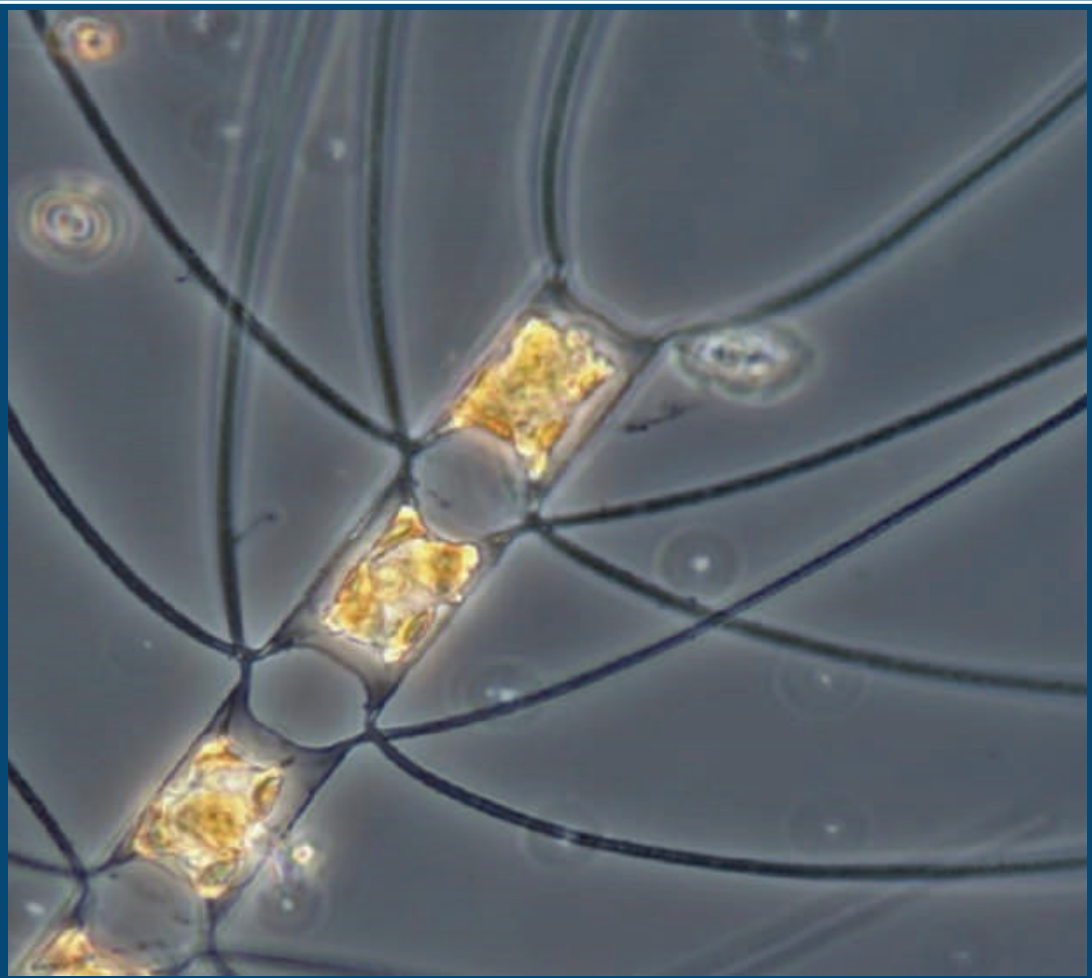
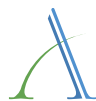


Il fitoplancton nelle acque marino-costiere laziali

Monitoraggio biologico anno 2019





ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Il fitoplancton nelle acque marino-costiere laziali

Monitoraggio biologico anno 2019

2020

Il fitoplancton nelle acque marino-costiere laziali. Monitoraggio biologico anno 2019

Rapporto a cura di:

ARPA Lazio, Servizio monitoraggio delle risorse idriche

Antonella Giorgio, Simona Calvanella, Ornella Chiapponi, Vera Sangiorgi

ABSTRACT

According to legislative decree 152/2006, phytoplankton is one of the biological quality elements used to evaluate the quality of marine-coastal waters. Qualitative and quantitative analyzes provide information about the taxonomic composition and the abundance of taxa. Since a specific index on phytoplankton is not yet available, the 'chlorophyll a' parameter is used for classification purposes.

This document reports the results of phytoplankton communities analysis of Lazio's marine-coastal waters, carried out in 2019 on 8 sampling stations. The results highlight a great variability in species of the Lazio coastal system which, in turn, depends on seasonal and climatic variables as well as on the heterogeneity of the coastal territory and multitude of habitats. The TRIX index, as required by current legislation, is used to measure the level of productivity of marine-coastal waters and accordingly to classify the quality status.

Keywords: monitoring, phytoplankton, marine-coastal water, Lazio, D.Lgs. 152/2006

RIASSUNTO

Il fitoplancton, secondo il decreto legislativo 152/2006, è uno degli elementi di qualità biologica utilizzati per valutare la qualità delle acque marino-costiere. Le analisi quali-quantitative forniscono informazioni circa la composizione tassonomica e l'abbondanza dei taxa presenti. Non essendo ad oggi disponibile un indice specifico sul fitoplancton, ai fini della classificazione si utilizza il parametro 'clorofilla a'.

La presente relazione riporta i risultati relativi all'analisi della comunità fitoplanctonica delle acque marino-costiere della regione Lazio, effettuate nell'anno 2019 su 8 stazioni di campionamento. I risultati evidenziano una grande variabilità in specie del sistema costiero laziale che, a sua volta, dipende da variabili stagionali e climatiche oltre che dall'eterogeneità del territorio costiero e dalla moltitudine di habitat. L'indice TRIX, come richiesto dalla normativa vigente, è utilizzato per la misura del livello di produttività delle acque marino-costiere e quindi per la classificazione dello stato di qualità.

Parole chiave: monitoraggio, fitoplancton, acque marino-costiere, Lazio, D.Lgs. 152/2006

Contatti autori:

antonella.giorgio@arpalazio.it
simona.calvanella@arpalazio.it
ornella.chiapponi@arpalazio.it
vera.sangiorgi@arpalazio.it

ARPA Lazio – 2020



Quest'opera è distribuita con Licenza
Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

<http://www.arpalazio.it>

Coordinamento editoriale a cura dell'Area sistemi operativi e gestione della conoscenza

Progetto grafico e stampa: STI Stampa Tipolitografica Italiana srl - Roma

INDICE

INTRODUZIONE	5
L'ELEMENTO DI QUALITÀ BIOLOGICA FITOPLANCTON	7
IL CAMPIONAMENTO NEL 2019	9
Stazione M4.32 (corpo idrico: da fiume Mignone a Rio Fiume)	11
Stazione M4.50 (corpo idrico: da Pratica di Mare a Rio Torto)	15
Stazione M4.53 (corpo idrico: da Rio Torto a Lido dei Pini)	19
Stazione M5.42 (corpo idrico: da bacino del Fiora a fiume Mignone)	23
Stazione M2.45 (corpo idrico: da porto S.F. Circeo a P. Stendardo)	27
Stazione M2.71 (corpo idrico: da Torre Astura a Torre Paola)	31
Stazione M2.74 (corpo idrico: da Vindicio a Bacino Garigliano)	35
Stazione M2.75 (corpo idrico Isola di Ventotene)	39
TAXA IDENTIFICATI NEL CORSO DEL MONITORAGGIO 2019	43
RISULTATI TRIX E CLOROFILLA A	49
CONCLUSIONI.	51
APPENDICE	53
BIBLIOGRAFIA	57

INTRODUZIONE

La qualità delle acque marino-costiere viene determinata seguendo le indicazioni del decreto legislativo 152/2006 e del decreto ministeriale 260/2010 che recepiscono la direttiva quadro del Parlamento e del Consiglio europei (WFD/2000/60/EC).

Le acque marino-costiere sono per definizione *“le acque superficiali marine situate all'interno, rispetto a una retta immaginaria distante, in ogni suo punto, un miglio nautico sul lato esterno dal punto più vicino della linea di base che serve da riferimento definire il limite delle acque territoriali, e che si estendono eventualmente fino al limite esterno delle acque di transizione”* (D.Lgs. 152/2006).

Le attività dell'ARPA Lazio volte alla valutazione della qualità delle acque marino-costiere prevedono controlli periodici del territorio costiero regionale che si estende per una lunghezza di circa 360 km (isole comprese).

La costa laziale, da Tarquinia a Formia, è caratterizzata da una grande eterogeneità territoriale e morfologica con un alternarsi di coste basse e sabbiose, tratti rocciosi, fondali medio-bassi e profondi. Molto importanti sono le foci fluviali quali quelle del Mignone, Marta e Fiora nella zona Nord della costa, del Tevere nei pressi di Ostia e del Garigliano nella zona di Minturno-Latina. In tutti i casi gli apporti fluviali contribuiscono significativamente a determinare la geomorfologia, l'idrologia e la dinamica del trasporto costiero. I centri costieri turistici, le aree urbanizzate e gli insediamenti produttivi situati lungo la costa incidono sullo stato degli habitat compromettendo dal punto di vista paesaggistico e naturalistico il territorio.

In ottemperanza alla normativa vigente, i programmi di monitoraggio messi in atto dall'ARPA Lazio prevedono l'utilizzo di specifici indicatori per valutare la qualità delle acque marino-costiere della regione e procedere alla classificazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici. Gli elementi che contribuiscono alla definizione dello stato ecologico delle acque sono:

1. Elementi di Qualità Biologica (EQB):
 - composizione, abbondanza e biomassa del fitoplancton e segnalazione di fioriture di specie potenzialmente tossiche o nocive;
 - composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici e segnalazione dei *taxa* sensibili;
 - composizione, abbondanza e copertura dell'altra flora acquatica e segnalazione di *taxa* sensibili;
2. elementi idromorfologici e fisico-chimici a sostegno degli EQB: profondità, morfologia del fondale, caratteristiche del sedimento (sostanza organica e granulometria), moto ondoso e regime correntometrico;
3. elementi chimico-fisici a sostegno degli EQB: trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, nutrienti, clorofilla *a*;
4. inquinanti specifici a sostegno degli EQB: sostanze non appartenenti all'elenco di priorità, ricercate nell'acqua e nel sedimento, di cui è stato accertato lo scarico nel corpo idrico in quantità significative (tab. 1/B e 3/B D.M. 260/2010).

Lo stato chimico è invece valutato mediante monitoraggio delle sostanze dell'elenco di priorità (tabelle 1/A colonna d'acqua e 2/A sedimenti del D.M. 260/2010).

