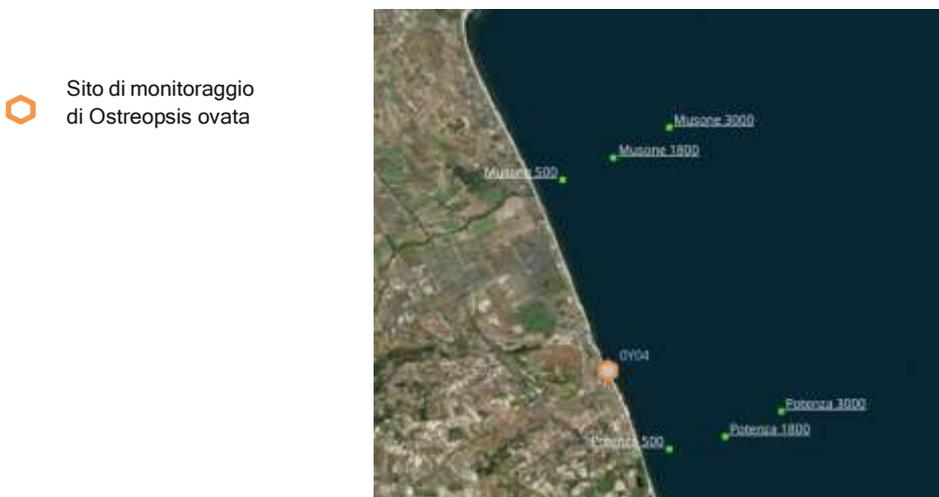
Figura 69. Musone transetto di monitoraggio



Le acque di balneazione ricadenti in questo tratto di costa limitrofe alla foce risultano di classe "Eccellente". ad esclusione dell'acqua posta a nord della foce del Musone, classificata come Scarsa, e le due poste a sud della foce classificate Buone.

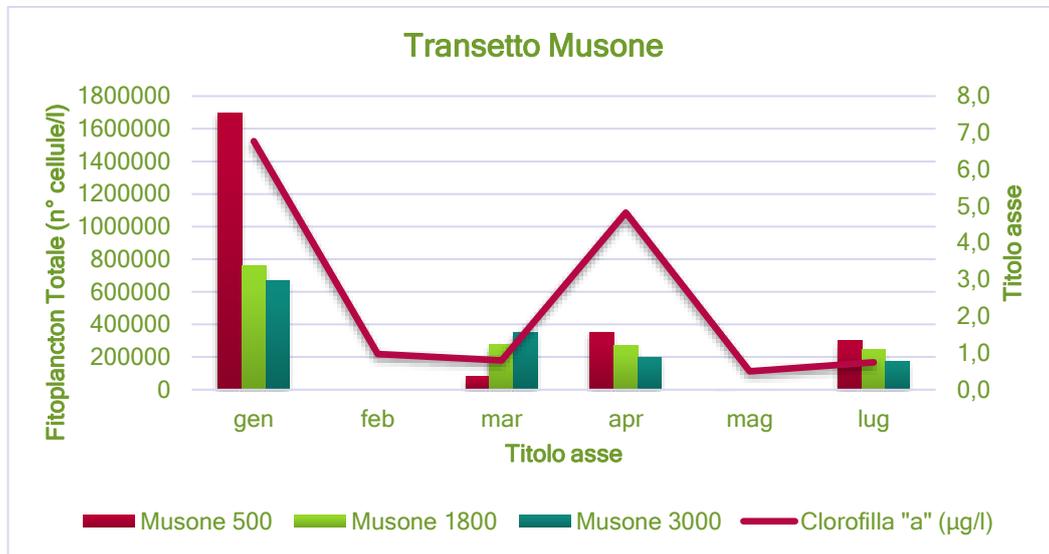
Nella zona è ubicato anche un punto di monitoraggio di *Ostreopsis ovata* (0Y04), come indicato nella figura seguente, che nel monitoraggio effettuato nel corso della stagione balneare 2024, non ha evidenziato la presenza della microalga.

Figura 70. Siti di monitoraggio di *Ostreopsis Ovata* . Musone-Potenza



Nella figura sottostante si evidenzia l'andamento della densità fitoplanctonica e l'andamento del parametro clorofilla.

Figura 71. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto



Come si può osservare dal grafico, nel mese di gennaio la densità fitoplanctonica risulta elevata in particolare in corrispondenza della stazione posta a 500 m da costa, dovuta alla fioritura di *Skeletonema sp.p.*. Negli altri mesi la densità algale risulta contenuta seppur viene rilevata, nel mese di aprile, un'elevata concentrazione di clorofilla "a", registrata nello stesso periodo, a livelli più contenuti, anche nel transetto del Conero.

Anche l'Ossigeno disciolto mostra lo stesso andamento misurato nel transetto a nord, con concentrazioni molto elevate nel campionamento di aprile.

Come in altri transetti, anche in questo caso, i mesi più critici per la concentrazione di nutrienti sono gennaio e marzo per l'azoto totale e luglio per il fosforo totale.

Figura 72. Andamento di Azoto totale

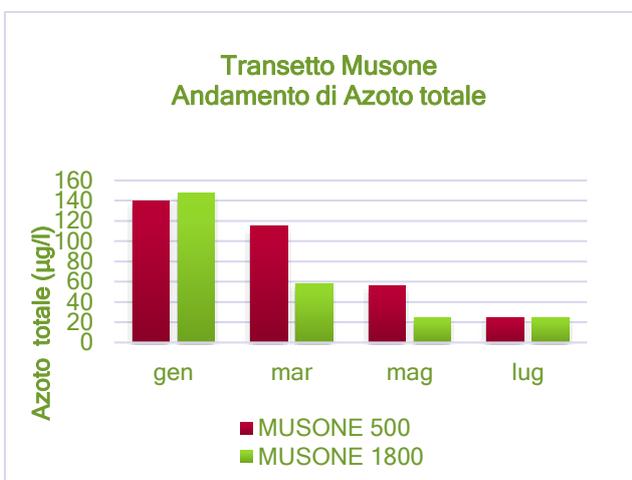
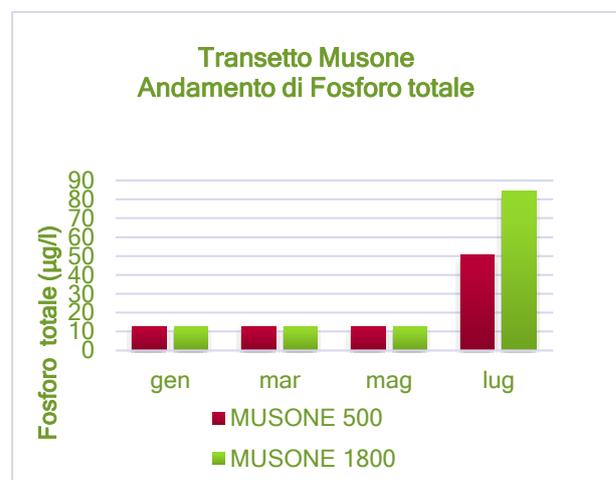


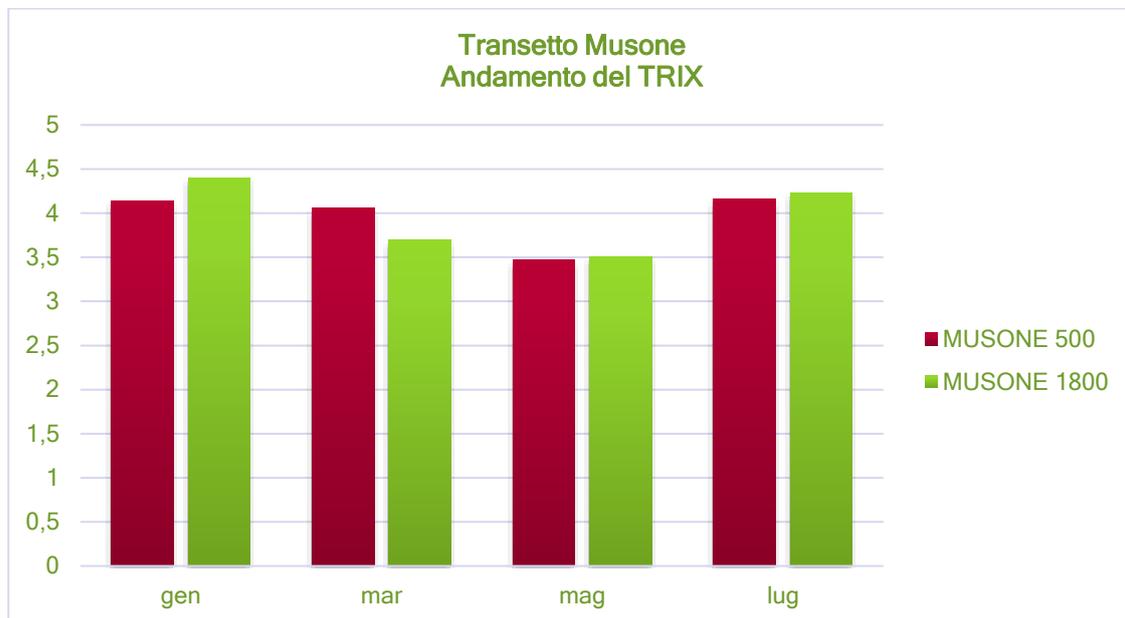
Figura 73. Andamento di Fosforo totale



La concentrazione di Azoto e Fosforo totale mostra un andamento opposto, il primo ha una concentrazione più elevata nei mesi invernali, la seconda mostra un unico picco a luglio.

Il TRIX non rileva situazioni di particolare criticità.

Figura 74. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO POTENZA

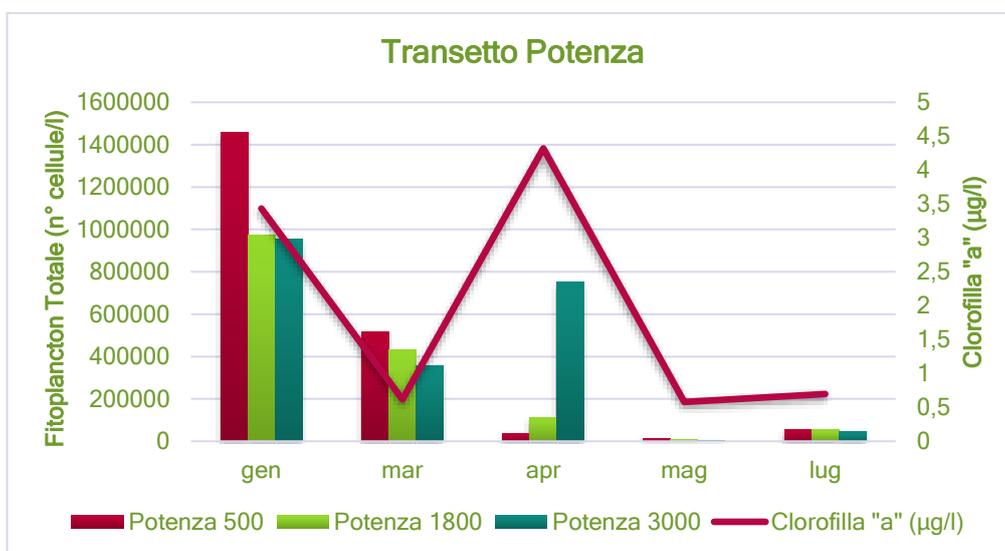
Il transetto è ubicato in corrispondenza della foce del fiume Potenza e ricade nel corpo idrico Recanati_Civitanova; le acque di balneazione limitrofe alla foce sono classificate in due casi "Sufficiente" e in due casi "Buona", in tutti gli altri casi "Eccellente", con un miglioramento nella parte a nord della foce ed un peggioramento a sud.

Figura 75. Potenza transetto di monitoraggio



I risultati ottenuti sulla valutazione della biomassa fitoplanctonica risultano in analogia con i transetti settentrionali, con un valore di rilievo pari a circa 1.500.000 cellule/l nel mese di gennaio dovuto principalmente alla fioritura di *Skeletonema sp.p.*.

Figura 76. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto



La valore della clorofilla “a” risulta elevato nel mese di aprile, ed anche la concentrazione di ossigeno disciolto mostra concentrazioni di sovrasaturazione, come evidenziato nei transetti settentrionali. Nella stazione posta a 3000 m da costa si rileva una densità algale di 750.403 cellule/l dovuta principalmente a *Peudo-Nitzschia Sp.p.*

La concentrazione di azoto totale relativa al mese di gennaio è in linea con quella nelle stazioni poste più a nord, mentre ma registra su questo transetto concentrazioni più elevate a maggio, non evidenziate a nord. Anche per il fosforo totale si registra un picco a gennaio, nel sito più distante da costa, non evidenziato nei transetti settentrionali.

Figura 77. Andamento di Azoto totale

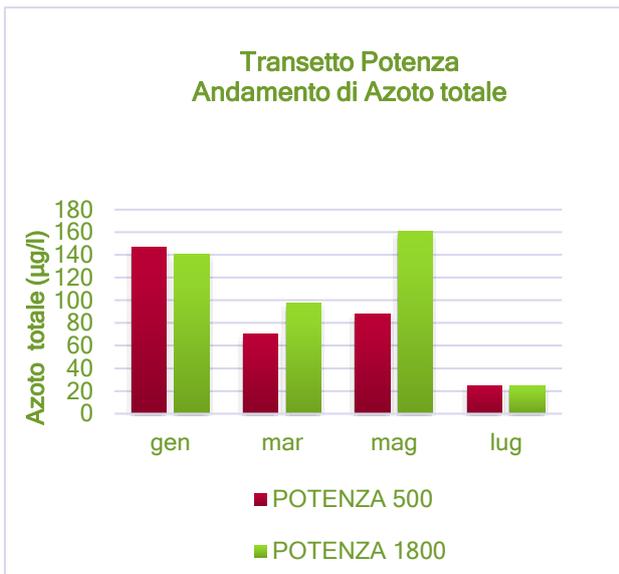
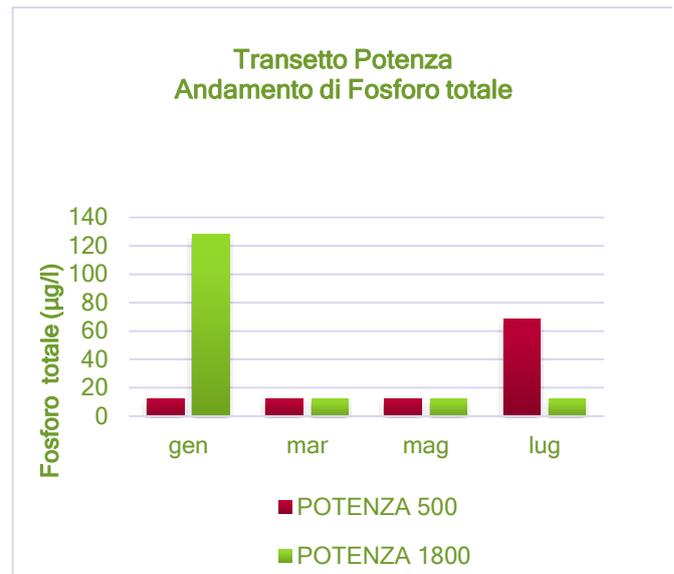


Figura 78. Andamento di Fosforo totale



Il valore di TRIX, nel mese di gennaio risulta più elevato.