La classificazione è triennale e l'elaborazione degli indici di qualità è basata su tre campagne di monitoraggio marino-costiero annuali e dei relativi parametri biologici, idrologici, fisico-chimici e chimici.

L'ELEMENTO DI QUALITÀ BIOLOGICA FITOPLANCTON

Il fitoplancton gioca un ruolo chiave negli ecosistemi marini e, essendo costituito da organismi autotrofi fotosintetici, rappresenta la via attraverso la quale l'energia e la materia fluiscono ai livelli trofici superiori. Variazioni in composizione tassonomica, abbondanza e biomassa sono indici di alterazioni ambientali che possono a loro volta incidere sul funzionamento dell'intero ecosistema. Inoltre, la presenza o l'assenza di specifici *taxa* fornisce importanti informazioni circa l'inquinamento di tipo organico e inorganico, le alterazioni della salinità, della temperatura e del livello di trofia.

Non esiste, ad oggi, un indice specifico basato sul fitoplancton ma, ai fini della classificazione, si utilizza il parametro clorofilla *a*: scelto quale stima indiretta della biomassa e della crescita algale, esso rappresenta, inoltre, un valido indicatore della produttività del sistema marino-costiero e del livello di eutrofizzazione delle acque.

Il parametro clorofilla unitamente all'ossigeno disciolto e ai nutrienti viene valutato attraverso l'Indice TRIX (TROphic IndeX) che combina le informazioni circa la produttività dell'ecosistema (valori di clorofilla *a* in mg/m³ e percentuale di ossigeno disciolto) e i fattori nutrizionali (valori di azoto inorganico disciolto e di fosforo totale in µg/l).

Per la valutazione dello stato ecologico delle acque marino-costiere, il D.M. 260/2010 definisce i limiti di classe per il TRIX per ciascun macrotipo costiero (stabilito sulla base delle caratteristiche idrologiche della colonna d'acqua). In base al valore dell'indice il corpo idrico ricadrà in una classe di qualità buona o sufficiente. Lo stato "buono" corrisponde ad acque moderatamente produttive aventi quindi livelli medi di trofia, buona trasparenza delle acque, intorbidimenti, ipossie sul fondo e colorazioni anomale occasionali. Lo stato "sufficiente" corrisponde ad acque molto produttive, con livello elevato di trofia, scarsa trasparenza delle acque, anomale colorazioni, ipossie e anossie sul fondo occasionali, associate a stati di sofferenza degli organismi sul fondo.

La classificazione è triennale e viene elaborata, per ciascun ciclo di monitoraggio operativo e per ogni sito, utilizzando il valore medio dell'indice TRIX ottenuto per ciascuno dei tre anni di campionamento.

IL CAMPIONAMENTO NEL 2019

Nel 2019 sono state indagate, con frequenza di campionamento bimestrale, 3 stazioni nella provincia di Roma, una nella provincia di Viterbo e 4 nella provincia di Latina. Per la provincia di Roma, a causa di condizioni meteo-marine sfavorevoli, non è stato possibile concludere l'intera attività annuale con il campionamento del bimestre novembre-dicembre: si è proceduto, quindi, al prelievo di un campione aggiuntivo nel mese di gennaio 2020 quale recupero del bimestre precedente, al fine di mantenere la frequenza di campionamento prevista dalla normativa vigente e aver un sufficiente numero di dati.



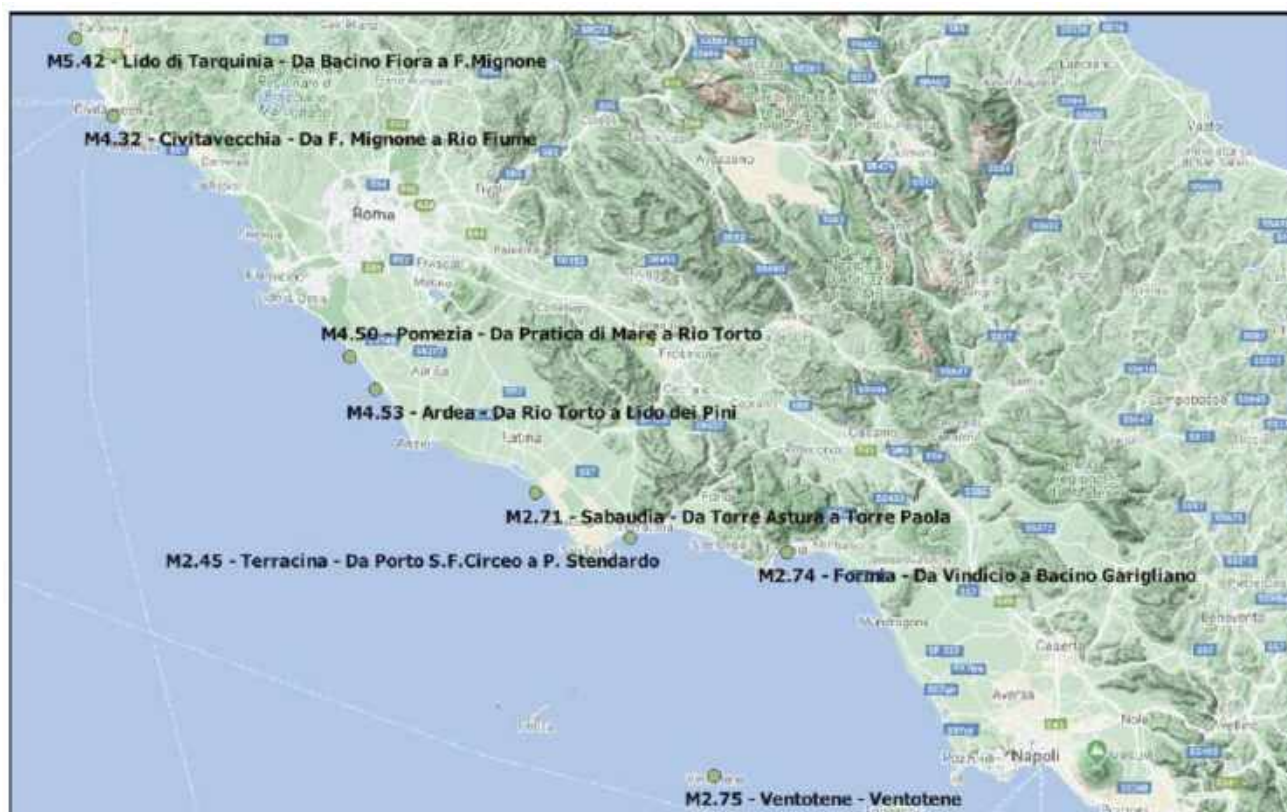
Figura 1 - Fase di campionamento con bottiglia Niskin

I prelievi sono stati effettuati in conformità alle linee guida ICRAM (2001) alla profondità di 0,5 m con bottiglia Niskin o direttamente con un secchio; in contemporanea si è proceduto alla rilevazione con sonda multiparametrica dei principali parametri fisico-chimici (temperatura, ossigeno disciolto, conducibilità, salinità, clorofilla *a*) e al prelievo di campioni di acqua per analisi chimiche dei parametri a supporto. Il campione di fitoplancton è stato poi conservato in bottiglie di vetro al fresco e al riparo dalla luce e trasferito in laboratorio dove si procede alla fissazione con soluzione di Lugol neutro, al fine di preservarne le caratteristiche e impedire fenomeni di decomposizione. I campioni vengono così conservati in condizioni refrigerate fino alle successive analisi. Per la determinazione quali-quantitativa del fitoplancton viene utilizzato il metodo di *Uthermöhl* in conformità alle norme UNI EN 15204 del 2006 e UNI EN 15972 del 2012. L'analisi si basa sulla determinazione della composizione tassonomica e dell'abbondanza, espressa come cell/L, di tutti i *taxa* costituenti il fitoplancton marino-costiero e suddivisibili in 4 raggruppamenti tassonomici: diatomee, dinoflagellati, "altro fitoplancton" e "indet". Il gruppo "altro fitoplancton" comprende fitoflagellati e non, appartenenti a varie altre divisioni algali o organismi acquatici unicellulari o coloniali quali le alghe verdi, le *Coccolitophyceae* o le *Cryptophyceae*, le crisoficee, le euglenoficee. Il gruppo "indet" include, invece, organismi appartenenti alla classe dimensionale del nano-fitoplancton (2-20 μm) e spesso può rappresentare una frazione anche molto elevata della popolazione microalgale totale.



Figura 2 - Alcuni gruppi algali citati nel testo

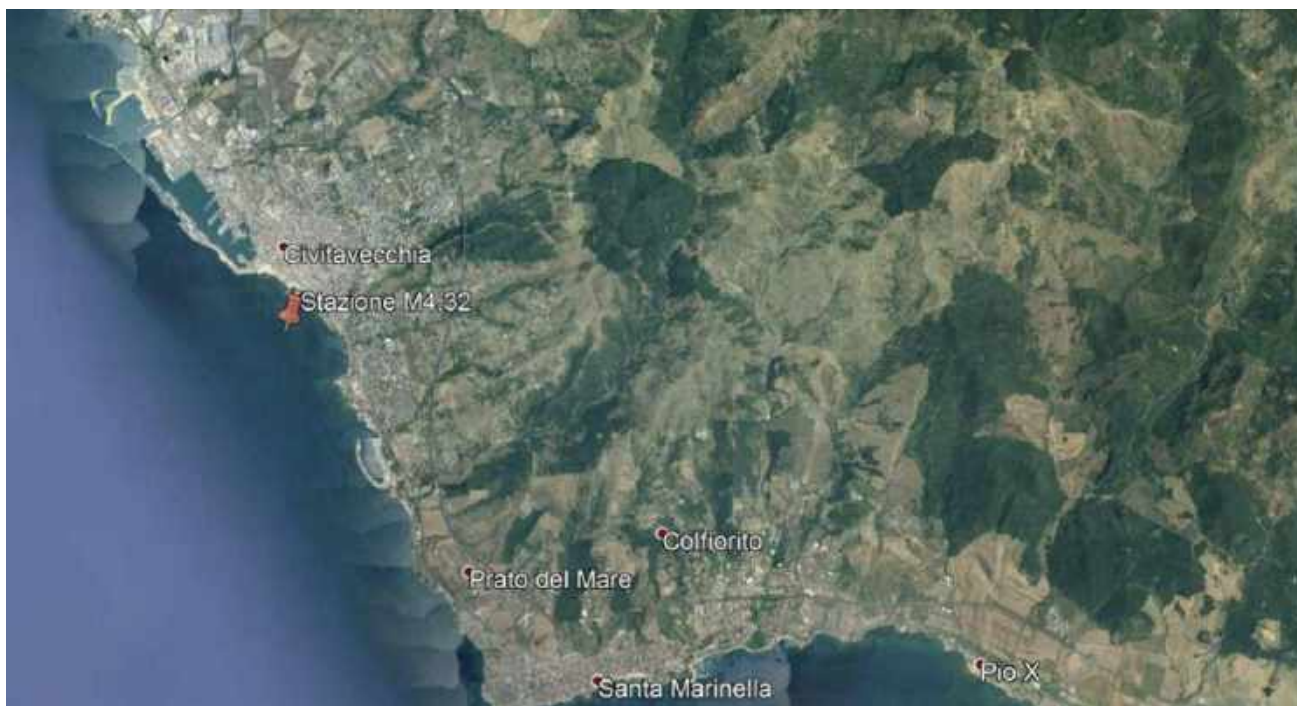
Nei capitoli che seguono si riportano i risultati delle analisi quali-quantitative eseguite sui campioni d'acqua prelevati in corrispondenza delle 8 stazioni di campionamento nell'anno 2019, localizzate come da immagine seguente.



CODICE REGIONALE	COMUNE	COORDINATE X (UTM33_WGS84)	COORDINATE Y (UTM33_WGS84)
M5.42	Tarquinia	226614	4680875
M4.32	Civitavecchia	234960	4663703
M4.50	Pomezia	287249	4610628
M4.53	Ardea	292786	4603373
M2.71	Sabaudia	328023	4580485
M2.45	Terracina	348907	4570781
M2.74	Formia	383637	4567403
M2.75	Ventotene	367494	4518096

Stazione M4.32 (corpo idrico: da fiume Mignone a Rio Fiume)

La stazione ricade nel comune di Civitavecchia ed è situata poco a sud dell'imboccatura del porto; è caratterizzata da fondali prevalentemente rocciosi e molto articolati.



Ortofoto 1 - Mappa fisica con indicazione della stazione M4.32.

Nel grafico che segue si riportano le concentrazioni dei principali raggruppamenti tassonomici per ciascun campione (o bimestre di campionamento).

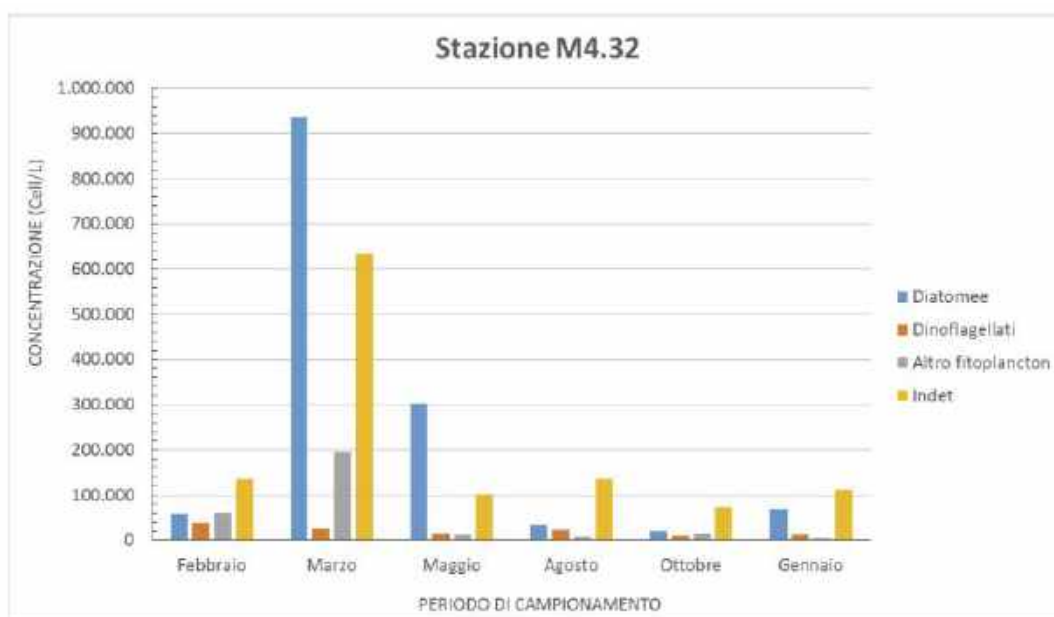


Grafico 1 - Concentrazione (cell/L) mensile dei principali raggruppamenti tassonomici.

Analisi stagionale della concentrazione dei principali raggruppamenti tassonomici

Osservando gli andamenti stagionali, si può notare che nel periodo di fine inverno, inizio primavera si registrano le concentrazioni di fitoplancton più elevate, con valori totali che nel mese di marzo raggiungono un picco di 1.792.520 cell/L. A questo valore contribuiscono in maniera dominante le diatomee con concentrazione pari a 936.518 cell/L e, a seguire, la componente "indet" con concentrazione di 633.225 cell/L. Un minimo di abbondanza del fitoplancton totale si osserva in questa stazione nel periodo autunnale: infatti, nel campionamento di ottobre la concentrazione totale scende a 117.900 cell/L. In questo periodo il contributo maggiore è dato dal gruppo "indet" che costituisce poco più della metà dell'abbondanza totale (73.643 cell/L).

Negli altri periodi si osservano delle oscillazioni degli andamenti di abbondanza del fitoplancton totale con valori compresi tra 198.000 cell/L e 430.000 cell/L. Oltre alla massima concentrazione del mese di marzo, le diatomee mantengono comunque abbondanze abbastanza elevate anche a maggio con valore pari a 302.373 cell/L e nei campionamenti di gennaio e febbraio (69.584 cell/L e 60.056 cell/L). Durante l'anno la concentrazione dei dinoflagellati varia tra un massimo di 39.616 cell/L a febbraio e un minimo di 10.153 cell/L a ottobre. Nel mese di marzo la concentrazione dei dinoflagellati scende a 26.262 cell/L e diminuisce ulteriormente a maggio; si rileva un piccolo aumento nel mese di agosto in cui, di solito, le abbondanze di questo *taxon* sono più elevate (Avancini et al., 2013). La componente "altro fitoplancton" presenta valori di concentrazione minimi nel mese di gennaio (4.868 cell/L) e massimi a marzo (196.515 cell/L). Per il gruppo "indet" oltre al picco di concentrazione registrato a marzo, si hanno alte concentrazioni a febbraio e ad agosto con valori del tutto paragonabili, pari rispettivamente a 136.525 cell/L e 136.136 cell/L. Si rinviene, invece, la minima concentrazione nel mese di maggio (778 cell/L).

Nel grafico 2 si riportano le abbondanze percentuali dei principali raggruppamenti tassonomici suddivise per mese (bimestre di campionamento). Si valuta in questo caso come ciascun raggruppamento tassonomico si ridistribuisce durante l'anno, in termini percentuali rispetto al totale annuale di ciascun gruppo.

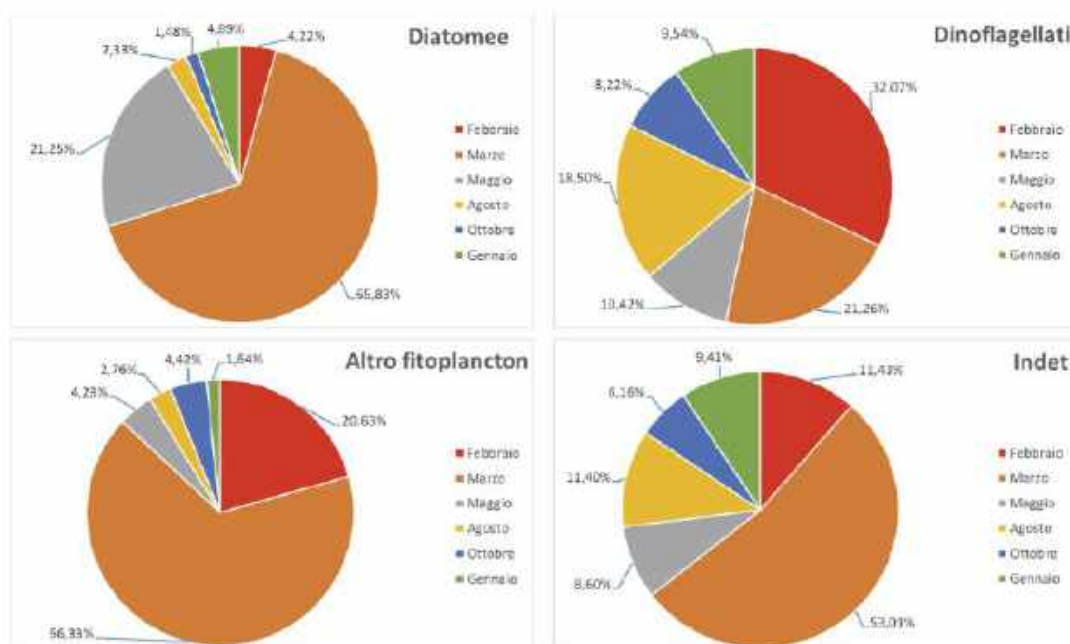


Grafico 2 - Percentuale mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Durante l'anno le diatomee raggiungono percentuali maggiori nel mese di marzo (65,83%); nella stagione primaverile continuano a essere preponderanti con una percentuale del 21,25% riscontrata durante il campionamento di maggio. Negli altri periodi dell'anno non costituiscono il gruppo prevalente ma sono superate in percentuale dal gruppo "indet". Per quanto riguarda i dinoflagellati le percentuali massime e minime rispettivamente pari al 32,07% e all'8,22% sono state rilevate rispettivamente nei campioni di febbraio e ottobre. Il gruppo "altro fitoplancton", insieme alle diatomee, raggiunge elevate percentuali pari a 66,33% nel mese di marzo; negli altri periodi la percentuale si riduce fino al minimo di 1,64% nel mese di gennaio. Il gruppo "indet" raggiunge la percentuale massima pari al 53,01% nel campione di marzo; le abbondanze restano superiori al 10 % nei mesi di febbraio e agosto.