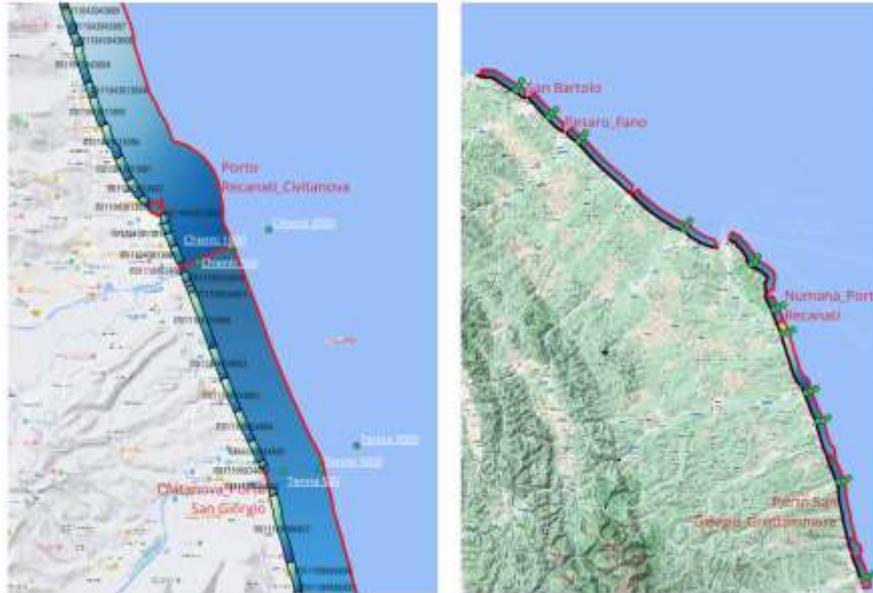
Figura 79. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO CHIENTI

Il transetto è ubicato in corrispondenza della foce del fiume Chienti e ricade tra due corpi idrici: "Recanati_Civitanova" a nord e "Civitanova Porto San Giorgio" a sud. Le acque di balneazione limitrofe alla foce sono classificate "Eccellente" e in tre casi "Buona".

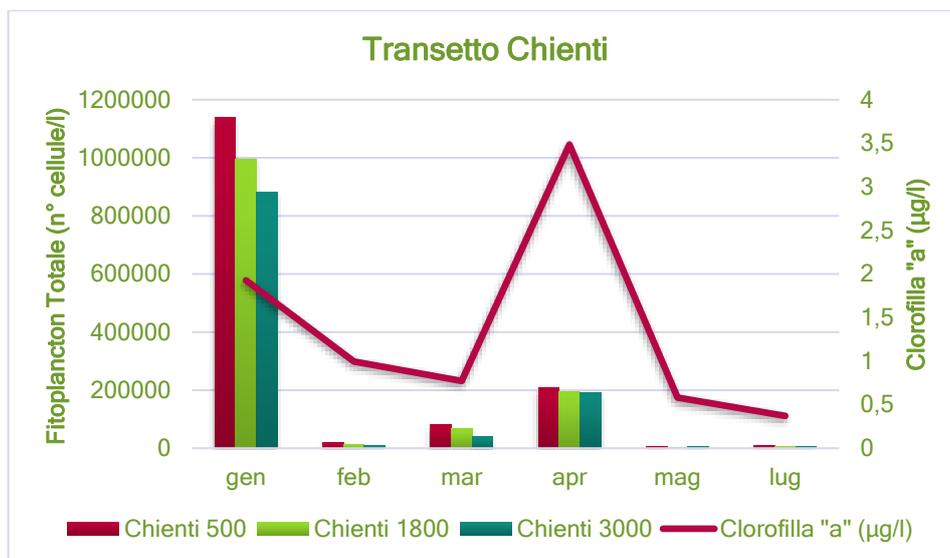
Figura 80. Chienti transetto di monitoraggio



Nel transetto in esame risulta ancora evidente la fioritura della diatomea *Skeletonema sp.p.*, unico dato di rilievo. I valori di densità fitoplanctonica registrati ad aprile sono dovuti alla compresenza di più specie tra cui *Pseudo-Nitzschia Sp.p.*.

I valori di clorofilla fanno registrare un picco nel mese di aprile, mentre risultano più contenuti nel campionamento di gennaio.

Figura 81. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto

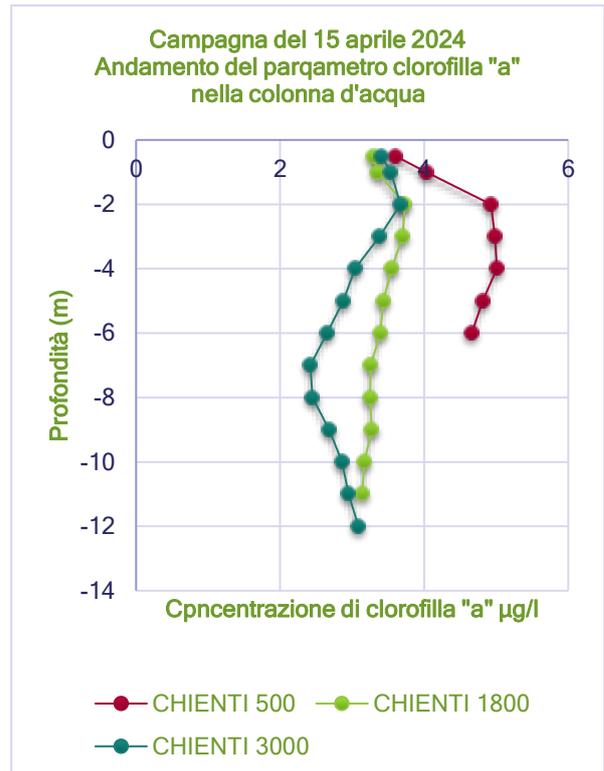
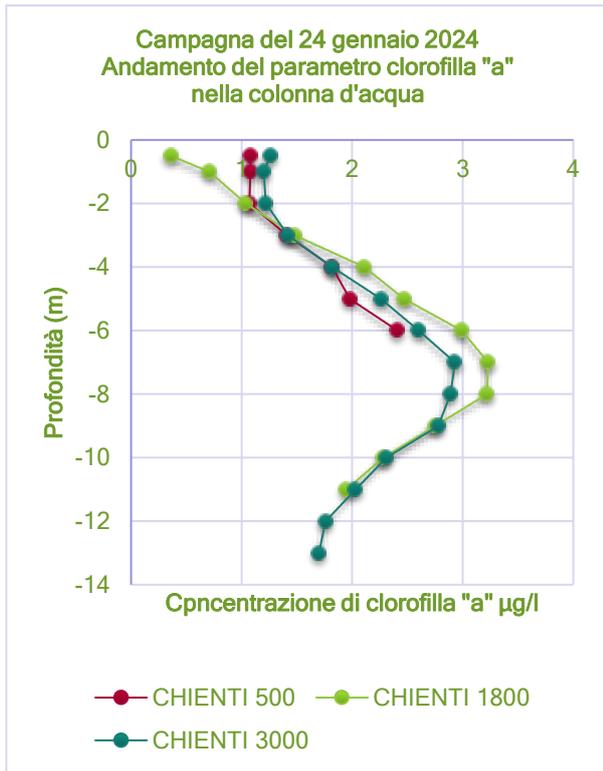


Dal confronto della concentrazione di clorofilla lungo la colonna d'acqua si evidenzia, nel campionamento di gennaio, un andamento in aumento all'aumentare della profondità, con concentrazioni superficiali prossime o inferiori a 1 µg/l, che raggiunge il valore massimo (3,2 µg/l) alla profondità di 7 m. L'andamento è simile nelle tre stazioni del transetto.

Ad aprile; l'andamento nelle tre stazioni risulta differente, raggiungendo concentrazioni di 5 µg/l, nella stazione prossima a costa.

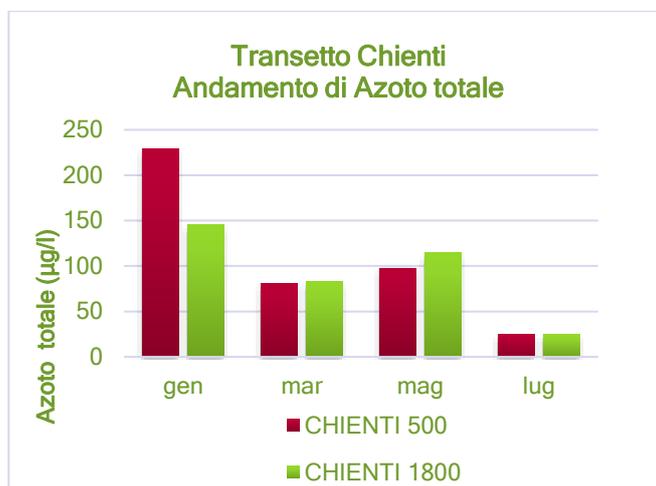
Figura 82. Andamento del parametro clorofilla "a" nella colonna d'acqua. Gennaio

Figura 83. Andamento del parametro clorofilla "a" nella colonna d'acqua. Aprile



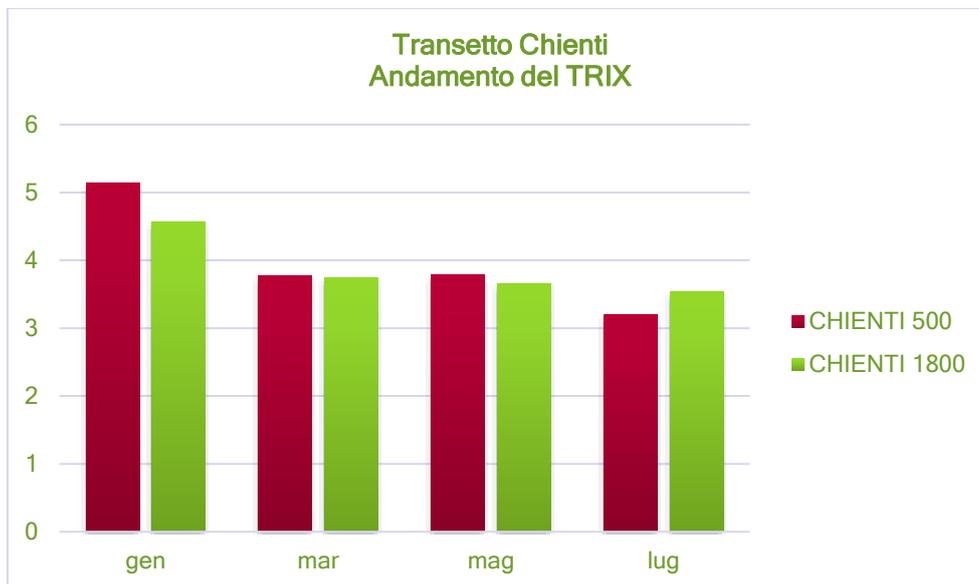
Di seguito si riporta l'andamento della concentrazione di azoto totale, che mostra concentrazioni più elevate nel mese di gennaio. Le concentrazioni di fosforo totale e ortofosfato sono risultate sempre al di sotto del limite di quantificazione (Fosforo totale (P) 25 µg/l e Ortofosfato (P-PO4)10 µg/l).

Figura 84. Andamento di Azoto totale



Il TRIX, in linea con gli altri transetti, mostra valori più elevati nel campionamento di gennaio.

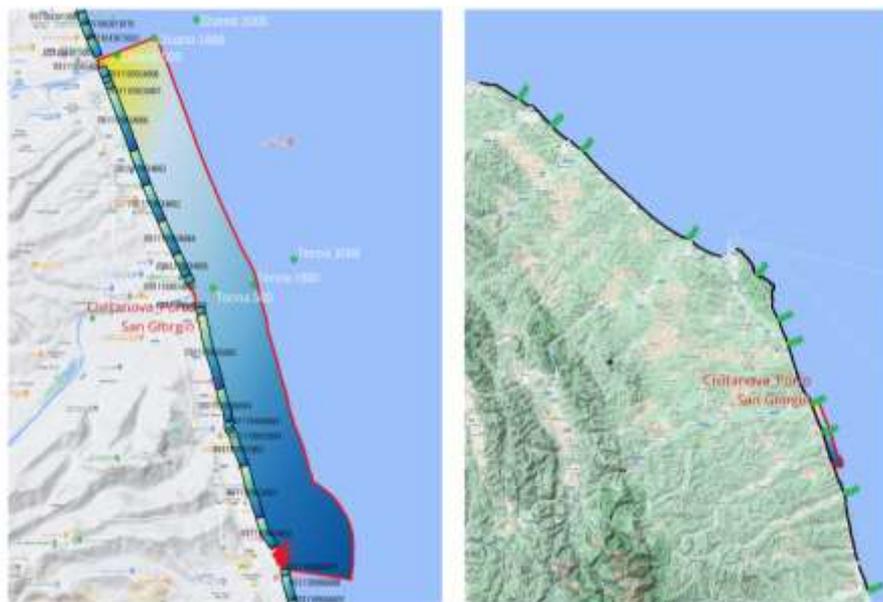
Figura 85. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO TENNA

Il transetto ubicato, in corrispondenza della foce del fiume Tenna, ricade nel corpo idrico denominato "Civitanova_Porto San Giorgio".