Dettaglio specifico sulla concentrazione dei taxa

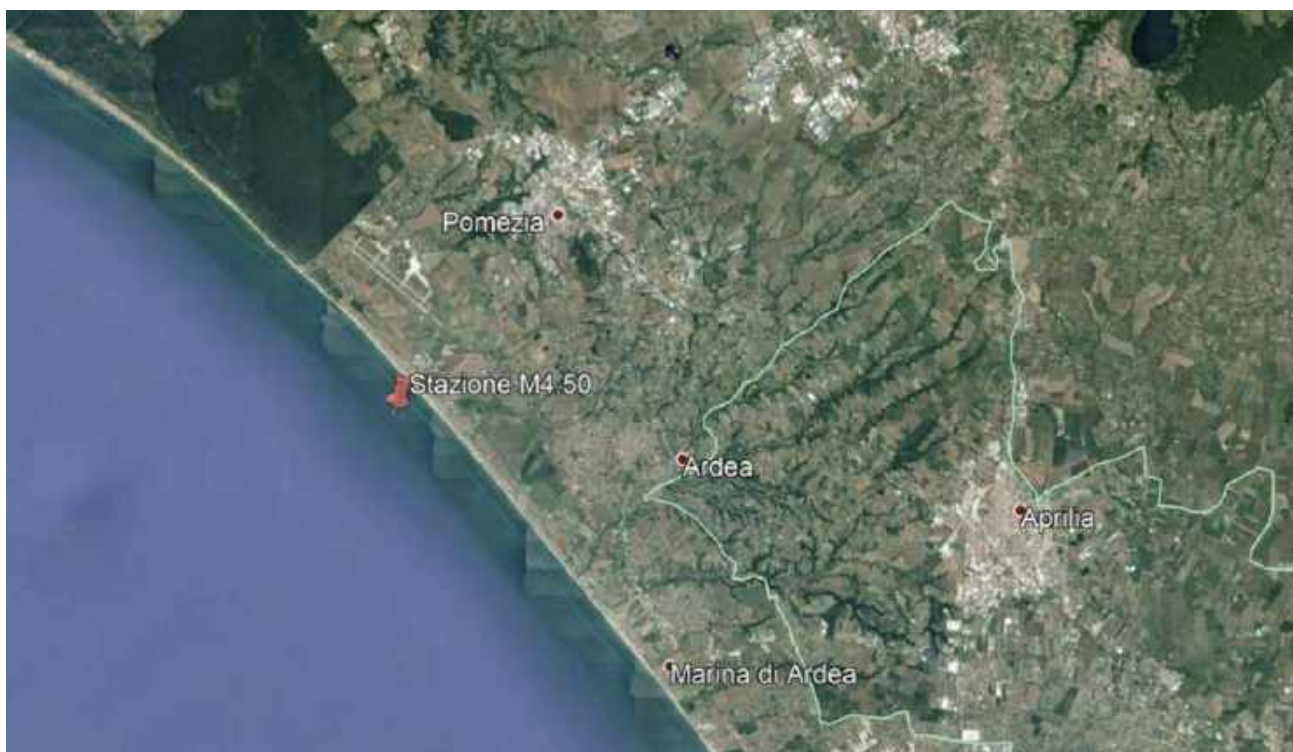
Dal punto di vista tassonomico nel mese di marzo le specie che maggiormente incidono sull'abbondanza della componente diatomica sono *Asterionellopsis glacialis* e *Pseudo-nitzschia delicatissima* con concentrazioni pari a 115.132 cell/L e 723.464 cell/L. A maggio domina sulla comunità diatomica la specie *Pseudo-nitzschia galaxiae* con concentrazione pari a 139.247 cell/L. A febbraio il gruppo delle Gymnodiniaceae raggiunge concentrazioni pari a 32.284 cell/L, rappresentando quindi la componente più abbondante. Le Cryptophyceae, con concentrazione pari a 149.360 cell/L, dominano nel mese di marzo sulla restante componente del gruppo "altro fitoplancton". Una valutazione di presenza/assenza su base annuale dei taxa consente di individuare anche alcune unicità nella distribuzione temporale delle specie. Per quanto riguarda le diatomee, nel mese di marzo si assiste alla maggiore diversificazione tassonomica con 35 taxa rilevati. I taxa *Chaetoceros didymus*, *Helicotheca tamesis*, *Licmophora* sp., *Odontella mobiliensis* sono presenti solo a febbraio. Unicamente a marzo sono stati rinvenuti i generi *Gyrosigma* sp. e *Rhizosolenia* sp.p. Il genere *Coscinodiscus* sp. e la specie *Leptocylindrus minimus* sono stati ritrovati solo nel campione di agosto, mentre la specie *Pseudo-nitzschia multistriata* è stata rinvenuta solo a maggio. Per i dinoflagellati la comunità è costituita da un maggior numero di taxa nel mese di agosto (15); le specie *Ceratium fusus* e *C. trichoceros* sono rispettivamente presenti solo a febbraio e a marzo. Solo nel campione di ottobre sono state ritrovate le specie *Ceratium furca*, *Dinophysis sacculus*, *Ostreopsis* cf. *ovata*, *Prorocentrum minimum*, *Protoperdinium bipes* e *Torodinium robustum*. A marzo 2019 e a gennaio 2020 si assiste alla maggior diversità tassonomica all'interno del gruppo "altro fitoplancton" con 7 taxa identificati. Le specie *Syracosphaera hystrix* e *S. pulchra* sono presenti solo a febbraio mentre il genere *Meringosphaera* sp. è stato rinvenuto solo a ottobre.

In contrapposizione a queste vi sono le specie che, pur mostrando variazioni di concentrazione, non hanno stagionalità e sono quindi presenti tutto l'anno. È questo il caso di *Cylindroteca closterium*, *Dactyliosolen fragilissimum*, *Guinardia striata* e *Pseudo-nitzschia delicatissima*.

In alcuni campioni è stata individuata la presenza di specie potenzialmente tossiche in quanto produttrici di tossine come, ad esempio, acido domoico, acido ocadaico, palitossine ed epatotossine (Masò et al., 2006; Avancini et al., 2006). Tra queste, nel mese di agosto, si annovera la presenza dei dinoflagellati *Ostreopsis* cf. *ovata* e *Dinophysis sacculus*, entrambi a concentrazioni pari a 389 cell/L. A questi si aggiunge *Prorocentrum minimum* rinvenuto in basse concentrazioni (389 cell/L) solo nel mese di agosto. Tra le diatomee si riporta la presenza della specie *Pseudo-nitzschia multistriata* ritrovata a maggio con concentrazione pari a 1.556 cell/L e la specie *P. delicatissima* presente in tutti campioni con concentrazioni considerevoli fatta eccezione per gli ultimi mesi dell'anno.

Stazione M4.50 (corpo idrico: da Pratica di Mare a Rio Torto)

La stazione ricade nel comune di Pomezia e si trova nel tratto di mare antistante il litorale di Torvajanica; è caratterizzata da fondali omogenei e prevalentemente sabbiosi.



Ortofoto 2 - Mappa fisica con indicazione della stazione M4.50

Nel grafico che segue si riportano le concentrazioni dei principali raggruppamenti tassonomici per ciascun campione (o bimestre di campionamento).

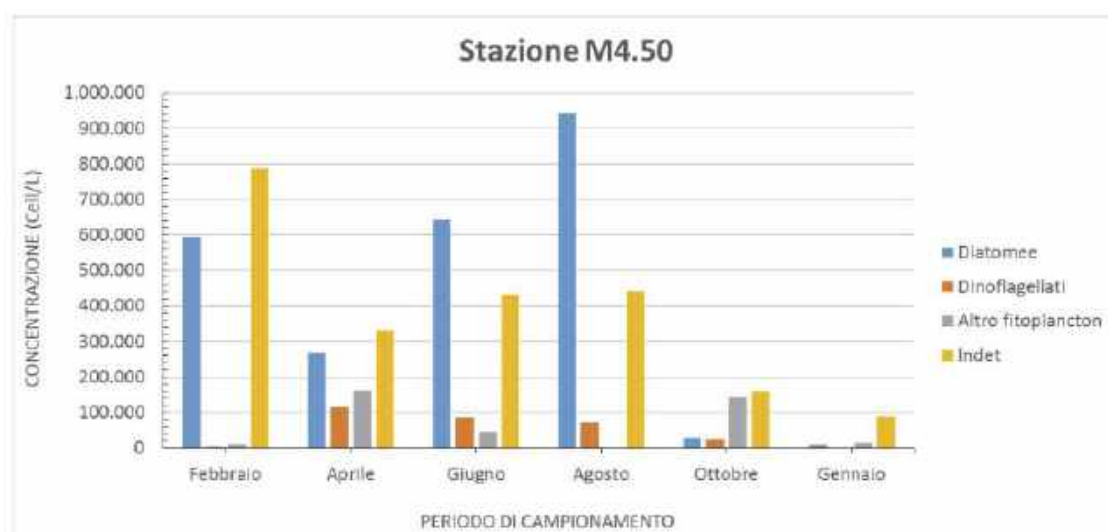


Grafico 3 - Concentrazione mensile (cell/L) dei principali raggruppamenti tassonomici

Analisi stagionale della concentrazione dei principali raggruppamenti tassonomici

Si registra un picco di abbondanza del fitoplancton nel mese di agosto con un valore pari a 1.400.000 cell/L; a seguire si rilevano concentrazioni elevate pari a 1.396.798 cell/L e 1.201.437 cell/L nei mesi di febbraio e giugno. Nel mese di gennaio 2020 si registrano i valori più bassi di concentrazione (112.390 cell/L) e, fatta eccezione per la componente "altro fitoplancton", tutti i gruppi presentano i minimi annuali. Nei tre mesi di febbraio, giugno e agosto la componente dominante in termini di abbondanza è rappresentata dalle diatomee. Infatti, oltre la metà del campione di agosto risulta composto da questo *taxon* che fa registrare la massima concentrazione annuale pari a 944.393 cell/L; nei mesi di ottobre e gennaio abbiamo invece dei valori minimi con concentrazioni inferiori a 30.000 cell/L. Il campione primaverile di aprile fa rilevare il picco di abbondanza per i dinoflagellati che superano le 100.000 cell/L. Valori elevati sono registrati anche nel periodo estivo: in particolare a giugno e ad agosto le concentrazioni sono pari a 85.019 cell/L e 71.568 cell/L. Durante l'autunno i valori diminuiscono fino a raggiungere dei minimi pari a 4.090 cell/L e 2.554 cell/L nei mesi invernali di febbraio e gennaio 2020. Anche il gruppo "altro fitoplancton" ha un picco importante nel mese di aprile e poi uno nel mese di ottobre; in entrambi i casi si superano le 100.000 cell/L. Nei restanti periodi dell'anno le concentrazioni restano più basse fino a raggiungere le minime concentrazioni pari a 9.724 cell/L nel mese di febbraio. Il gruppo "indet" è presente in tutti i campioni con abbondanze elevate, in particolare tra la fine dell'inverno e la stagione estiva quando le concentrazioni restano sempre superiori alle 300.000 cell/L. Fa eccezione il campione di gennaio 2020 che evidenzia le minime concentrazioni, pari a 86.608 cell/L.