Figura 86. Tenna transetto di monitoraggio

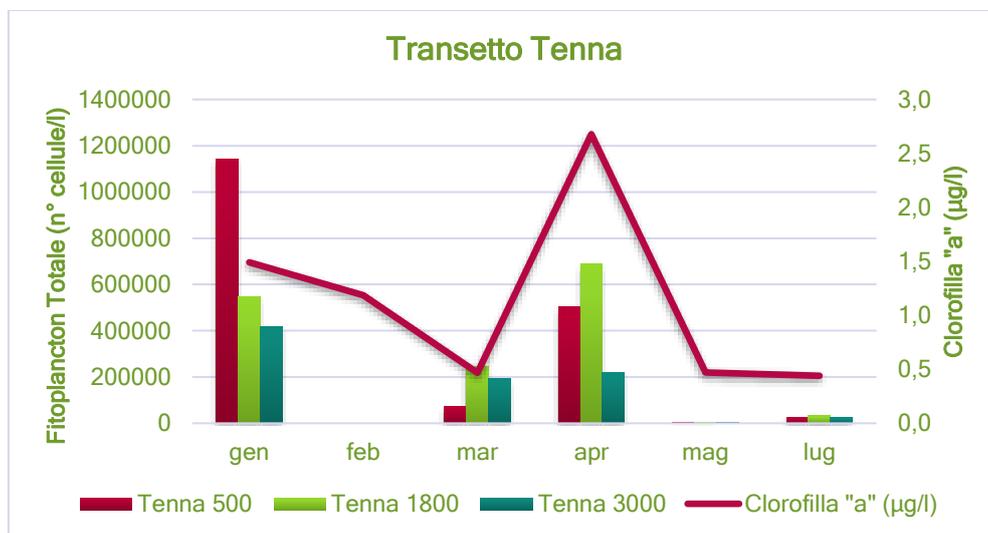


Le acque di balneazione sono risultate in classe "Eccellente" ad eccezione di una, che nell'ultima stagione è stata declassata a "Buona".

Dai risultati ottenuti nel transetto risulta ancora evidente la fioritura di *Skeletonem sp.p* nel mese di gennaio nella stazione posta a 500 metri con una densità dscrestante andando verso il largo.

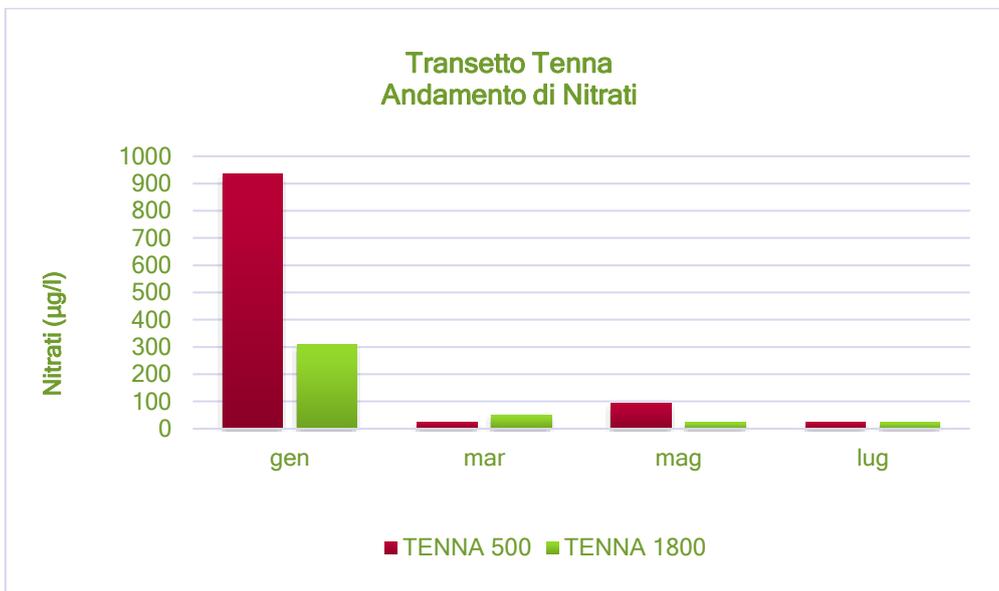
Nel mese di aprile la densità fitoplanctonica è dovuta alla compresenza di più specie appartenenti al gruppo delle diatomee e dinoflagellate. In questo mese si registra anche un'elevata concentrazione di clorofilla "a".

Figura 87. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto



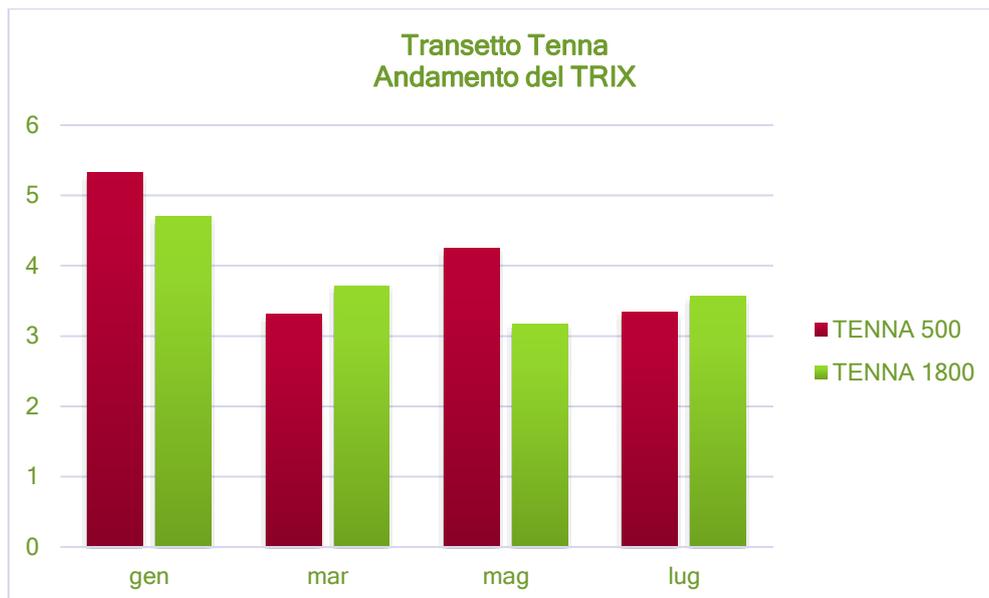
Nel mese di gennaio risulta elevata anche la concentrazione di nitrati, in particolare nella stazione più vicina a riva, a causa dell'apporto del fiume Tenna.

Figura 88. Andamento di Nitrati



Anche dal calcolo del TRIX si evidenzia nel mese di gennaio un valore elevato, in particolare nella stazione a 500 m.

Figura 89. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO ASO

Il transetto di monitoraggio in oggetto è situato in corrispondenza della foce del fiume Aso, e ricade nel corpo idrico "Porto San Giorgio_Grottammare". Le acque di balneazione limitrofe sono classificate "Eccellenti".

Figura 90. Aso transetto di monitoraggio



Dai risultati ottenuti nel transetto di monitoraggio, unico dato di rilievo, relativo al fitoplancton, è il dato registrato nel mese di gennaio, in cui la fioritura di *skeletonema* sp.p., che ha interessato tutta la costa marchigiana, risulta presente con un'elevata densità.

La concentrazione di clorofilla "a", come media per transetto, mostra due picchi a gennaio ed ad aprile, discostandosi, in quest'ultimo caso, con il risultato del fitoplancton totale.

Figura 91. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto



Figura 92. Andamento di Nitrati

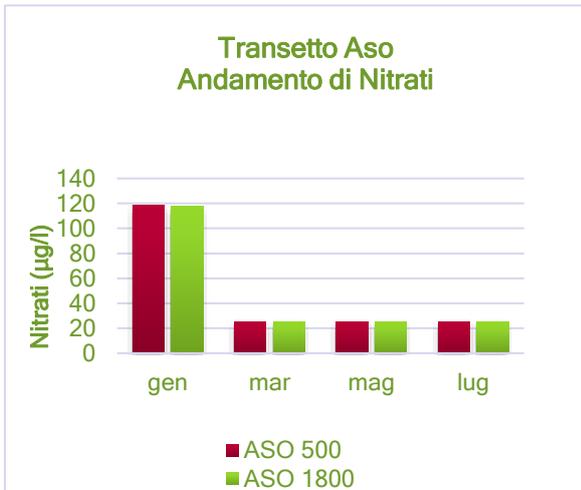


Figura 93. Andamento di Nitriti

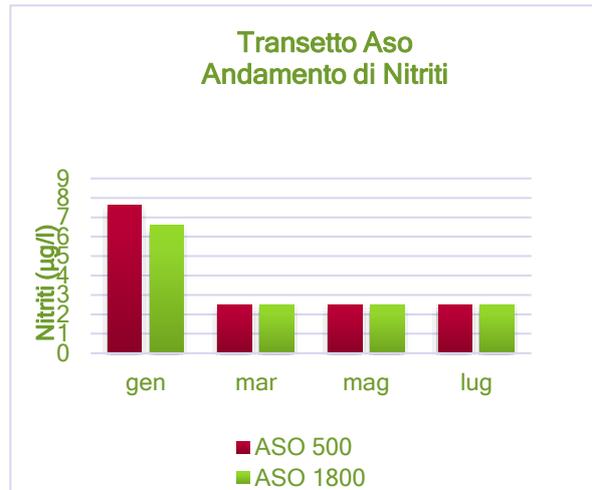
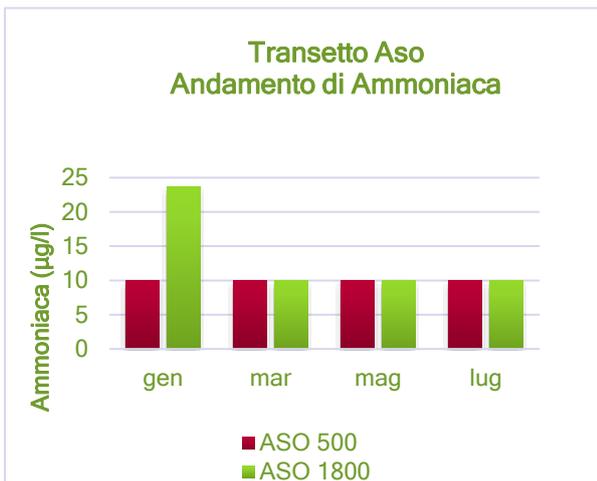


Figura 94. Andamento di Ammoniaca



Il valore di TRIX risulta più alto nel mese di gennaio a conferma del dato dei nutrienti ed in particolare nella stazione posta a 1800 m da costa.

Figura 95. Andamento del TRIX anno 2024



TRANSETTO TRONTO

Il transetto di monitoraggio è ubicato in corrispondenza del fiume Tronto e ricade nel corpo idrico "Porto di San Benedetto Tronto_Fiume Tronto". Le acque di balneazione ricadenti nella zona sono classificate tutte "Eccellenti".

Figura 96. Tronto transetto di monitoraggio



Dal monitoraggio effettuato nelle stazioni poste in corrispondenza del transetto Tronto la densità del fitoplancton risulta più contenuta rispetto ai transetti posti a nord. Nel mese di gennaio risulta presente la diatomea *Skeletonema sp.p.*, anche se a concentrazioni non caratteristiche di fioritura.

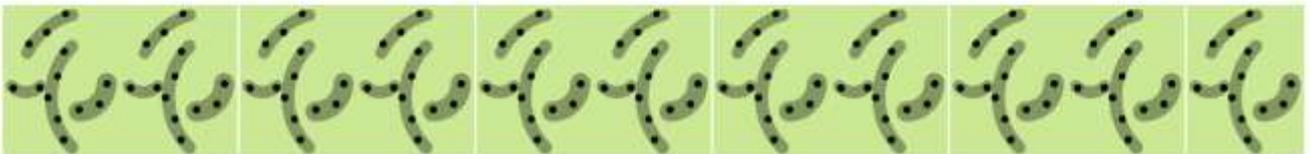
Figura 97. Fitoplancton totale (n° cellule/l) e Clorofilla "a" (µg/l) media transetto



La concentrazione di nutrienti risulta contenuta così come anche il valore TRIX.

Figura 98. Andamento del TRIX anno 2024





**MONITORAGGIO DELLE FIORITURE DI CIANOBATTERI
NELLE ACQUE INTERNE ADIBITE ALLA BALNEAZIONE**

Nell'anno 2024 nei laghi della regione Marche Fiastrone, Borgiano e Castreccioni è stato eseguito un programma di sorveglianza algale secondo i protocolli di monitoraggio previsti dagli allegati del DM 30 marzo 2010, così come modificato dal DM 19 aprile 2018, per *cianobatteri* e *Oscillatoria rubescens* in acque dolci.

ARPAM ha eseguito il controllo dei cianobatteri, in quanto dai monitoraggi precedenti è emerso un alto rischio di fioriture tossiche in tutti i bacini balneabili.

In particolare, i laghi di Fiastra e di Castreccioni sono sempre caratterizzati dalla presenza della cianoficea potenzialmente tossica *Planktothrix rubescens*, che nel periodo primaverile e autunnale sviluppa estese fioriture.

La *P. rubescens* è una specie cianobatterica diffusa su tutto il territorio nazionale, potenzialmente tossica perché produttrice di tossine, principalmente del tipo microcistine. Le cellule presentano un diametro di pochi micron, mentre i filamenti possono superare il millimetro di lunghezza ed essere visibili anche ad occhio nudo.

A differenza di altri cianobatteri, predilige ambienti a trofia intermedia e viene descritta come una specie che spesso si sviluppa durante il processo di oligotrofizzazione (Ernest et al. 2009). Per svilupparsi con popolazioni consistenti necessita di condizioni caratterizzate dalla presenza di metalimnio debolmente illuminato. Lo strato al limite della zona eufotica presenta ancora condizioni ottimali per la sua crescita.

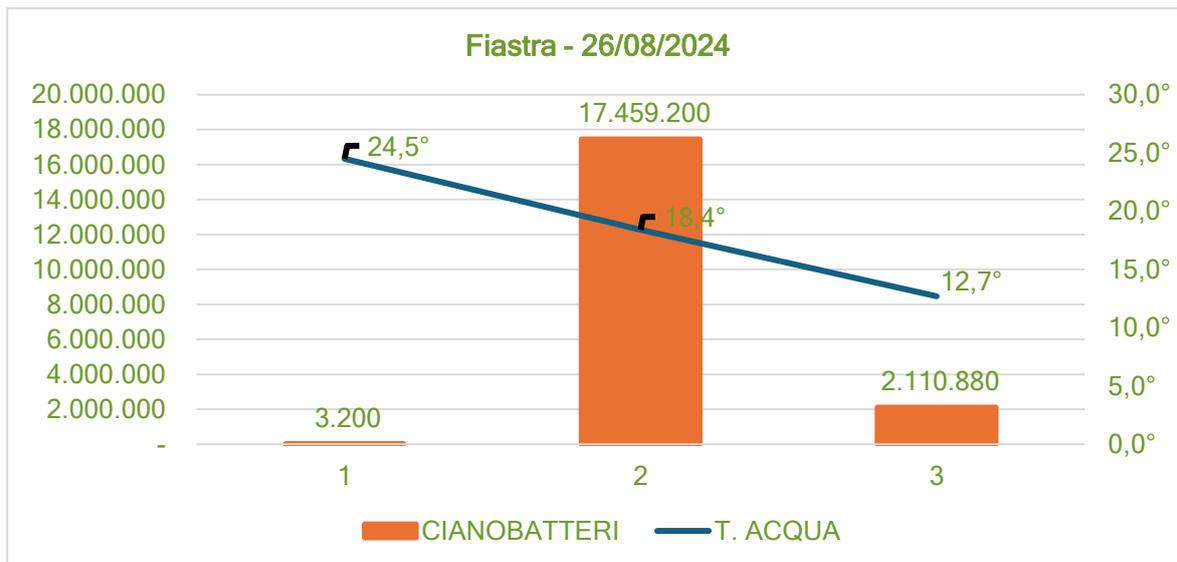
È una specie in grado di galleggiare lungo la colonna d'acqua grazie alla presenza di vescicole gassose. La produzione di carboidrati, invece, controbilancia il galleggiamento, così negli strati più superficiali con illuminazione superiore a quella presente nello strato metalimnetico, il galleggiamento operato dalle vescicole gassose è controbilanciato da una maggior produzione di carboidrati che rende la cellula più pesante.