Nel grafico 4 si riportano le abbondanze percentuali dei principali raggruppamenti tassonomici suddivise per mese (bimestre di campionamento). Si valuta, in questo caso, come ciascun raggruppamento tassonomico si ridistribuisce durante l'anno, in termini percentuali rispetto al totale annuale di ciascun gruppo.

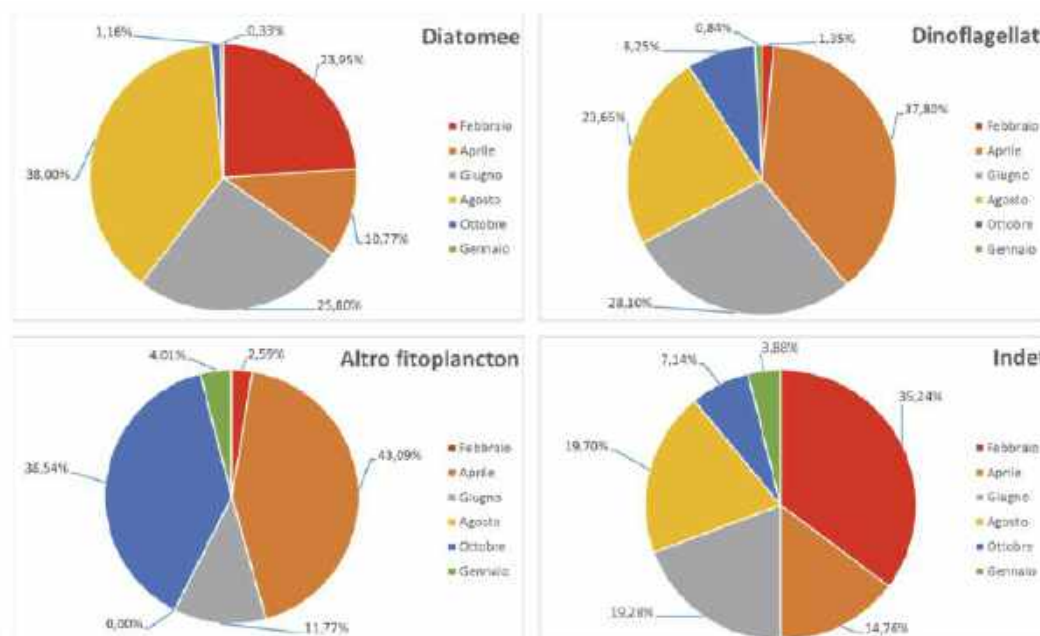


Grafico 4 - Percentuale mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Analizzando le percentuali di abbondanza delle diatomee su base annuale, possiamo notare la presenza di percentuali massime nel mese di agosto, con valori del 38%. I valori restano elevati anche nei periodi di fine inverno e fine primavera - inizio estate con valori pari a 23,95% e 25,80% nei mesi di febbraio e giugno. Valori minimi pari all'1,33% e allo 0,33% del totale si registrano nel periodo autunno-

inverno e nel campione di gennaio (pieno inverno). Più di un terzo del totale annuale dei dinoflagellati, pari al 37,80%, è stato registrato nel mese di aprile mentre percentuali superiori al 20% sono osservabili nel periodo estivo, più precisamente nei mesi di giugno e agosto. Le percentuali scendono al di sotto del 10% nei mesi autunnali e invernali. Il trend è del tutto assimilabile a quello osservato per il gruppo "altro fitoplancton", per il quale la quasi totalità degli organismi è presente in aprile e in ottobre con percentuali rispettivamente del 43,09% e 38,54%, mentre nei restanti periodi le percentuali sono molto più basse con un minimo pari al 2,39% del mese di febbraio. Il gruppo "indet" presenta valore massimo pari al 35,24% nel mese di febbraio, valori minimi in autunno-inverno pari al 7,14% e 3,88%, e valori che oscillano tra il 14% e il 19% in tutti gli altri periodi dell'anno.

Dettaglio specifico sulla concentrazione dei taxa

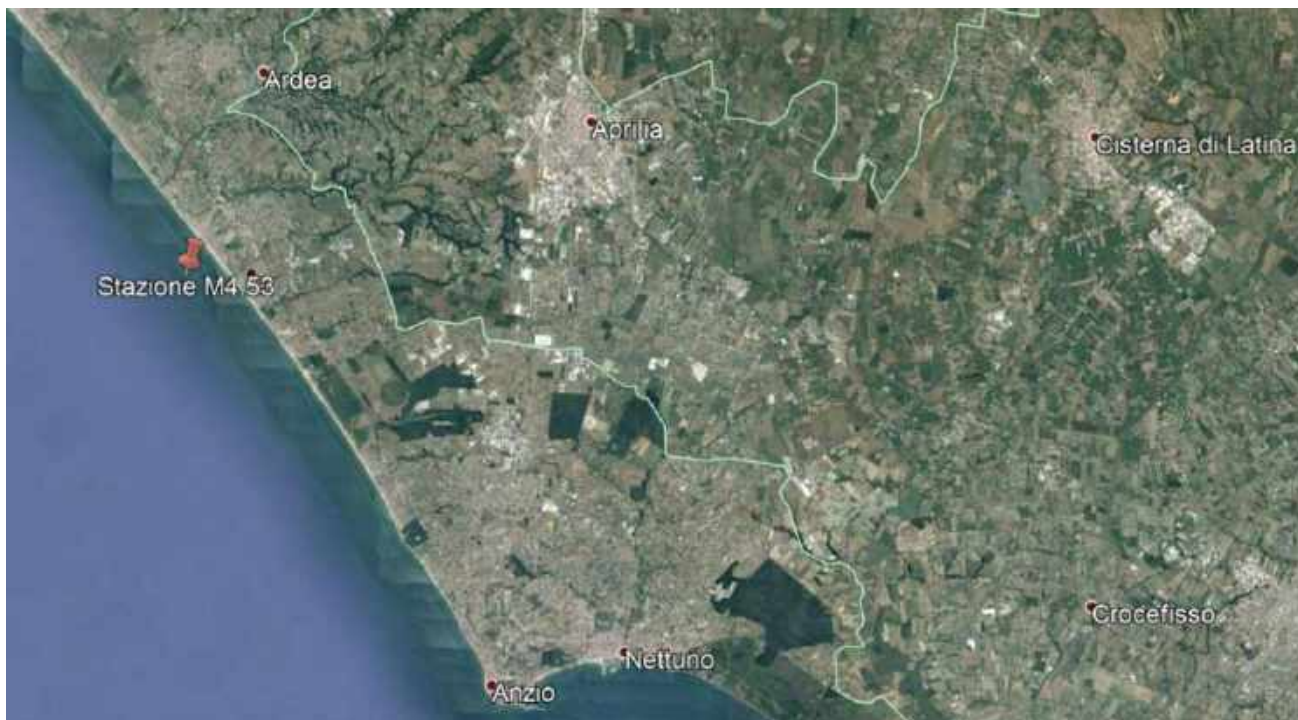
Dal punto di vista tassonomico influiscono maggiormente sull'abbondanza della comunità diatomica le specie *Pseudo-nitzschia delicatissima* (262.547 cell/L) e *Asterionellopsis glacialis* (202.259 cell/L) a febbraio, *Leptocylindrus danicus* (528.206 cell/L) a giugno, *Pseudo-nitzschia galaxiae* (357.842 cell/L), *P. delicatissima* (163.363 cell/L) e *P. pseudodelicatissima* (126.023 cell/L) ad agosto. Ad aprile il gruppo delle Gymnodinales raggiunge concentrazioni pari a 89.461 cell/L, rappresentando quindi la componente più abbondante. La dominanza di tale gruppo sull'intera comunità è evidente nei restanti mesi dell'anno. Ad aprile si osserva una concentrazione elevata del gruppo delle Cryptophyceae (140.803 cell/L) mentre a ottobre il gruppo delle Chlorophyta domina sulla restante componente tassonomica (89.072 cell/L). Una valutazione di presenza/assenza su base annuale dei taxa consente di individuare anche unicità nella distribuzione temporale delle specie. Per quanto riguarda le diatomee nel mese di marzo si registra la più elevata variabilità tassonomica con 32 taxa identificati. I taxa *Thalassionema nitzschioides*, *Lithodesmium* sp.p., *Bacteriastrum* sp.p., *Dactyliosolen blavyanus*, *Rhizosolenia imbricata*, *Thalassiosira rotula* e *Ditylum brightwelli* sono presenti solo a febbraio. Unicamente ad aprile è stato rinvenuto il genere *Rhizosolenia* sp.p. Le specie *Dactyliosolen phuketensis*, *Bacteriastrum furcatum*, *Chaetoceros simplex* e *Hemiaulus hauckii* sono state rinvenute solo nel campione di giugno. Solo a ottobre sono stati ritrovati il genere *Nitzschia* sp.p. e la specie *Chaetoceros decipiens*. Per i dinoflagellati la maggior diversificazione tassonomica si è avuta nel mese di giugno, con 16 taxa rinvenuti. La specie *Gonyaulax polygramma* è presente solo a aprile; solo nel campione di giugno sono state ritrovate le specie *Ceratium fusum*, *C. furca*, *Protoperdinium divergens*, *Gonyaulax spinifera*, *Scrippsiella trochoidea*, *Heterocapsa niei* e il genere *Oxytoxum* sp.p. Il genere *Heterocapsa* sp.p. è stato rinvenuto solo a ottobre mentre a gennaio si segnala la presenza della specie *Dinophysis caudata*. Per la componente "altro fitoplancton" la maggiore variabilità si evidenzia a ottobre con 6 diversi taxa; la specie *Rhabdosphaera clavigera* è presente solo a febbraio mentre solo ad aprile si riporta la presenza della specie *Dinobryon faculiferum*. La specie *Oltmannsiella lineata* è stata rinvenuta solo nel campione di giugno mentre solo a ottobre si riporta la presenza dei generi *Chrysochromulina* sp.p., *Pachysphaera* sp.p. e *Teleaulax* sp.

In contrapposizione a questi taxa ve ne sono altri che non hanno stagionalità e, anche se in concentrazioni variabili, sono presenti tutto l'anno. È questo il caso della specie *Pseudo-nitzschia delicatissima* presente in tutti campioni con concentrazioni minime riscontrate nel mese di ottobre (800 cell/L) e massime nel mese di febbraio (262.547 cell/L).

In alcuni campioni è stata individuata la presenza di specie potenzialmente tossiche in quanto produttrici di tossine come, ad esempio, acido domoico, acido ocadaico, palitossine ed epatotossine (Masò et al., 2006; Avancini et al., 2006). Tra queste nel mese di gennaio si annovera la presenza del dinoflagellato *Dinophysis caudata* in concentrazione pari a 160 cell/L, mentre tutto l'anno è presente la specie *Pseudo-nitzschia delicatissima*, anche se con abbondanze variabili.

Stazione M4.53 (corpo idrico: da Rio Torto a Lido dei Pini)

La stazione ricade nel comune di Ardea e comprende il tratto di mare antistante il litorale di Ardea; è caratterizzata da fondali omogenei e prevalentemente sabbiosi.



Ortofoto 3 - Mappa fisica con indicazione della stazione M4.53

Nel grafico seguente si riportano le concentrazioni dei principali raggruppamenti tassonomici per ciascun campione (o bimestre di campionamento).

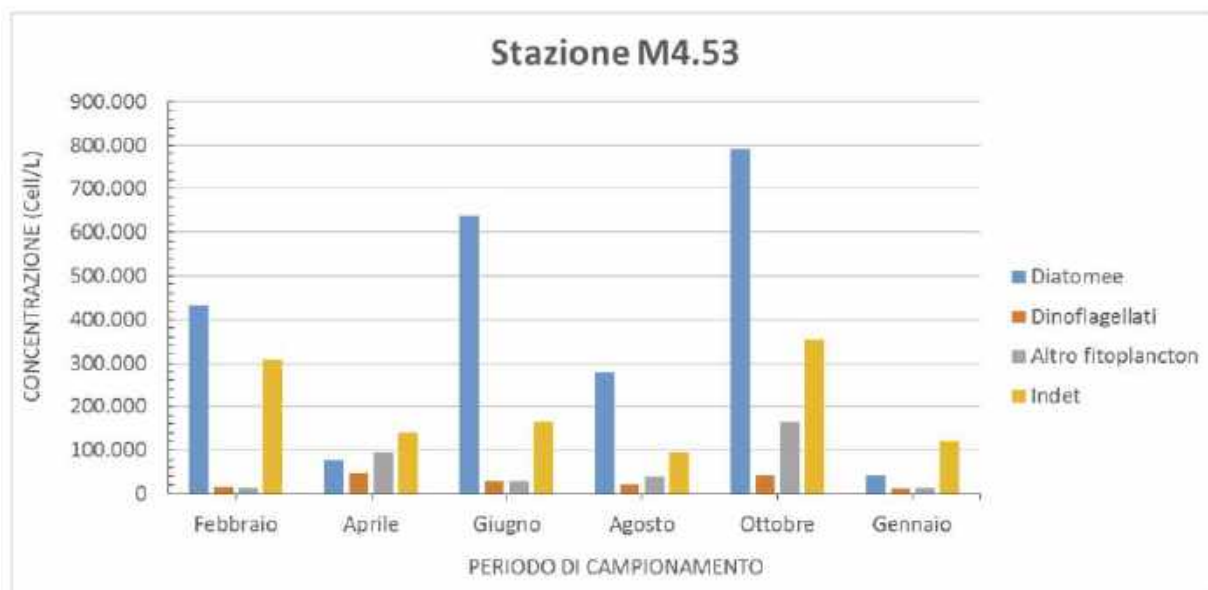


Grafico 5 -Concentrazione mensile (cell/L) dei principali raggruppamenti tassonomici

Analisi stagionale della concentrazione dei principali raggruppamenti tassonomici

Il campione che fa rilevare le massime abbondanze è quello di ottobre, in cui si supera il valore di 1.300.000 cell/L; le minime si registrano nel mese di gennaio 2020 con valore pari a 190.441 cell/L.

A ottobre le diatomee rappresentano circa la metà di tutto il fitoplancton con concentrazione pari a 790.815 cell/L. Le concentrazioni sono superiori a 400.000 cell/L nei mesi di febbraio e giugno e notevolmente più basse ad agosto e aprile, con valori rispettivamente pari a 278.390 cell/L e 79.240 cell/L; il picco minimo pari a 41.478 cell/L si registra nel mese di gennaio 2020. I dinoflagellati presentano due picchi di abbondanza nei mesi di aprile e di ottobre in cui raggiungono concentrazioni rispettivamente pari a 49.271 cell/L e 42.910 cell/L. I valori sono più bassi negli altri mesi, con un minimo pari a 12.408 cell/L nel mese di gennaio 2020. Il gruppo "altro fitoplancton" mostra un andamento in termini di abbondanze simile a quello dei dinoflagellati vale a dire concentrazioni massime rispettivamente di 94.717 cell/L e 166.634 cell/L ad aprile e ottobre, e minime pari a 14.681 cell/L a gennaio 2020. La componente "indet" è sempre più abbondante rispetto agli altri gruppi, fatta eccezione per le diatomee. I valori più elevati, pari a 353.157 cell/L e 307.278 cell/L, si registrano a ottobre e febbraio; le minime concentrazioni pari a 95.684 cell/L si hanno ad agosto.

Nel grafico 6 si riportano le abbondanze percentuali dei principali raggruppamenti tassonomici suddivise per mese (bimestre di campionamento). Si valuta in questo caso come ciascun raggruppamento tassonomico si ridistribuisce durante l'anno, in termini percentuali rispetto al totale annuale di ciascun gruppo.

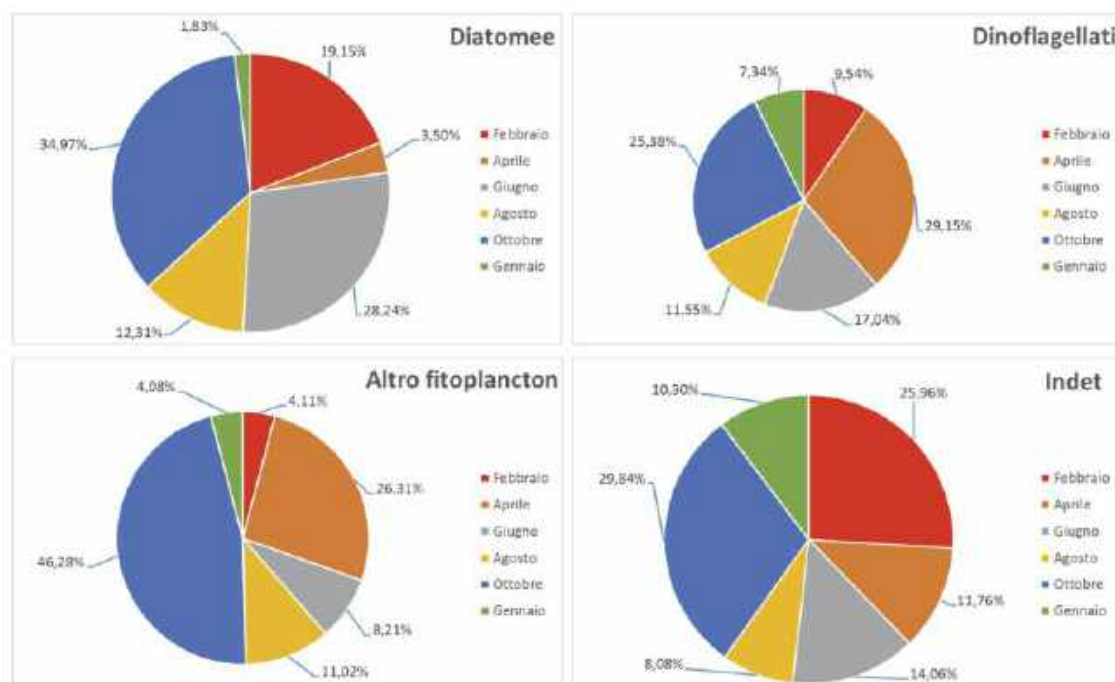


Grafico 6 - Percentuale mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Le diatomee mostrano le percentuali più elevate pari a 34,9% e 28,2% nei mesi di ottobre e giugno; valori superiori al 12% si registrano nei mesi di febbraio e agosto mentre la loro percentuale scende sotto il 4% nei mesi di aprile e gennaio. I dinoflagellati mostrano un picco in primavera con percentuale pari al 29,15% nel mese di aprile; i valori oscillano tra il 7% e il 25% in tutti gli altri periodi dell'anno. Quasi la metà della componente "altro fitoplancton", più precisamente il 46,28% del totale annuale, si registra nel campione di ottobre, il 26,31% si ha nel mese di aprile mentre nei restanti periodi dell'anno le percentuali si abbassano e raggiungono valori minimi pari al 4% nei mesi di gennaio e febbraio.

Anche il gruppo "indet" presenta una percentuale massima pari al 29,84%, rispetto al totale annuale, nel campione di ottobre; i valori restano elevati nei mesi invernali con percentuali pari al 25,96% e 10,30% a febbraio e gennaio. Nei campioni del periodo primaverile ed estivo, per questo gruppo, le percentuali oscillano invece tra un minimo pari all'8% nel mese di agosto e un massimo del 14% a giugno.