Nel periodo autunnale ed invernale può dar luogo ad addensamenti superficiali e schiume, che presentano un caratteristico colore rosso - violaceo dovuto alla presenza del pigmento *ficoeritrina* nelle cellule. Il periodo autunnale ed invernale rappresenta un momento critico del ciclo annuale, durante il quale la specie si disperde su un volume più ampio rispetto ai mesi estivi. L'intensità dell'inoculo invernale è cruciale per il successo della popolazione nella stagione successiva.

Poiché durante il periodo estivo la *P. rubescens* si posiziona in corrispondenza del salto termico, cioè più in profondità, mentre tende a disperdersi in superficie in periodi dell'anno in cui le acque lacustri non vengono utilizzate dai bagnanti, l'impatto delle fioriture di questa specie sulla balneazione risulta notevolmente minore in estate rispetto ad altre specie cianobatteriche. Tuttavia, proprio perché nel periodo estivo la fioritura avviene in profondità, essa risulta più critica per altri usi, come la captazione di acqua per l'approvvigionamento idrico e l'utilizzo irriguo, a causa della sua potenziale tossicità.

Il grafico seguente illustra la situazione del lago di Fiastra durante il campionamento di agosto. Nello stesso giorno la quantità di *P. rubescens* a diverse profondità cambia radicalmente. In superficie (1) è poco presente perché la temperatura è alta, mentre a metà colonna (2) trova una condizione migliore, con meno luce e temperatura più bassa. In prossimità del fondo (3), invece, le condizioni di scarsa illuminazione fanno sì che l'alga sia meno presente anche se la temperatura è più bassa. Questo comportamento testimonia anche il fatto che se la *P. rubescens* non fiorisce in superficie, è comunque sempre presente negli strati più profondi. (Dati presi dal monitoraggio di sorveglianza algale)

Figura 99. concentrazione di *P. rubescens* a diverse profondità (cellule/l) e temperatura dell'acqua (°C)



Come già descritto in precedenza, la *P. rubescens* è una cianofitea d'acqua dolce produttrice di tossine, principalmente microcistine.

La produzione delle tossine e il loro accumulo dipendono dalla fase di crescita. Generalmente durante la crescita esponenziale la produzione tende ad aumentare, mentre diminuisce nella fase stazionaria. Durante la fase di decadimento di una fioritura algale, la concentrazione delle tossine disciolte è più alta, a seguito della lisi cellulare.

Particolari condizioni di stress ambientali possono stimolare una maggior produzione di tossine da parte di ceppi tossici. Dalla letteratura si evince che non esiste una correlazione diretta tra densità algale e concentrazione delle tossine. Le sole densità cellulari non sono sempre indicative della reale tossicità della fioritura (Manganelli et al. 2010).

Gli effetti delle microcistine su uomini e animali possono essere così riassunti:

- epatotossicosi acute per ingestione diretta;
- promozione di tumori, se ingerite in dosi subacute per diverso tempo (tumori epatici);
- polmoniti allergiche ed epatotossicosi se respirate, analogamente ad altre sostanze proprie delle cianofitee (lipopolisaccaridi di membrana, *ficocianina*, *ficoeritrina*).

Da studi precedenti, nei laghi in questione, è stata sempre rilevata la presenza di ceppi tossici produttori di microcistine.

A partire da queste considerazioni, il monitoraggio attuale prevede, oltre alla determinazione dei cianobatteri totali e della *P. rubescens*, anche la determinazione delle microcistine totali, del fosforo totale e della trasparenza.

Il campionamento è avvenuto con frequenza mensile da aprile a settembre.

I punti di campionamento (come previsto dalla tabella 3_D della DGR 2024) sono gli stessi individuati per il monitoraggio delle acque di balneazione su cui vengono determinati i parametri microbiologici.

Tabella 7. elenco dei punti di campionamento per il monitoraggio di cianobatteri nella stagione balneare 2024

Presenza di cianobatteri nelle acque di balneazione			
ID BW	NOME PUNTO	COMUNE	INVASO
IT011043006001	direzione stabilimento Riva Verde	CALDAROLA	BORGIANO
IT011043006002	direzione stabilimento Spitfire	CALDAROLA	BORGIANO
IT011043051001	centro canoa Caccamo	SERRAPETRONA	BORGIANO
IT011043017001	direzione spiaggia San Lorenzo	FIASTRA	FIASTRONE
IT011043017002	direzione chiesa Beato Ugolino	FIASTRA	FIASTRONE
IT011043012001	Contrada Crocifisso (fosso d'Argiano)	CINGOLI	CASTRECCIONI
IT011043012002	Spiaggia Kambusa (ramo fosso frontale)	CINGOLI	CASTRECCIONI
IT011043012003	Contrada Panicali (ramo Musone)	CINGOLI	CASTRECCIONI

Il controllo e la gestione delle fioriture dei cianobatteri nelle acque di balneazione lacustri è stato articolato in fasi operative (routine, allerta, emergenza), attivate al verificarsi di condizioni legate prevalentemente alla densità cianobatterica e alla concentrazione delle tossine, come definito nella tabella sottostante che riporta le fasi del piano di sorveglianza e le azioni da intraprendere nelle aree ad elevato e medio rischio di fioritura di cianobatteri (Rapporti ISTISAN14/20, pag. 164).

Tabella 8. Fasi del piano di sorveglianza

Fasi del piano	Attività previste	Livelli di rischio sanitario	Misure di gestione
Fase di routine			
Trasparenza > 1m P _{tot} < 20ug/l	Campionamento mensile	trascurabile	nessuna
Trasparenza > 1m P _{tot} > 20ug/l Cianobatteri < 2000 cell/ml	Campionamento mensile Osservazione visiva settimanale	trascurabile	nessuna
Trasparenza < 1m P _{tot} > 20ug/l Cianobatteri < 20.000 cell/ml	Campionamento quindicinale Osservazione visiva settimanale	trascurabile	nessuna
Fase di allerta			
Densità cianobatteri tot. > 20.000 cell/l, MC-LReq < 20ug/l	Campionamento settimanale Ispezione visiva ogni 2gg Valutazione estensione fioritura Identificazione delle specie Quantificazione MC e identificazione CTX	No effetti sistemici Possibili sintomi cutaneo-dermatologici, gastrointestinali e respiratori reversibili	Il Sindaco dovrebbe comunicare al Ministero della Salute le misure di gestione informazione al pubblico
Fase di emergenza			
Presenza di schiume in superficie contenenti cianobatteri tossici	Attività svolte in fase di allerta Sorveglianza sanitaria Quantificazione altre cianotossine	Contatto: possibili sintomi locali Inalazione e ingestione: possibili sintomi/segni locali, disturbi respiratori, effetti sistemici	Il Sindaco dovrebbe comunicare al Ministero della Salute le misure di gestione informazione al pubblico, eventuali Ordinanze Sindacali se possibile rimozione delle schiume dall'acqua, in caso di spiaggiamento delle schiume pulizia della battigia
MC-LReq > 20ug/l			
Densità di cianobatteri produttori di altre CTX > 100.000 cell/ml o conc. ATA-a CYN > 20ug/l			

In ciascuna acqua di balneazione, iniziando dal mese di aprile e proseguendo fino a settembre, è stato effettuato il campionamento in base al calendario di balneazione per il conteggio della *P.rubescens* e di altri cianobatteri, la ricerca delle microcistine totali, la rilevazione della trasparenza e la determinazione del fosforo totale.

LAGO DI FIASTRA

Durante il monitoraggio della stagione balneare 2024 le acque di balneazione del lago di Fiastra sono state sempre interessate dalla presenza della cianoficea *P. rubescens*, ad eccezione della prima quindicina di luglio.

Le densità più elevate (9.284 cellule/ml, 7.098 cellule/ml) sono state riscontrate durante i campionamenti di aprile e maggio, rispettivamente nei punti **San Lorenzo** e **Beato Ugolino**. Nei mesi successivi, con l'aumentare della temperatura delle acque, la fioritura è andata a diminuire fino ad esaurirsi durante il mese luglio. A fine agosto, con la diminuzione della temperatura, la cianoficea è ricomparsa nelle acque di balneazione, come ormai accade da decenni in questo invaso.

Dal conteggio dei cianobatteri totali è emerso che generalmente il valore totale coincide con quello della *P. rubescens*. Solamente nel campionamento di agosto presso **San Lorenzo** è stato rilevato il genere *Anabaena* con densità pari a 8,3 cellule/ml.

Per quanto riguarda la determinazione delle microcistine totali, la concentrazione generalmente è risultata inferiore a 0,1 µg/l. Solo nel mese di aprile, in entrambe le stazioni, sono state rilevate rispettivamente 2,49 µg/l e 0,66 µg/l, valori comunque molto al di sotto dei 20 µg/l che rappresenta il valore soglia oltre il quale si passa da una fase di allerta ad una di emergenza.

Nelle giornate nelle quali sono stati effettuati i campionamenti non è stata mai evidenziata la presenza di schiume o tappeti di fioritura della *P. rubescens* in superficie, né si sono giunte segnalazioni in tal senso

La concentrazione del fosforo totale è risultata generalmente sempre inferiore a 20 µg/l, ad eccezione del campionamento di settembre, dove è stato raggiunto il valore massimo pari a 46 µg/l, presso la stazione **Beato Ugolino**.

Per questo motivo, nonostante nel periodo aprile/maggio i valori della *P. rubescens* avessero superato il limite di 2.000 cellule/ml, il monitoraggio è proseguito con frequenza mensile.

Tabella 9. Dati monitoraggio cianobatteri lago Fiastra 2024

Punti prelievo	Data	T aria	T acqua	Trasparenza	P tot	Microcistine	Cianobatteri	
		°C	°C	metri	ug/l	ug/l	<i>P. rubescens</i> (cell/ml)	<i>Anabaena spp</i> (cell/ml)
Aprile								
San Lorenzo	16/04/2023	18	11,4	0,5	11	2,49	9284	
Beato Ugolino	16/04/2023	18	11,4	0,5	11	0,66	4009	
Maggio								
San Lorenzo	06/05/2024	16	14,5	1	18	<0,1	4752	
Beato Ugolino	06/05/2024	17	15	1	15	<0,1	7098	
Giugno								
San Lorenzo	03/06/2024	11	17,7	1	<10	<0,1	339	
Beato Ugolino	03/06/2024	11	17,7	1	<10	<0,1	344	
Luglio								
San Lorenzo	01/07/2024	26,2	24,2	1,5	<10	<0,1	<0,12	
Beato Ugolino	01/07/2024	26,2	24,2	1	<10	<0,1	<0,12	
San Lorenzo	29/07/2024	30	26,2	1	15	<0,1	<0,12	
Beato Ugolino	29/07/2024	30	25,5	1	<10	<0,1	1	
Agosto								
San Lorenzo	26/08/2024	31	24,7	1	<10	<0,1	0,84	8,3
Beato Ugolino	26/08/2024	31	24,5	1	<10	<0,1	14,92	
Settembre								
San Lorenzo	23/09/2024	19	19,6	1	25	<0,1	15,92	
Beato Ugolino	23/09/2024	19	19,4	1	46	<0,1	195,04	

LAGO DI BORGIANO

Durante il monitoraggio della stagione balneare 2024 nelle acque di balneazione del lago di Borgiano è stata rilevata la presenza dei cianobatteri, prevalentemente nel periodo che va da aprile a giugno. I valori dei cianobatteri totali generalmente coincidono con i valori di densità della *P. rubescens*.

I valori massimi della cianoficea sono stati rilevati nel periodo aprile-maggio (704 cellule/ml presso **Borgiano Spitfire**, 546 cellule/ml presso **Borgiano Riva Verde**). Possiamo dire che la *P. rubescens* nei punti di balneazione non ha raggiunto densità da fioritura perché è risultata sempre inferiore a 1.000 cellule/ml. Nei mesi di luglio e agosto è stata rilevata la presenza di cianobatteri appartenenti al genere *Anabaena*, seppur molto ridotta.

La ricerca delle microcistine ha rilevato concentrazioni sempre inferiori a 0,1 µg/l.

Dalle ispezioni visive effettuate in occasione dei monitoraggi non sono state rilevate colorazioni anomale delle acque né presenza di schiume dovute a fioriture fitoplanctoniche.

La concentrazione del fosforo totale è risultata generalmente sempre inferiore o prossima ai 20 µg/l. I valori maggiori sono stati pari a 28 e 31 µg/l presso la stazione Borgiano Riva Verde nei mesi di agosto e settembre.

La frequenza di campionamento è stata sempre mensile.