Dettaglio specifico sulla concentrazione dei taxa

Dal punto di vista tassonomico nel mese di ottobre le specie *Pseudo-nitzschia delicatissima* (366.399 cell/L), *Asterionellopsis glacialis* (231.042 cell/L) e *P. galaxiae* (113.576 cell/L) influiscono maggiormente sull'abbondanza della comunità diatomica. A giugno vi è un incremento delle specie *Leptocylindrus minimus* (259.825 cell/L), *L. convexus* (183.589 cell/L) e *L. danicus* (119.799 cell/L). A febbraio la specie *Pseudo-nitzschia delicatissima* (219.272 cell/L) incide sul totale della popolazione. Ad aprile e ottobre il gruppo delle Gymnodiniales raggiunge concentrazioni elevate, rispettivamente pari a 29.950 cell/L e 31.117 cell/L rappresentando, quindi, la componente più abbondante. La dominanza di tale gruppo sull'intera comunità è evidente anche nei restanti mesi dell'anno. A ottobre, così come ad aprile, si osserva una concentrazione elevata di Cryptophyceae con valori rispettivamente pari a 114.354 cell/L e 89.850 cell/L. Una valutazione di presenza/assenza su base annuale dei taxa, consente di individuare anche unicità nella distribuzione temporale delle specie. Per quanto riguarda le diatomee nel mese di febbraio si registra la più elevata variabilità tassonomica con 32 taxa identificati. Inoltre, *Pseudo-nitzschia multistriata*, *Chaetoceros diversus*, *C. costatus*, *C. didymus* e *Nitzschia* sp.p. sono presenti solo a febbraio. Unicamente ad aprile sono stati rinvenuti i taxa *Chaetoceros compressus*, *Leptocylindrus convexus*, *Coscinodiscus* sp.p. e *Skeletonema* sp.p. La specie *Chaetoceros tenuissimus* è stata rinvenuta solo nel campione di agosto. Le specie *Odontella mobiliensis* e *Skeletonema pseudocostatum* sono presenti solo nel mese di ottobre e solo a gennaio sono stati ritrovati i taxa *Dactyliosolen blavyanus*, *Chaetoceros affinis*, *Bacteriastrum furcatum* e *Cyclotella* sp.p. Per i dinoflagellati la maggior diversificazione tassonomica si è avuta nel mese di ottobre, con 14 taxa rinvenuti. La specie *Protoperidinium subinermis* è presente solo a febbraio mentre soltanto ad aprile è stata rinvenuta la specie *P. bipes*. Solo nel campione di giugno sono stati ritrovati i taxa *Ceratium declinatum*, *Scrippsiella* sp.p. e *Prorocentrum minimum*. I taxa identificati solo nel campione di ottobre sono *Ceratium trichoceros*, *Akashiwo sanguinea*, *Protoperidinium* sp.p., *P. bispinum*, *Gonyaulax* sp.p. e *Torodinium robustum*. Per la specie *Oxytoxum scolopax* unico rinvenimento annuale si segnala nel mese di gennaio 2020. Per la componente "altro fitoplancton" la maggiore variabilità si evidenzia a ottobre con 8 diversi taxa; la specie *Rhabdosphaera clavigera* è presente solo a giugno mentre solo a ottobre si riporta la presenza dei taxa *Chrysochromulina* sp.p. e *Anoplosolenia brasiliensis*. In contrapposizione ai taxa sopra elencati ve ne sono altri presenti tutto l'anno, anche se con variazioni di concentrazione, come nel caso della specie *Proboscia alata*.

In alcuni campioni è stata individuata la presenza di specie potenzialmente tossiche in quanto produttrici di tossine come, ad esempio, acido domoico, acido ocadaico, palitossine ed epatotossine (Masò et al., 2006; Avancini et al., 2006). Tra queste si riporta la presenza del dinoflagellato *Prorocentrum minimum* rinvenuto in basse concentrazioni (80 cell/L) solo nel mese di giugno. Tra le diatomee si riporta la presenza delle specie *Pseudo-nitzschia multistriata*, ritrovata a febbraio con concentrazione pari a 5.445 cell/L e *P. delicatissima*, assente solo nel bimestre maggio-giugno e nel campione di recupero di gennaio 2020. Quest'ultima specie raggiunge concentrazioni minime nel mese di aprile (12.836 cell/L) e massime nel mese di ottobre (366.399 cell/L).

Stazione M5.42 (corpo idrico: da bacino del Fiora a fiume Mignone)

La stazione ricade nel comune di Tarquinia ed è caratterizzata da fondali prevalentemente sabbiosi.



Ortofoto 4 – Mappa fisica con indicazione della stazione M5.42

Nel grafico che segue si riportano le concentrazioni dei principali raggruppamenti tassonomici per ciascun campione (o bimestre di campionamento).

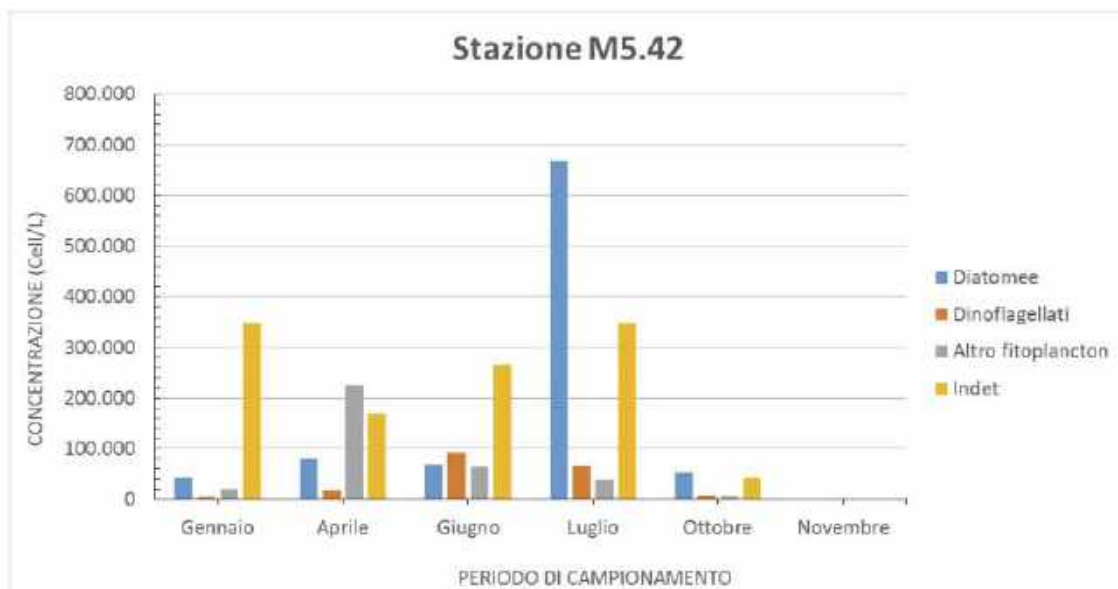


Grafico 7 - Concentrazioni mensile (cell/L) dei principali raggruppamenti tassonomici.

Analisi stagionale della concentrazione dei principali raggruppamenti tassonomici

A luglio si rilevano le abbondanze fitoplanctoniche di gran lunga maggiori rispetto agli altri mesi, con un valore totale pari a 1.123.093 cell/L. Le minime concentrazioni, pari a 980 cell/L, si sono registrate a novembre, mentre da gennaio a giugno le concentrazioni si mantengono intorno alle 400.000-500.000 cell/L. A luglio il contributo maggiore è dato dalla componente diatomica che, con concentrazione pari a 667.705 cell/L, costituisce oltre la metà del fitoplancton totale. Le concentrazioni nei restanti periodi dell'anno oscillano tra un minimo di 42.416 cell/L di gennaio e un massimo di 81.292 di aprile. A novembre si raggiunge il valore minimo di 860 cell/L. I dinoflagellati invece mostrano un andamento crescente a partire dai mesi invernali: i valori di concentrazione sono pari a 5.548 cell/L nel mese di gennaio, aumentano nel mese di aprile fino a un massimo di abbondanza nei mesi estivi. In particolare a giugno e luglio si registrano valori pari a 93.094 cell/L e 67.127 cell/L. Le concentrazioni decrescono nel periodo autunnale con valori a ottobre pari a 7.939 cell/L, fino a raggiungere il minimo pari a 80 cell/L nel campione di gennaio. Per il gruppo "altro fitoplancton" si ha un picco di abbondanza pari a 225.985 cell/L nel campione di aprile. I valori restano superiori alle 39.000 cell/L nei mesi estivi e sono invece molto più bassi in autunno e in inverno con concentrazioni pari a 8.834 cell/L, 40 cell/L e 20.226 cell/L nei campioni di ottobre, novembre e gennaio. La componente "indet" raggiunge concentrazioni massime pari a 347.729 cell/L e 348.507 cell/L rispettivamente nei mesi di gennaio e luglio. Le abbondanze diminuiscono notevolmente nel periodo autunnale: a ottobre la concentrazione è pari a 42.008 cell/L.

Nel grafico 8 si riportano le abbondanze percentuali dei principali raggruppamenti tassonomici suddivise per mese (bimestre di campionamento). Si valuta in questo caso come ciascun raggruppamento tassonomico si ridistribuisce durante l'anno, in termini percentuali rispetto al totale annuale di ciascun gruppo.

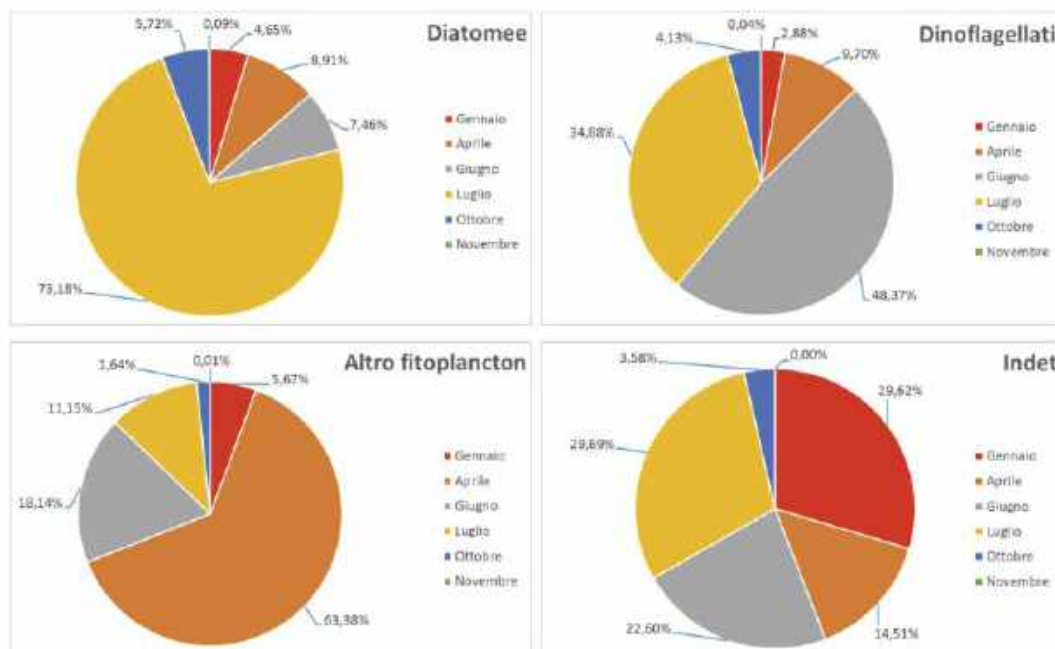


Grafico 8 - Percentuale mensile dei principali raggruppamenti tassonomici.