Tabella 10. Dati monitoraggio cianobatteri lago Borgiano 2024

Punti prelievo	Data	T aria	T acqua	Trasparenza	P tot	Microcistine	Cianobatteri totali		
		°C	°C	metri	µg/l	µg/l	<i>P. rubescens</i> (cell/ml)	<i>Oscillatoria spp</i> (cell/ml)	<i>Anabaena spp</i> (cell/ml)
Aprile									
Borgiano Riva Verde	16/04/2024	24	16,7	0,5	21	<0,1	397		
Borgiano Spitfire	16/04/2024	24	17	0,5	17	<0,1	704		
Borgiano centro canoa	16/04/2024	24	17,6	0,5	20	<0,1	90		
Maggio									
Borgiano Riva Verde	06/05/2024	22	15,8	1	<10	<0,1	546		
Borgiano Spitfire	06/05/2024	22	16,4	1	12	<0,1	229		
Borgiano centro canoa	06/05/2024	22	15,8	1	18	<0,1	220		
Borgiano Riva Verde	20/05/2024	20,2	17,5	1	<10	<0,1	38		
Giugno									
Borgiano Riva Verde	03/06/2024	19,2	18,5	1	10	<0,1	4		
Borgiano Spitfire	03/06/2024	19,2	18,5	1	<10	<0,1	17		
Borgiano centro canoa	03/06/2024	19,2	18,5	1	10	<0,1	11		
Borgiano Riva Verde	17/06/2024	27	21,7	1	<10	<0,1	<0,12		
Luglio									
Borgiano Riva Verde	01/07/2024	31	24,2	1	12	<0,1	<0,12		2
Borgiano Spitfire	01/07/2024	31	24,2	1	13	<0,1	<0,12		<0,12
Borgiano centro canoa	01/07/2024	31	24,2	1	15	<0,1	4		<0,12
Borgiano Riva Verde	15/07/2024	34,5	26,9	1	20	<0,1	<0,12		<0,12
Borgiano Riva Verde	29/07/2024	26,5	25,5	1	22	<0,16	<0,12		5
Borgiano Spitfire	29/07/2024	26,5	25,5	1	16	<0,1	<0,12		<0,12
Borgiano centro canoa	29/07/2024	27	25,5	1	12	<0,1	<0,12		<0,12
Agosto									
Borgiano Riva Verde	12/08/2024	28	25,1	1	31	<0,1	<0,12		
Borgiano Riva Verde	26/08/2024	30	24	0,8	<10	<0,1	<0,12		
Borgiano Spitfire	26/08/2024	30	23,9	0,8	<10	<0,1	<0,12		
Borgiano centro canoa	26/08/2024	30	24,1	0,8	<10	<0,1			1,4
Settembre									
Borgiano Riva Verde	09/09/2024	25,4	22,8	1	21	<0,1	<0,12		
Borgiano Riva Verde	23/09/2024	23	19,7	1	28	<0,1		0,28	
Borgiano Spitfire	23/09/2024	23	19,7	1	18	<0,1	<0,12		
Borgiano centro canoa	23/09/2024	23	19,5	1	18	<0,1	<0,12		

LAGO DI CASTRECCIONI

Anche le acque di balneazione del lago di Castreccioni, durante il monitoraggio del 2024, sono state caratterizzate dalla presenza della cianofitea d'acqua dolce *P. rubescens*, che ha raggiunto valori di fioritura nel mese di maggio con densità massime pari a 1.581 cellule/ml presso il punto denominato **contrada Crocefisso**. Anche in questo invaso i valori dei cianobatteri totali hanno coinciso generalmente con le densità della *P. rubescens*.

La ricerca delle microcistine ha evidenziato valori superiori al limite di determinazione solamente nel mese di aprile in tutte e tre le stazioni di campionamento, con valori rispettivamente pari a: 0,37, 0,40 e 0,22 µg/l. In questo invaso, la presenza delle microcistine, pur coincidendo con l'aumento della cianofitea, non è stata evidenziata una corrispondenza diretta con la sua densità. Infatti, alla densità massima di 1.581 cell/ml, le microcistine sono risultate inferiori a 0,1 µg/l.

Come per i laghi descritti in precedenza, con l'aumentare della temperatura dell'acqua, la cianofitea sembra scomparire dalla superficie delle zone di balneazione, mentre compaiono, seppur con densità molto contenute, specie appartenenti ai generi *Anabaena* e *Dolichospermum*, favorite da temperature maggiori. Durante la stagione balneare 2024, dalle ispezioni visive effettuate durante le attività di campionamento non sono state rilevate né schiume né colorazioni anomale delle acque causate da fioriture fitoplanctoniche.

La concentrazione del fosforo totale è risultata sempre inferiore a 10 µg/l, ad eccezione dei mesi di settembre e luglio, dove sono stati raggiunti i valori massimi, pari a 15 e 28 µg/l.

Il campionamento ha seguito sempre una frequenza mensile secondo quanto previsto dalla fase di routine.

Tabella 11. Dati monitoraggio cianobatteri lago Castreccioni 2024

Punti di Prelievo	Data	T aria °C	T acqua °C	Trasparenza metri	P tot µg/l	Microcistine µg/l	Cianobatteri totali			
							<i>P. rubescens</i> (cell/ml)	<i>Oscillatoria</i> spp (cell/ml)	<i>Anabaena</i> spp (cell/ml)	<i>Dolichospermum</i> spp (cell/ml)
Aprile										
C.da Crocefisso	22/04/2024	10	14,5	1	<10	0,37	787			
Spiaggia Kambusa	22/04/2024	13	15	1	<10	0,40	840			
C.da Panicci	22/04/2024	13	15,2	1	<10	0,22	871			
Maggio										
C.da Crocefisso	07/05/2024	15	17,3	1	<10	<0,1	1581			
Spiaggia Kambusa	07/05/2024	15	17,3	1	<10	<0,1	866			
C.da Panicci	07/05/2024	15	17,2	1	<10	<0,1	1155			
Giugno										
C.da Crocefisso	04/06/2024	23	21,7	1,5	<10	<0,1	22			
Spiaggia Kambusa	04/06/2024	23	21,7	1,5	<10	<0,1	38			
C.da Panicci	04/06/2024	23	21,7	1,5	<10	<0,1	22			
Luglio										
C.da Crocefisso	02/07/2024	21	25,7	1	<10	<0,1	<0,12	<0,12	<0,12	1
Spiaggia Kambusa	02/07/2024	21	25,4	1	<10	<0,1	1	<0,12	<0,12	<0,12
C.da Panicci	02/07/2024	21	25,5	1	<10	<0,1	<0,12	<0,12	<0,12	80
C.da Crocefisso	30/07/2024	29	28,3	1	<10	<0,1	<0,12	7	100	33
Spiaggia Kambusa	30/07/2024	29	28,3	1	28	<0,1	<0,12	<0,12	<0,12	7
C.da Panicci	30/07/2024	29	28,3	1		<0,1	<0,12	4	7	3
Agosto										
C.da Crocefisso	27/08/2024	25,5	26,5	1	<10	<0,1	<0,12	<0,12	0,88	
Spiaggia Kambusa	27/08/2024	26	27	1	<10	<0,1	<0,12	<0,12	<0,12	
C.da Panicci	27/08/2024	25,4	26,7	1	<10	0,16	6,7	<0,12	<0,12	
Settembre										
C.da Crocefisso	24/09/2024	21,5	18,5	1	15	<0,1	43,64			
Spiaggia Kambusa	24/09/2024	21,7	19,5	1	14	<0,1	39,88			
C.da Panicci	24/09/2024	21,6	20	1	16	<0,1	13,64			

MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE FITOPLANCTONICA E DEI CIANOBATTERI NEGLI INVASI BALNEABILI (CENTRO LAGO)

La Regione Marche per l'anno 2024, come riportato nella delibera n. 529/2024, ha adottato il programma di Sorveglianza Algale previsto dalla L. n. 185/93 e dal D. Lgs. 11 luglio 2007 n. 94 relativo all'attuazione della direttiva 2006/7/CE, per tutta la fascia marina della costa regionale e per gli invasi artificiali, come attività di gestione delle acque di balneazione e in applicazione degli artt. 11 e 12 del D. Lgs. n. 116/08. (si veda Paragrafo D della DGR 2024 che rimanda alla proposta sperimentale seguente: *negli invasi balneabili, in concomitanza dei campionamenti per la classificazione dello stato di qualità ambientale, oltre al campione integrato vengono eseguiti campionamenti aggiuntivi per la determinazione della componente fitoplanctonica; nei laghi Fiastrone e Castreccioni, il campionamento sarà effettuato in prossimità della superficie, a metà colonna e in profondità, nel lago di Borgiano, il campionamento sarà effettuato in prossimità della superficie e in profondità. Inoltre, nel periodo compreso da aprile a settembre presso i punti previsti dalla balneazione, si effettueranno campionamenti aggiuntivi per la determinazione dei cianobatteri totali, la P. rubescens, le microcistine totali e il fosforo totale*).

Di seguito si riporta l'elenco delle stazioni di campionamento posizionate al centro del lago.

Tabella 12. Stazioni di campionamento e punti di campionamento

Nome invaso	Stazione di campionamento	Punti di campionamento
LAGO di FIASTRA o FIASTRONE (IT11R110192LCH)	S9700324_MC	0,5 m dalla superficie
	S9700323_MC	a metà colonna
	S9700318_MC	in profondità (a circa 1 metro dal fondo)
LAGO di BORGIANO o di CACCAMO (IT11R110195LCH)	S9700307_MC	0,5 m dalla superficie
	S9700304_MC	in profondità (a circa 1 metro dal fondo)
LAGO di CASTRECCIONI o di CINGOLI (ITR110142LMU)	S9700315_MC	0,5 m dalla superficie
	S9700314_MC	a metà colonna
	S9700310_MC	in profondità (a circa 1 metro dal fondo)

Sulle stazioni di monitoraggio sono state effettuate le seguenti determinazioni:

- **componente fitoplanctonica** (composizione, densità, segnalazione di specie potenzialmente tossiche);
- **varie componenti algali sviluppate durante il periodo di osservazione;**
- **parametri chimici e chimico-fisici** (temperatura acqua, trasparenza, pH, ossigeno disciolto in % di saturazione, concentrazione di clorofilla "a");
- **parametri misurati con la sonda multiparametrica CTD.**

LAGO DI FIASTRA

Dallo studio dei dati ottenuti, l'invaso è stato sempre interessato dalla fioritura della cianofitea d'acqua dolce *P. rubescens agardhii*, che ha mostrato anche quest'anno il suo tipico percorso ciclico.

Nel primo campionamento, effettuato il 14 maggio, a metà colonna è stata rilevata la densità massima del fitoplancton totale pari a 24.823.916 cellule/l, di cui il gruppo più presente è risultato quello dei cianobatteri, costituito unicamente dalla *P. rubescens* con valore pari a 23.316.480 cellule/l.

Nei campionamenti di giugno e agosto, quando le acque hanno raggiunto le temperature massime rispettivamente di 19.6°C e 24.5°C, la fioritura sembra scomparire dalla zona superficiale; in realtà le maggiori densità vengono rilevate negli strati del metalimnio, in quanto predilige basse temperature e bassa intensità luminosa. Infatti, nel mese di agosto, alla profondità di 14 m, è stata rilevata una fioritura con 17.459.200 cellule/l, coincidendo con la densità del fitoplancton totale, mentre in superficie erano presenti solamente 3.200 cellule/l.

Nel periodo autunnale, con il diminuire della temperatura e il completo rimescolamento delle acque con il conseguente ritorno in circolo dei nutrienti, la *P. rubescens* si mostra una distribuzione lungo tutta la colonna di acqua. Nel campionamento eseguito a novembre raggiunge le densità maggiori nel punto situato in superficie, precisamente 18.295.200 cellule/l, ed anche in questo caso i valori sono sovrapponibili a quelli del fitoplancton totale.

Nei mesi di maggio e giugno le acque del lago sono state interessate anche dalla fioritura della specie *Dinobryon divergens*, appartenente alla classe delle *Chrysophyceae* (alghe bruno dorate). La presenza di questa alga ha interessato tutta la colonna d'acqua, ma le densità maggiori sono state rilevate in superficie e a metà colonna con valori rispettivamente pari a 4.868.250 cellule/l a maggio e 3.090.102 cellule/l nel mese di giugno. Tali alghe non risultano potenzialmente tossiche, ma in caso di fioriture molto consistenti possono causare danni come soffocamento e occlusione delle branchie nei pesci, a causa degli involucri o *loriche* di cui sono rivestite le cellule.

Altri gruppi fitoplanctonici che hanno popolato il bacino sono stati:

- Diatomee con i generi *Aulacoseria*, *Asterionella*, *Cyclotella*, *Fragilaria*, *Navicula*
- Dinoflagellati con le specie *Ceratium hirundinella*, *Gymnodinium helveticum*, *Peridinium spp*
- varie specie di *Cryptoficeae* come *Plagioselmis lacustris* e *Cryptomonas spp*

Il lago è stato sempre caratterizzato da un buon livello di ossigenazione, mediamente compresa tra 87 e 108% di saturazione in superficie, 80,4 e 105,4% a metà colonna e tra 65,6 e 84,1% con un valore minimo pari a 23,8% nel mese di agosto a 38 m di profondità.

La concentrazione di clorofilla "a" è risultata piuttosto contenuta con valori medi di 0,4-2,64 mg/mc. Il valore più elevato è stato pari a 8.61 mg/mc nel mese di maggio in profondità. Non è stata rilevata una proporzionalità diretta con la densità fitoplanctonica.

Il monitoraggio nell'anno 2024 è stato eseguito nel periodo che va da maggio a novembre, la frequenza di campionamento e il numero dei campionamenti non sempre sono stati bimestrali a causa di problematiche del mezzo nautico.

Figura 100. Fitoplancton totale (cellule/l), cianobatteri (cellule/l), Temperatura acqua (°C) in superficie

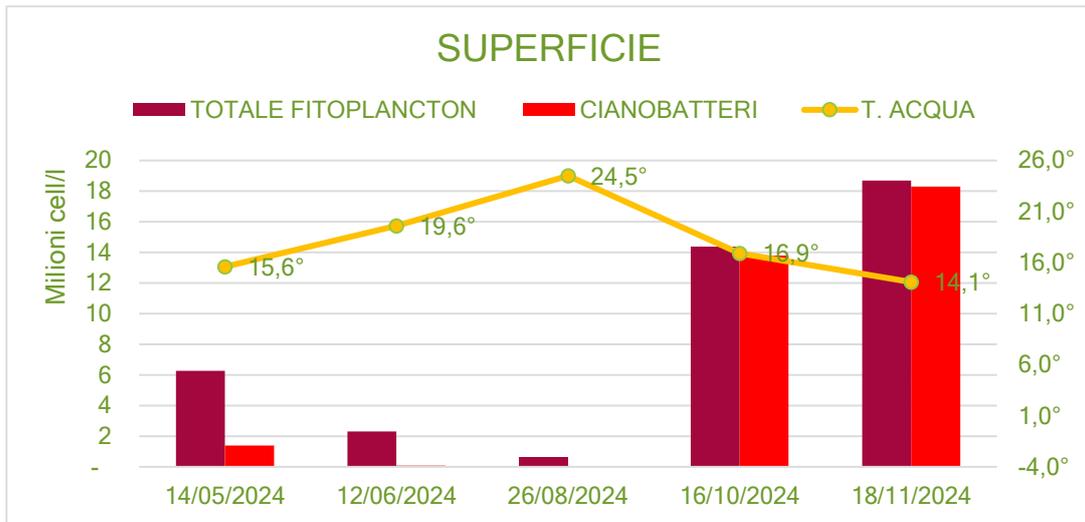


Figura 101. Fitoplancton totale (cellule/l), cianobatteri (cellule/l), Temperatura acqua (°C) metà colonna

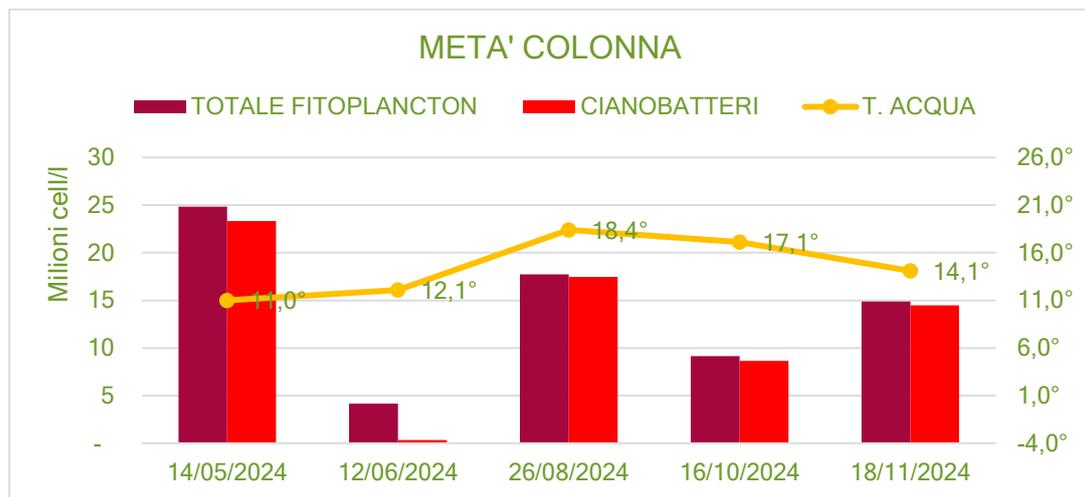
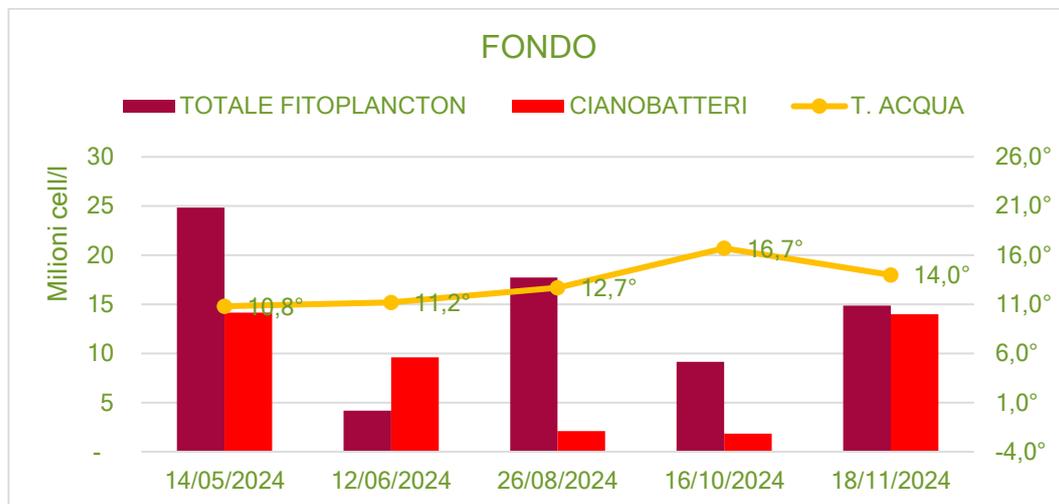


Figura 102. Fitoplancton totale (cellule/l), cianobatteri (cellule/l), Temperatura acqua (°C) fondo



LAGO DI BORGIANO

Nel 2024 anche il lago di Borgiano è stato interessato dalla presenza della *P. rubescens*, a causa degli apporti del fiume Chienti provenienti dal lago Fiastrone. Nonostante il fenomeno eutrofico abbia seguito l'andamento ciclico dell'invaso a monte, la cianoficea è risultata piuttosto contenuta e non ha raggiunto valori di fioritura. La densità massima è stata pari a 163.200 cellule/l.

Nel periodo che va da maggio a giugno, nel punto di campionamento posto in superficie, è stata rilevata la fioritura algale sostenuta dalla specie *Dinobryon divergens*, appartenente al gruppo delle *Crysothiceae* (alghe dorate), con valore massimo pari a 3.173.280 cellule/l.

Il bacino lacustre è stato popolato da numerose specie appartenenti ai seguenti gruppi:

- Diatomee, che nei mesi di giugno e ottobre hanno raggiunto densità pari a 1.000.000 di cellule/l con specie appartenenti ai generi *Fragilaria*, *Cyclotella*, *Aulacoseria*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Asterionella*;
- Cryptophiceae con il genere *Cryptomonas*, e la specie *Plagioselmis lacustris*;
- Alghe verdi con i generi *Pediastrum* e *Scenedesmus*;
- Coniugatoficee con il genere *Cosmarium* e *Staurastrum*;
- Dinoflagellate con il genere *Peridinium*, *Gymnodinium* e la specie *Ceratium hirundinella*.

In superficie i valori della clorofilla "a" hanno oscillato nell'intervallo 2,05-5,61 µg/l .

Alcune volte il campione prelevato in profondità è risultato non determinabile a causa dell'elevata quantità di sedimento e ciò ha reso poco attendibili i valori della clorofilla.

Per quanto riguarda il parametro ossigeno disciolto, il lago ha mostrato una buona ossigenazione sia in superficie che in profondità, con valori oscillanti nell'intervallo 89,8 - 112% in superficie e valori di 86,8 - 107% in profondità.

Il monitoraggio nell'anno 2024 è stato eseguito nel periodo che va da maggio a novembre, la frequenza di campionamento e il numero dei campionamenti non sempre sono stati bimestrali a causa di problematiche del mezzo nautico.

Figura 103. Fitoplancton totale (cellule/l), cianobatteri (cellule/l), Temperatura acqua (°C) superficie

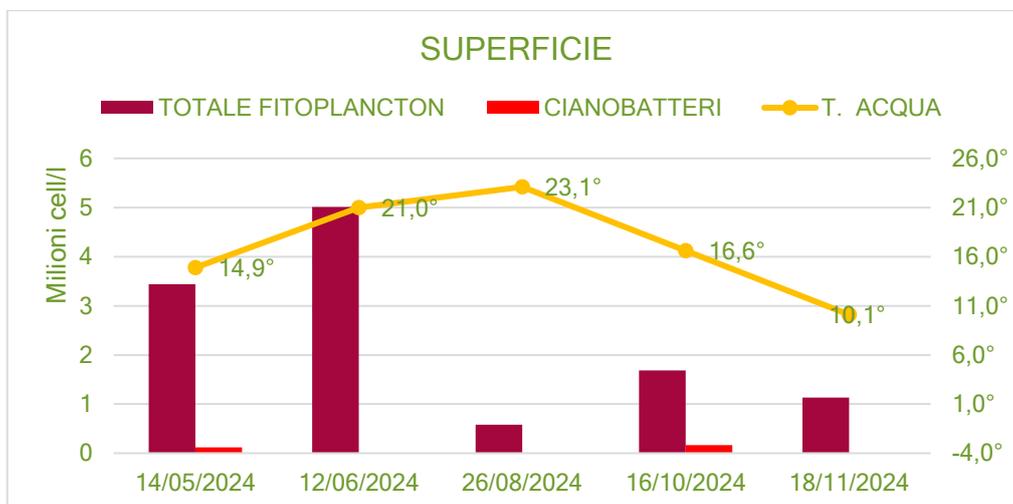
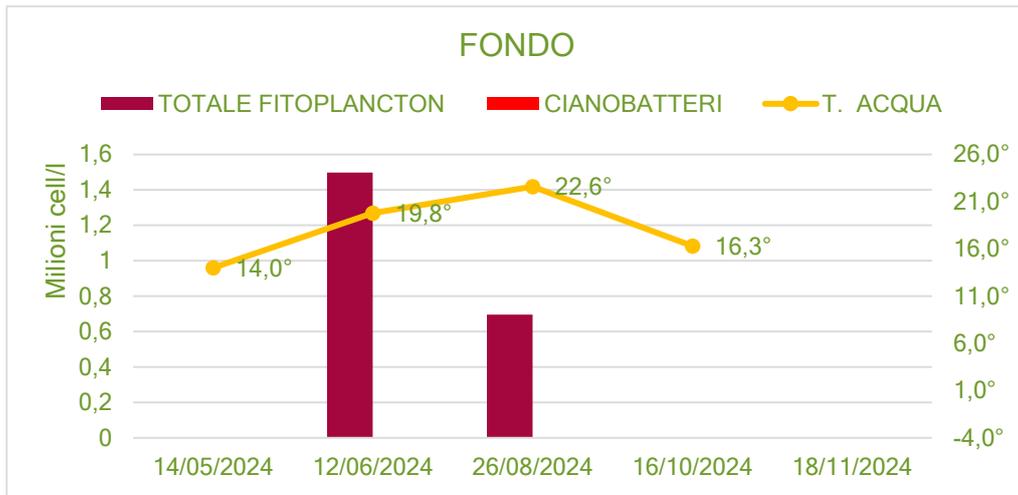


Figura 104. Fitoplancton totale (cellule/l), cianobatteri (cellule/l), Temperatura acqua (°C) fondo



LAGO DI CASTRECCIONI

Durante l'anno 2024 il gruppo fitoplanctonico più consistente è risultato quello dei cianobatteri, con la *P. rubescens* che ha sostenuto la fioritura generalmente per tutto il periodo del monitoraggio. I valori più elevati sono stati rilevati nel mese di giugno nel punto di campionamento posto a metà colonna, dove ha raggiunto 23.343.600 cellule/l, coincidendo quasi totalmente con i valori del fitoplancton totale. Anche in questo lago, la cianoficea ha mostrato il tipico andamento ciclico come già descritto nel lago di Fiastra. Nei mesi di luglio e agosto, nei punti di campionamento della balneazione, seppur con valori contenuti, sono state rilevate altre specie appartenenti ai cianobatteri come: *Anabaena spp*, *Dolichospermum spp* e *Oscillatoria spp*.

Nel gruppo delle diatomee le specie più abbondanti appartengono ai generi *Cyclotella* e *Navicula*. Una maggior varietà, seppur con densità contenute, è stata rilevata invece nel gruppo "Altro fitoplancton" con le specie: *Dinobryon divergens*, *Ankistrodesmus spp* e *Cryptomonas spp*.

Tra i dinoflagellati è stata rilevata sempre la presenza del *Ceratium hirundinella* e del *Peridinium spp*.

Il lago è stato caratterizzato da un buon livello di ossigenazione, considerando che il punto di campionamento posto in superficie, ha fatto osservare valori compresi tra 83 - 106 % di saturazione. A metà colonna i valori hanno oscillato nell'intervallo 53 - 83% di saturazione, mentre in profondità sono stati rilevati valori minimi pari a 2 - 4 % di saturazione, rispettivamente nei mesi di settembre e novembre.

Molto contenuta è risultata la concentrazione di clorofilla "a", variabile nell'intervallo 0,25 - 3,03 µg/l.

Figura 105. Fitoplancton totale (cellule/l), cianobatteri (cellule/l), Temperatura acqua (°C) superficie

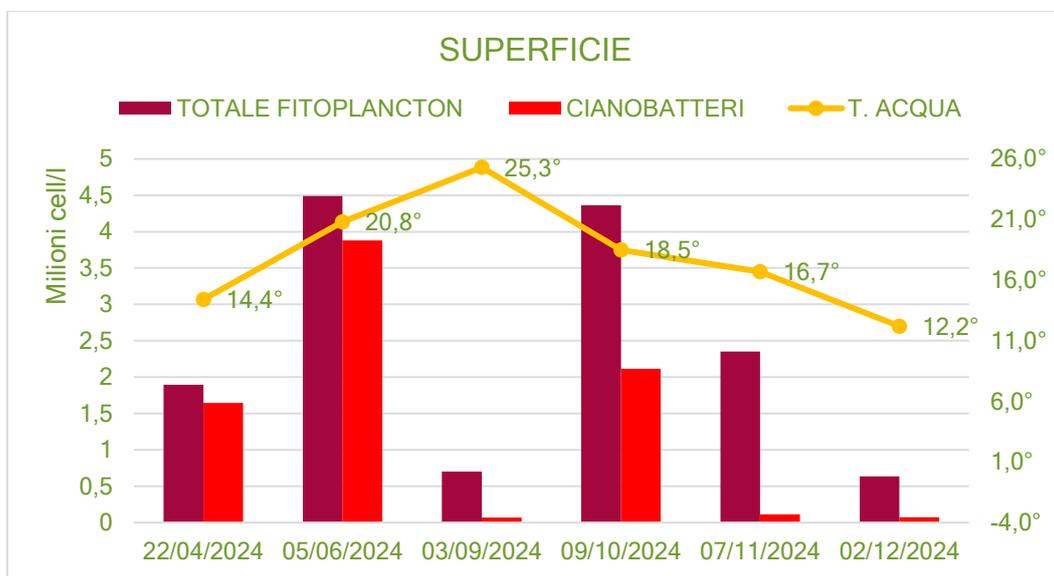


Figura 106. Fitoplancton totale (cellule/l), cianobatteri (cellule/l), Temperatura acqua (°C) metà colonna

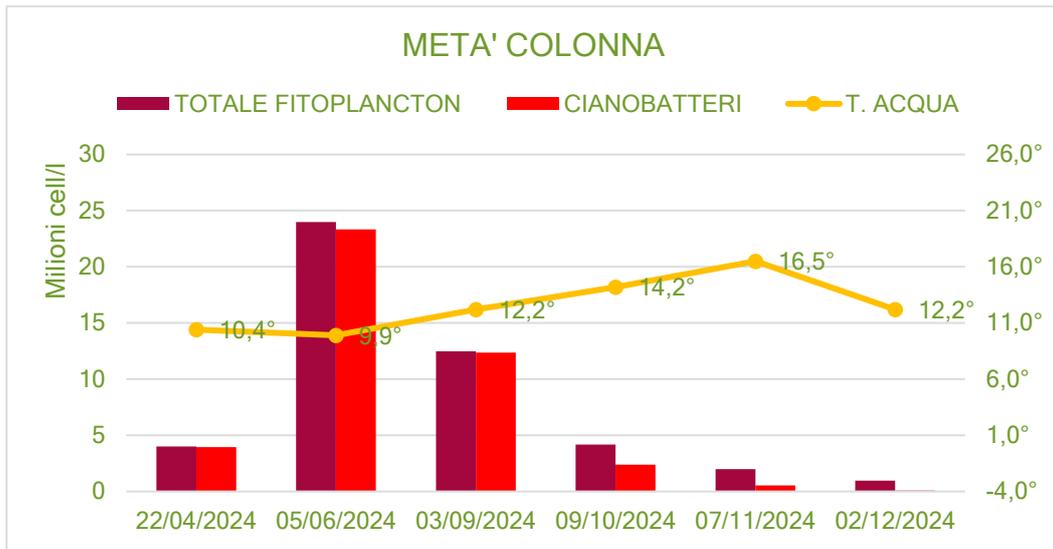


Figura 107. Fitoplancton totale (cellule/l), cianobatteri (cellule/l), Temperatura acqua (°C) fondo

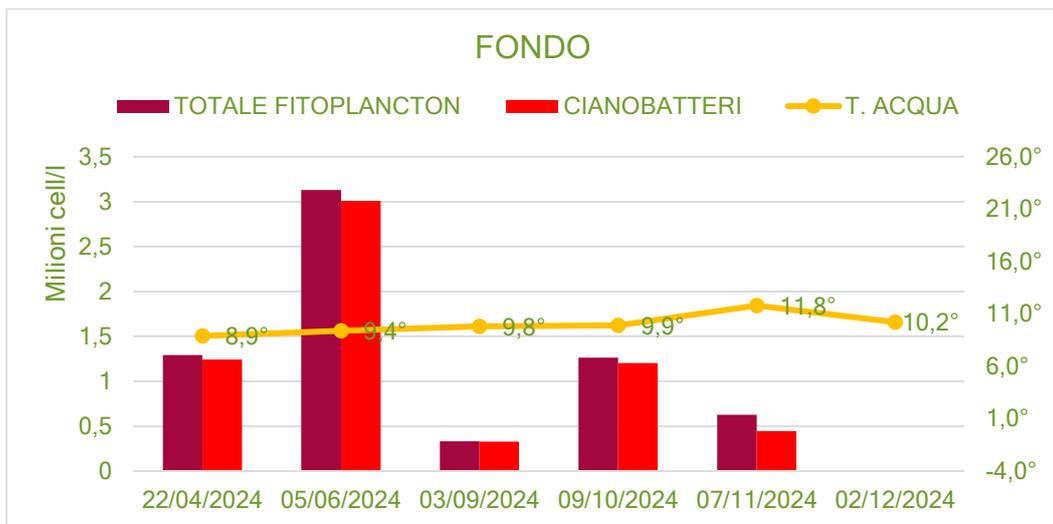


Tabella 13. Risultati lago di Fiastra

DATA	Profondità	Trasparenza	Livello invaso	T H ₂ O	pH	O ₂ disciolto	Clorofilla "a"	Diatomee totali	Dinoflagellati totali	Altro Fitoplancton	Totale fitoplancton	Cianobatteri	Fioriture algali	nome specie	Fioriture algali	nome specie
	metri	metri	m.l.m	°C		% saturazione	mg/mc	cellule/l	cellule/l	cellule/l	cellule/l	cellule/l	cellule/l		cellule/l	
14/05	0,5	2,5	636,44	15,6	8,1	108	0,79	8.080	720	4.870.970	6.276.890	1.397.120	1.397.120	<i>Planktothrix rubescens</i>	4.868.250	<i>Dinobryon divergens</i>
12/06	0,5	4	636,22	19,6	7,9	102,2	0,43	453.576	4.240	1.770.715	2.311.971	83.440			1.668.178	<i>Dinobryon divergens</i>
26/08	0,5	3,5	636,38	24,5	8,1	102,5	0,54	123.484	1.480	516.860	645.024	3.200				
16/10	0,5	3,5	634,33	16,9	8,4	94,3	2,32	169.056	320	420.700	14.384.636	13.794.560	13.794.560	<i>Planktothrix rubescens</i>		
18/11	0,5	2	634,37	14,1	8,3	87,3	0,94	99.928	2.400	290.924	18.688.452	18.295.200	18.295.200	<i>Planktothrix rubescens</i>		
	Metà colonna															
14/05	20,25			11	8,1	80,4	1,14	110.744	1.480	1.395.212	24.823.916	23.316.480	23.316.480	<i>Planktothrix rubescens</i>	1.393.892	<i>Dinobryon divergens</i>
12/06	15			12,1	8,1	84,6	1,43	647.116	3.600	3.174.242	4.163.918	338.960			3.090.102	<i>Dinobryon divergens</i>
26/08	16,5			18,4	8	105,4	2,64	93.192	1.880	185.108	17.739.380	17.459.200	17.459.200	<i>Planktothrix rubescens</i>		
16/10	16,5			17,1	8,2	87	1,45	57.008	520	439.932	9.150.260	8.652.800	8.652.800	<i>Planktothrix rubescens</i>		
18/11	13,25			14,1	8,2	84,6	1,39	182.448	2.520	197.248	14.873.896	14.491.680	14.491.680	<i>Planktothrix rubescens</i>		
	1 m dal fondo															
14/05	39			10,8	8,1	72,4	8,61	155.880	400	1.875.378	16.179.418	14.147.760			1.745.562	<i>Dinobryon divergens</i>
12/06	28,5			11,2	8	65,6	0,98	205.660	1.360	627.444	10.441.304	9.606.840	9.606.840	<i>Planktothrix rubescens</i>		
26/08	31,5			12,7	7,5	23,8	0,66	125.200	960	400	2.237.440	2.110.880	2.110.880	<i>Planktothrix rubescens</i>		
16/10	31,5			16,7	8,1	80	2,04	114.172	3.280	709.180	2.675.632	1.849.000	1.849.000	<i>Planktothrix rubescens</i>		
18/11	25			14	8,2	84,1	1,61	80.020	2.720	72.120	14.138.060	13.983.200	13.983.200	<i>Planktothrix rubescens</i>		

Tabella 14. Risultati lago di Borgiano (n.d. = non determinabile perché ricco di sedimenti)

Data	Profondità	Trasparenza	Livello invaso	T H ₂ O	pH	O ₂ disciolto	Clorofilla "a"	Diatomee totali	Dinoflagellati totali	Altro Fitoplancton	Totale fitoplancton	Cianobatteri	Fioriture algali	nome specie
	metri	metri	m.l.m	°C		% saturazione	mg/mc	cellule/l	cellule/l	cellule/l	cellule/l	cellule/l	cellule/l	
08/05	0,5	1,5	295,54	14,9	8,3	112	2,98	45.676	480	3.382.428	3.441.184	121.600	3.173.280	<i>Dinobryon divergens</i>
17/06	0,5	1	294,72	21	8,1	105	2,04	1.081.800	317.328	3.614.040	5.013.168	<120	976.024	<i>Dinobryon divergens</i>
29/08	0,5	1,5	294,9	23,1	8,1	89,8	3,84	171.312	245.288	161.848	578.448	<120		
21/10	0,5	0,5	292,28	16,6	8,3	93,5	5,61	1.111.074	480	411.084	1.685.838	163.200		
26/11	0,5	1,5	293,24	10,1	8,3	94,4	2,71	429.484	160	697.480	1.131.924	4.800		
	1 m dal fondo													
08/05	4,5			14	8,3	107	3,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
17/06	3,5			19,8	8,1	106,7	7,86	216.360	125.008	1.156.324	1.497.692	<120		
29/08	2,5			22,6	8,1	86,9	7,58	271.218	480	424.848	696.546	<120		
21/10	1,3			16,3	8,1	86,8	7,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
26/11														

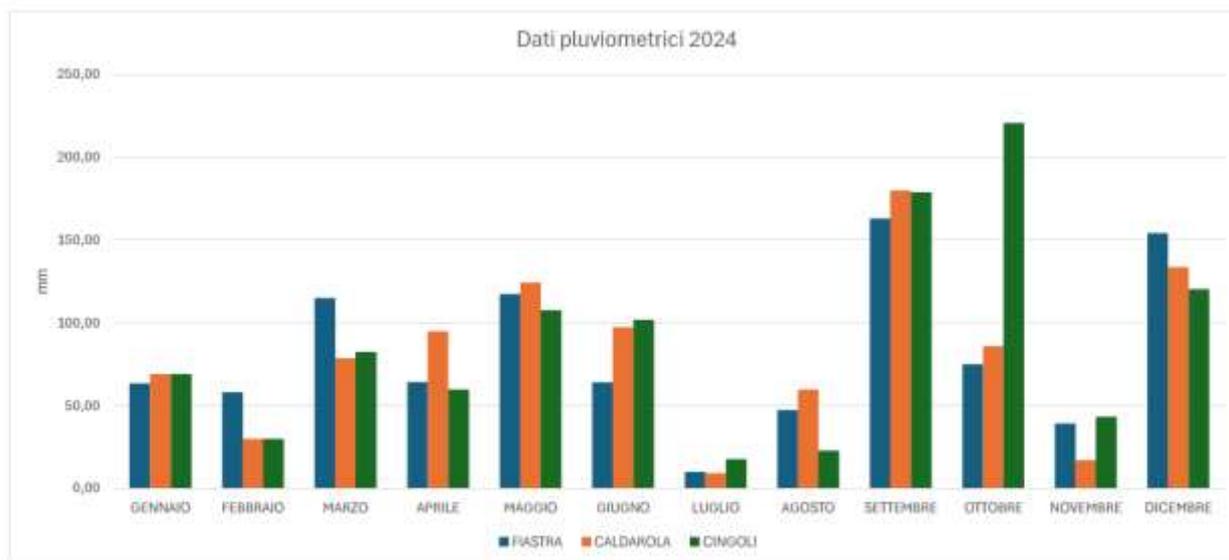
Tabella 15. Risultati lago di Castreccioni (n.d. = non determinabile)

DATA	Profondità	Trasparenza	Livello invaso	T H ₂ O	pH	O ₂ disciolto	Clorofilla "a"	Diatomee totali	Dinoflagellati totali	Altro Fitoplancton	Totale fitoplancton	Cianobatteri	Fioriture algali	nome specie
	m	m	m.l.m	°C		% saturazione	mg/mc	cellule/l	cellule/l	cellule/l	cellule/l	cellule/l	cellule/l	
22/04	0,5	4	339,35	14,4	8,4	99,1	1	2.404	2.280	242.804	1.894.488	1.647.000	1.647.000	<i>Planktothrix rubescens</i>
05/06	0,5	4,8	339,05	20,8	8,1	106,5	0,62	180.620	2.640	426.692	4.490.752	3.880.800	3.880.800	<i>Planktothrix rubescens</i>
03/09	0,5	4	336,28	25,3	8,4	97,1	2,1	300.740	320	329.024	699.164	69.080	69.080	
09/10	0,5	3,5	335,97	18,5	8,4	98,6	1,61	526.476	2.000	1.721.264	4.363.740	2.114.000	2.114.000	<i>Planktothrix rubescens</i>
07/11	0,5	3	336,6	16,7	8,4	82,9	2,71	723.604	440	513.972	2.354.016	111.600	111.600	
02/12	0,5	2	336,42	12,2	8,2	83,4	0,75	139.432	840	420.496	635.568	74.800	74.800	
metà colonna														
22/04	18,5			10,4	8,4	83,8	1,12	2.404	1.760	48.080	4.012.244	3.960.000	3.960.000	<i>Planktothrix rubescens</i>
05/06	19,9			9,9	7,9	55,7	0,53	62.504	1.640	586.616	23.994.360	23.343.600	23.343.600	<i>Planktothrix rubescens</i>
03/09	17,5			12,2	7,8	53,1	0,7	62.504	800	66.792	12.478.896	12.348.800	12.348.800	<i>Planktothrix rubescens</i>
09/10	15,25			14,2	7,7	54,4	0,94	512.052	1.760	1.284.052	4.177.864	2.380.000	2.380.000	<i>Planktothrix rubescens</i>
07/11	n.d.			16,5	8,4	69	2,82	649.080	80	822.168	1.999.568	528.240	528.240	
02/12	18			12,2	8,1	75,8	1,07	225.976	360	653.204	974.740	95.200	95.200	
1 m dal fondo														
22/04	35,5			8,9	8	65	0,25	2.404	520	45.676	1.290.600	1.242.000	1.242.000	<i>Planktothrix rubescens</i>
05/06	38,3			9,4	7,7	47,6	3,03	12.020	120	108.180	3.128.920	3.008.600	3.008.600	<i>Planktothrix rubescens</i>
03/09	33,5			9,8	7,6	4,2	0,52	2.880	320	1.760	331.840	326.880	326.880	
09/10	29			9,9	7,5	69	0,62	31.252	0	28.848	1.264.100	1.204.000	1.204.000	<i>Planktothrix rubescens</i>
07/11	n.d.			11,8	7,7	2	0,91	107.056	80	72.160	625.696	446.400	446.400	
02/12	34,5			10,2	7,6	13,1	0,66	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	

DATI AGGIUNTIVI DA ALTRE FONTI

- pluviometria
- variazioni idrometriche dell'invaso

Figura 108. Dati pluviometrici 2024



1. I dati includono i mm di precipitazione di tipo nevoso
2. Dal 01 al 04 del mese di giugno, e per i 22 - 23 di ottobre e 13 - 14 di novembre, non sono disponibili dati completi per il comune di Caldarola
3. Non sono disponibili dati pluviometrici per il comune di Serrapetrona
4. Dati ottenuti dal Centro Funzionale del Servizio di Protezione Civile della Regione Marche - <http://app.protezionecivile.marche.it/schede-CIG/>

LAGO DI CASTRECCIONI

Figura 109. Variazioni idrometriche 2024 Lago di Castreccioni

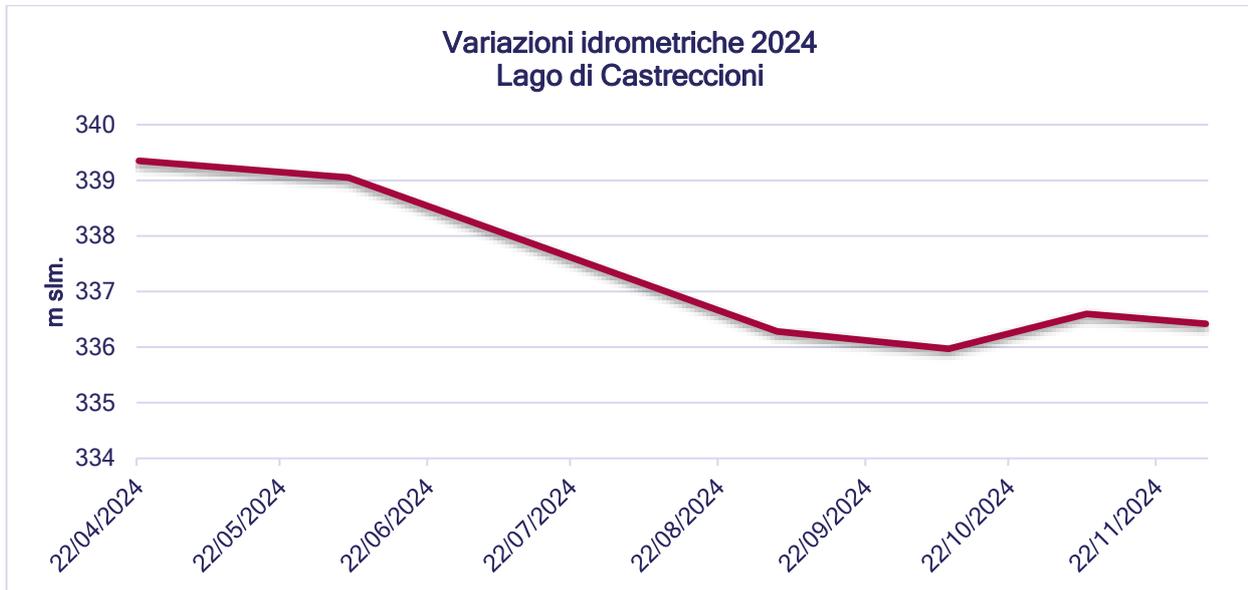
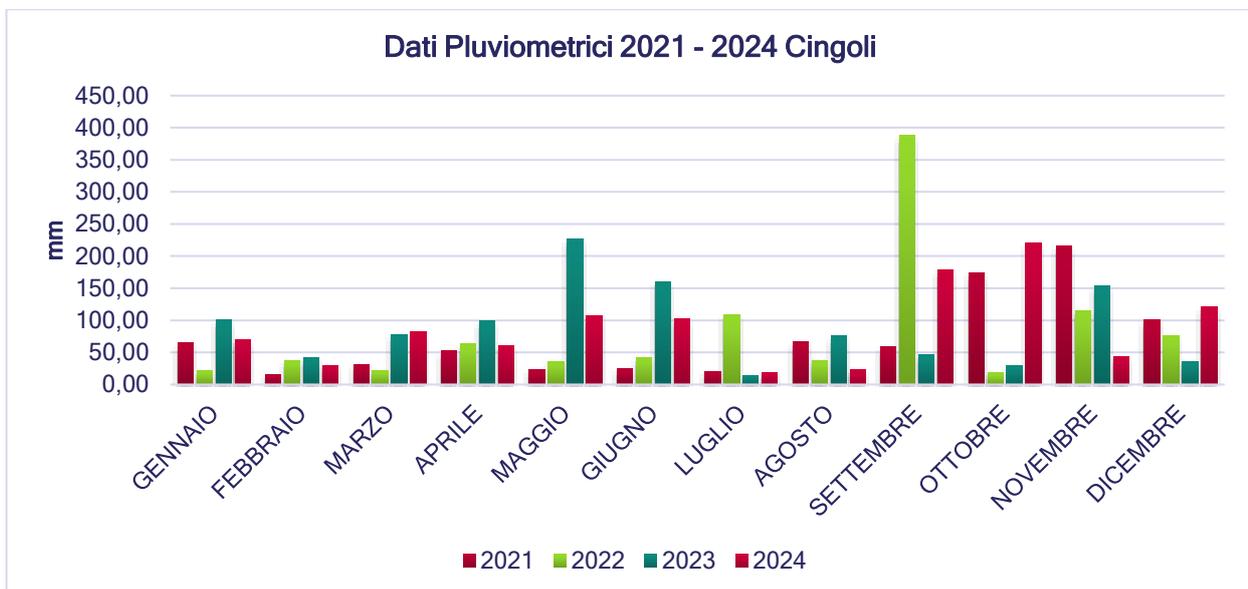


Figura 110. Dati Pluviometrici 2021 - 2024 Cingoli



1. I dati includono i mm di precipitazione di tipo nevoso
2. Non sono disponibili dati completi per il comune di Cingoli nelle seguenti date: 10/01, 12 – 13/02, 29/11 del 2021; 26/02, 09/08 del 2022; 20-21/04, 31/05 del 2023
3. Dati ottenuti dal Centro Funzionale del Servizio di Protezione Civile della Regione Marche - <http://app.protezionecivile.marche.it/schede-CIG/>

LAGO DI FIASTRA

Figura 111. Variazioni idrometriche 2024 Lago di Fiastra

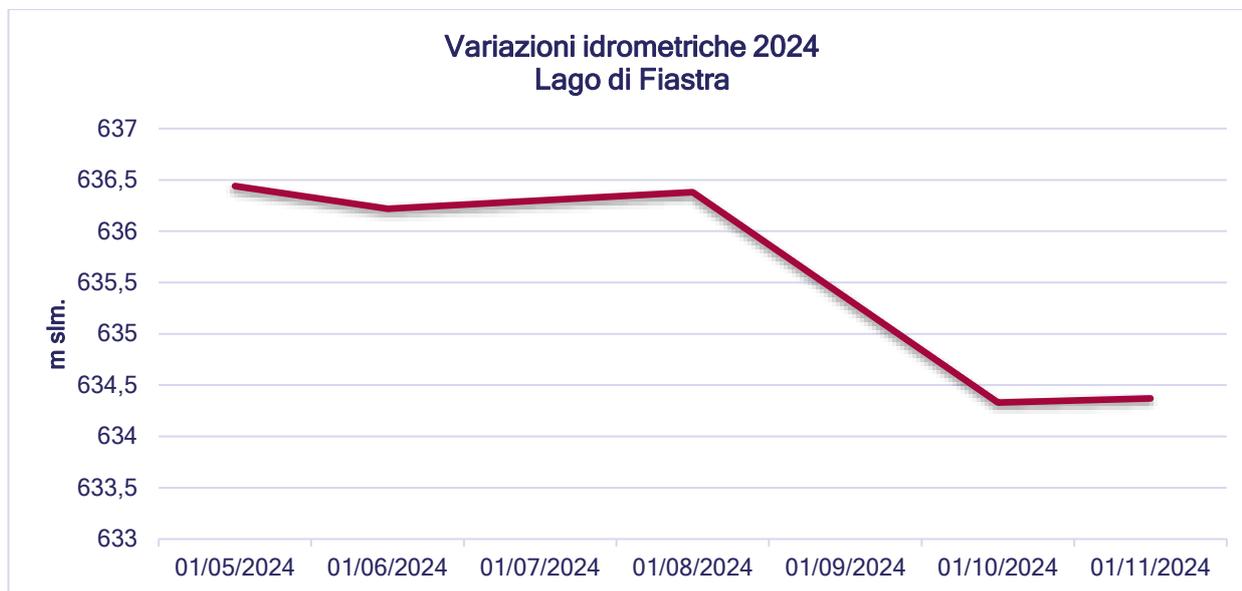
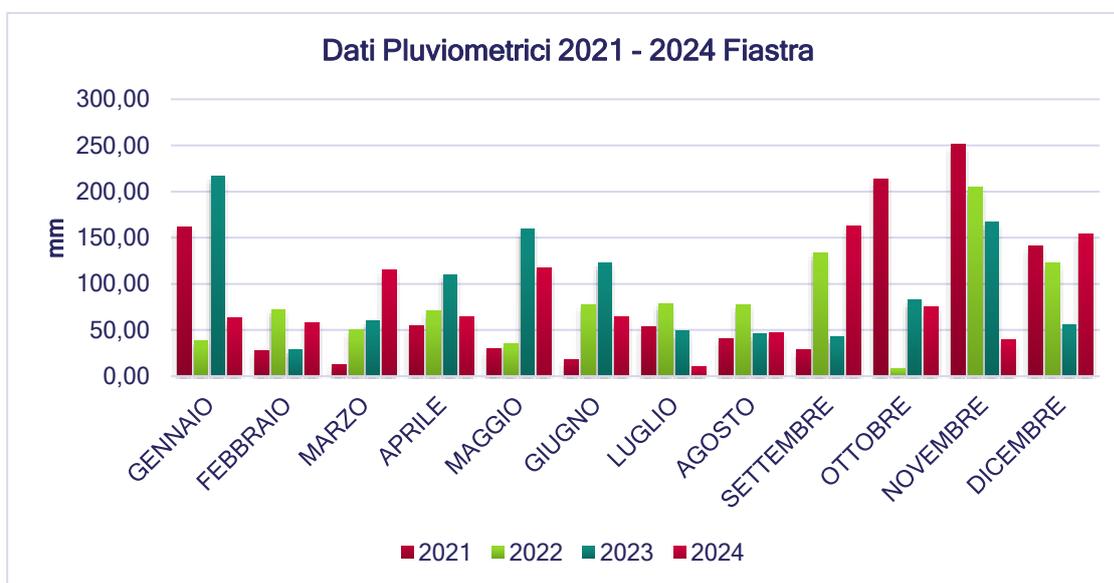


Figura 112. Dati Pluviometrici 2021 - 2024 Fiastra



1. I dati includono i mm di precipitazione di tipo nevoso
2. Non sono disponibili dati completi per il comune di Fiastra nelle seguenti date: 12-13-14/02, 7-11-20/07, 10-11/12 del 2021; 9-14-22/01, 26-27/02, 06/05, 14-22/10, 14-24/11 del 2022; 21-23-24-31/01, 28/02, 01-19/05 del 2023
3. Dati ottenuti dal Centro Funzionale del Servizio di Protezione Civile della Regione Marche - <http://app.protezionecivile.marche.it/schede-CIG/>

LAGO DI BORGIANO

Figura 113. Variazioni idrometriche 2024 Lago di Borgiano

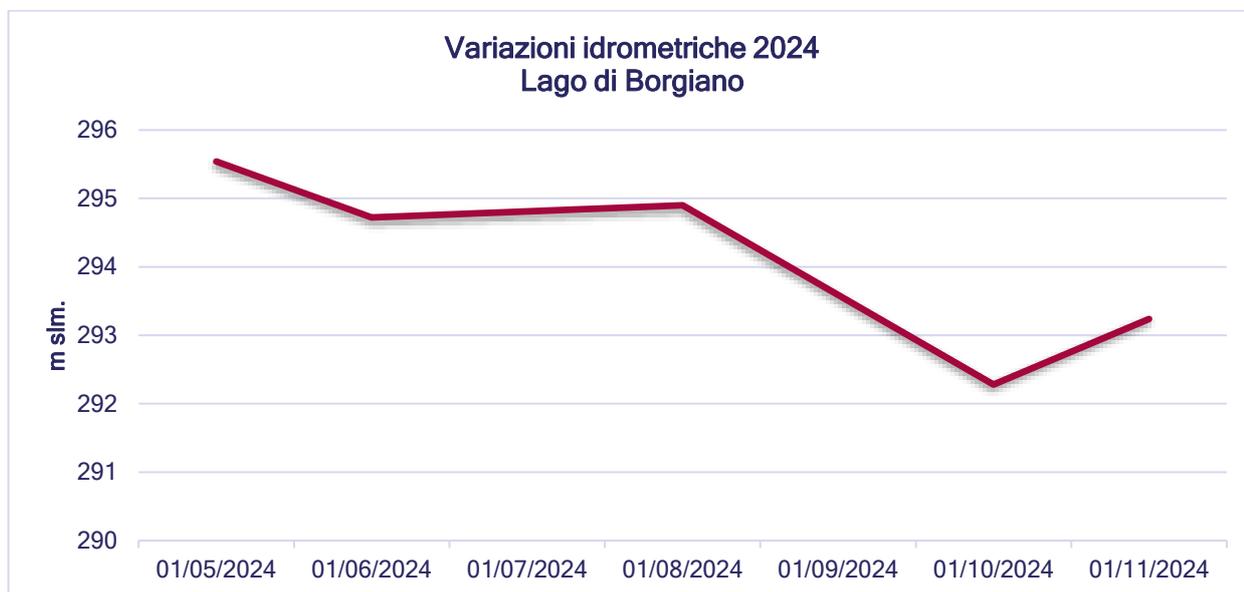
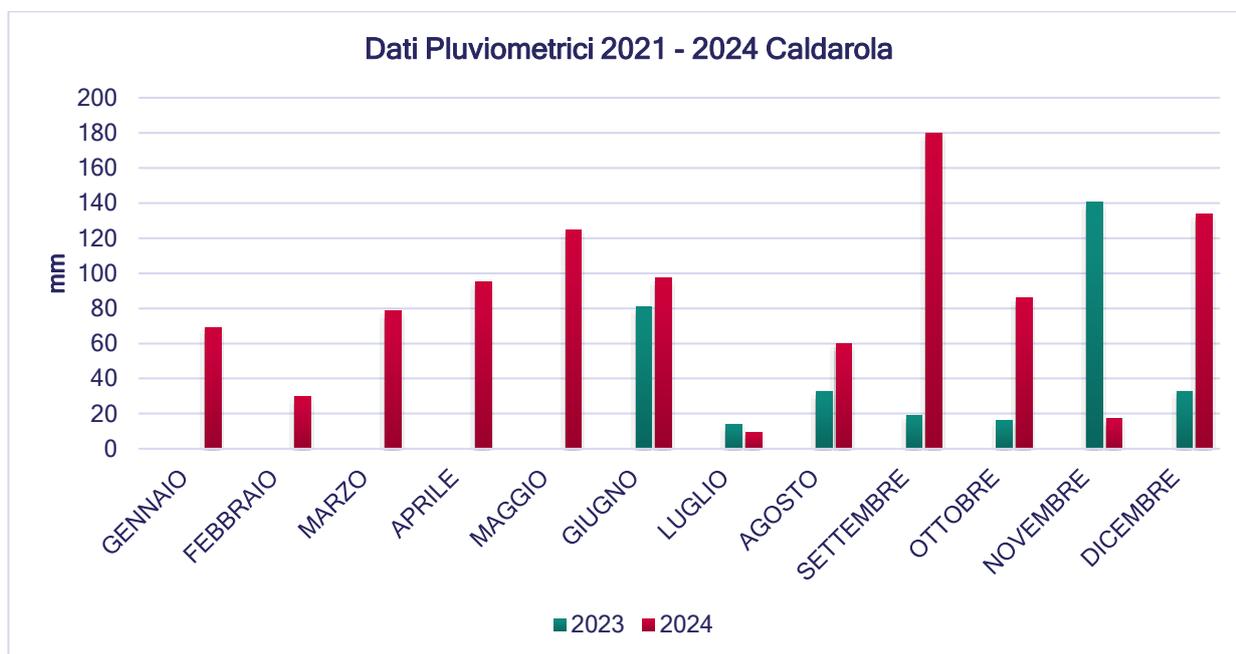


Figura 114. Dati Pluviometrici 2021 - 2024 Caldarola



1. I dati includono i mm di precipitazione di tipo nevoso
2. I dati pluviometrici per il comune di Caldarola sono disponibili dallo 08/06/2023
3. Dati ottenuti dal Centro Funzionale del Servizio di Protezione Civile della Regione Marche - <http://app.protezionecivile.marche.it/schede-CIG/>



ARPA M
AGENZIA REGIONALE
PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE
DELLA MARCHE



Associazione Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

MONITORAGGIO DI SORVEGLIANZA ALGALE

ANNO 2024

MARZO 2025