Tutte le componenti fitoplanctoniche raggiungono le minime percentuali, rispetto al totale annuale, nel mese di novembre. Per quanto riguarda le diatomee, nel campione di luglio si registra la percentuale più alta, pari al 73,18%, rispetto agli altri periodi dell'anno, in cui i valori sono inferiori al 10%. I dinoflagellati sono maggiormente distribuiti soprattutto nei mesi di giugno e di luglio, con valori

percentuali pari al 48,37% e 34,88%. Una percentuale del 9,70% è presente anche nel mese di aprile, mentre in autunno e inverno i valori risultano inferiori. Il campione di aprile mostra per il gruppo "altro fitoplancton" la percentuale più elevata pari al 63,38%; i valori restano superiori al 10% anche nei mesi estivi, più precisamente nei campioni di giugno e luglio, per poi diminuire e raggiungere il valore minimo pari all'1,64% in l'autunno. Per il gruppo "indet" si osservano due percentuali massime, prossime al 30%, nei mesi di gennaio e di luglio e valori superiori al 20% nel campione di giugno; essi sono tuttavia presenti con una percentuale del 14,51% anche in aprile.

Dettaglio specifico sulla concentrazione dei taxa

Dal punto di vista tassonomico nel mese di luglio, tra le diatomee, le specie *Leptocylindrus minimus* (272.271 cell/L), *Pseudo-nitzschia galaxiae* (120.577 cell/L) e *P. delicatissima* (105.019 cell/L) influiscono maggiormente sull'abbondanza della comunità diatomica. A giugno il gruppo delle Gymnodiniaceae raggiunge concentrazioni elevate pari a 66.123 cell/L rappresentando quindi la componente più abbondante. La dominanza di tale gruppo sull'intera comunità è evidente anche nei restanti mesi dell'anno. Nei mesi di aprile e ottobre, per la componente "altro fitoplancton" si osserva una dominanza dei gruppi Cryptophyceae e Chlorophyta sulla restante componente tassonomica: le concentrazioni raggiunte sono rispettivamente pari a 214.705 cell/L e 5.056 cell/L.

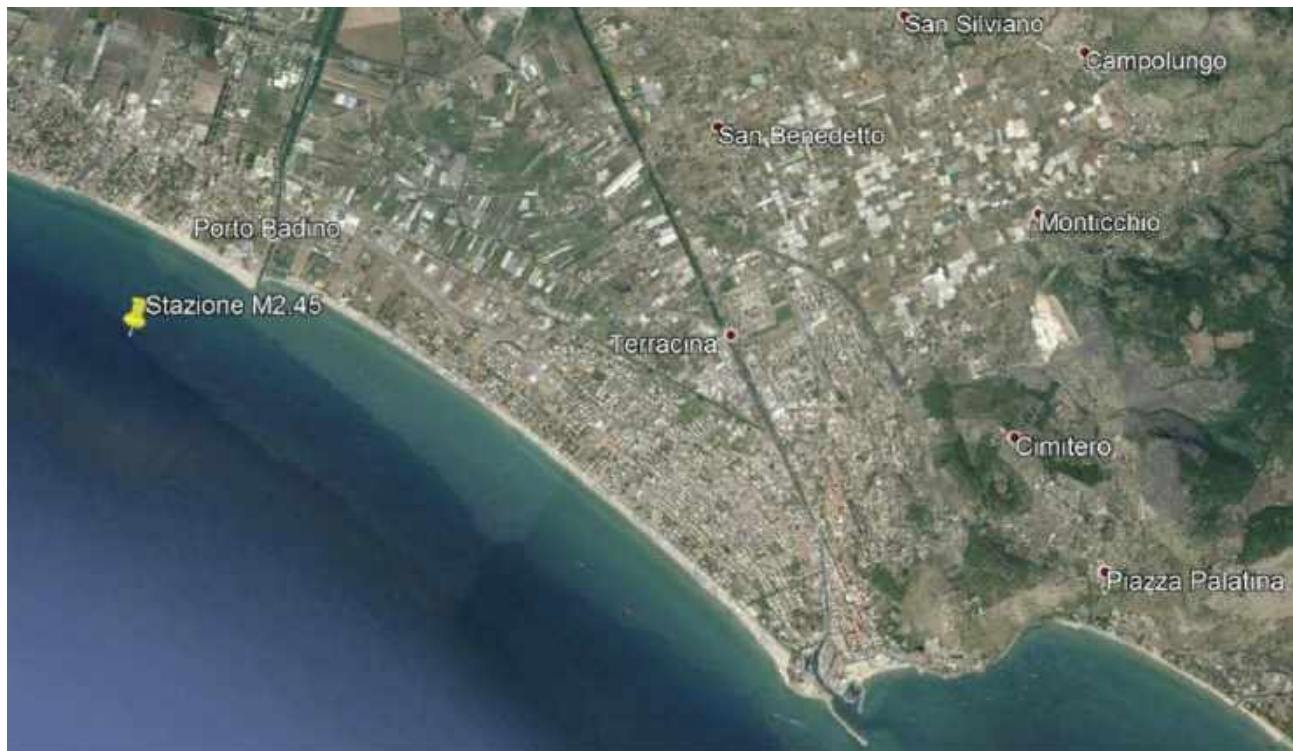
Una valutazione di presenza/assenza su base annuale dei taxa consente di individuare anche alcune unicità nella distribuzione temporale delle specie. Per quanto riguarda le diatomee nel mese di luglio si registra la più elevata variabilità tassonomica con 28 taxa identificati. I taxa *Lioloma pacificum*, *Gyrosigma* sp.p., *Rhizosolenia imbricata*, *Cyclotella* sp.p., *Surirella* sp.p. e *Thalassiosira rotula* sono presenti solo a febbraio. Unicamente ad aprile sono stati rinvenuti i taxa *Licmophora* sp.p., *Pseudo-nitzschia* sp.p. e *Nitzschia* sp.p. Le specie *Chaetoceros anastomosans* e *Bacteriastrium furcatum* sono state rinvenute solo nel campione di giugno.

Solo a luglio sono presenti i taxa *Chaetoceros tortissimus*, *C. affinis*, *C. compressus*, *C. peruvianus*, *Cerataulina pelagica*, *Bacteriastrium parallelum*, *Dactyliosolen blavyanus*, *Asteromphalus flabellatus*, *Bacteriastrium* sp.p. e *Hemiaulus hauckii*. I taxa *Chaetoceros decipiens*, *Cocconeis scutellum* e *Dactyliosolen phuketensis* sono presenti solo a ottobre mentre solo a novembre si identifica la specie *Chaetoceros socialis*. Per i dinoflagellati la maggior diversificazione tassonomica si è avuta nel mese di giugno, con 22 taxa rinvenuti. La specie *Heterocapsa niei* è presente solo ad aprile. Solo a giugno sono state identificati i taxa *Lingulodinium polyedrum*, *Gonyaulax polygramma*, *Dinophysis rotundata*, *Pronoctiluca* sp.p., *Protoperidinium diabolum*, *P. oceanicum* e *Heterocapsa* sp.p. *Torodinium robustum* e *Karenia* sp. sono presenti solo a luglio mentre *Oxytoxum* sp.p. e *Dinophysis sacculus* solo a ottobre. Per la componente "altro fitoplancton" la maggiore variabilità si registra ad aprile con 6 diversi taxa; la specie *Rhabdosphaera clavigera* è presente solo a gennaio mentre le specie *Syracosphaera pulchra* e *S. histrica* sono state identificate solo a aprile. Solo a ottobre è presente la specie *Anoplosolenia brasiliensis*.

In alcuni campioni è stata individuata la presenza di specie potenzialmente tossiche in quanto produttrici di tossine come, ad esempio, acido domoico, acido ocadaico, palitossine ed epatotossine (Masò et al., 2006; Avancini et al., 2006). Tra queste si riporta la presenza dei dinoflagellati *Dinophysis sacculus* e *D. rotundata* a ottobre e giugno con concentrazione rispettivamente pari a 40 cell/L e 80 cell/L. Tra le diatomee si riporta la presenza delle specie *Pseudo-nitzschia delicatissima*, presente da gennaio a luglio con concentrazioni minime e massime pari a 320 cell/L e 105.019 cell/L.

Stazione M2.45 (corpo idrico: da Porto S.F. Circeo a P. Stendardo)

La stazione ricade nel comune di Terracina ed è caratterizzata da fondali prevalentemente sabbiosi.



Ortofoto 5 - Mappa fisica con indicazione della stazione M2.45

Nel grafico seguente si riportano le concentrazioni dei principali raggruppamenti tassonomici per ciascun campione (o bimestre di campionamento).

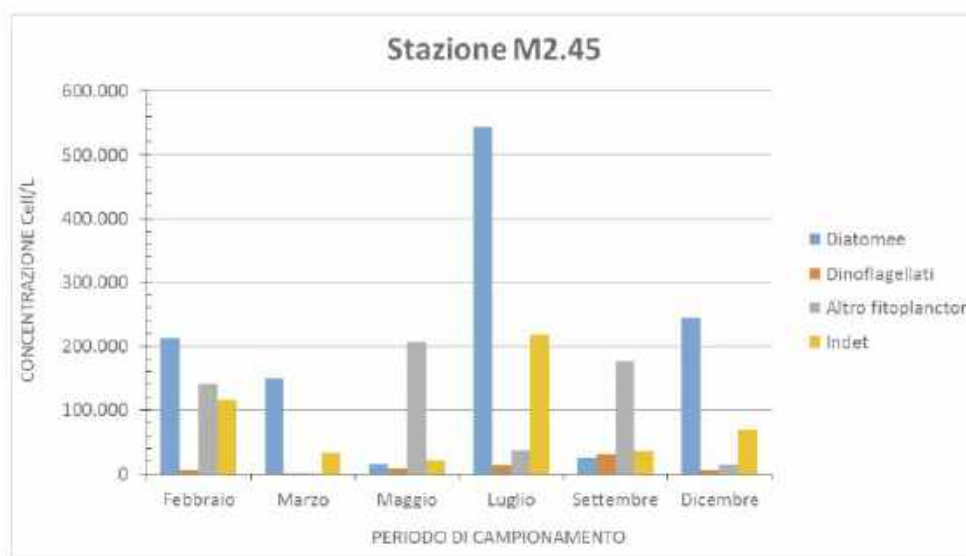


Grafico 9 - Concentrazioni (in cell/L) mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Analisi stagionale della concentrazione dei principali raggruppamenti tassonomici

Considerando gli andamenti stagionali, si può notare che nel periodo di luglio il fitoplancton totale è pari a 811.468 cell/L; le diatomee raggiungono una concentrazione pari a 543.525 cell/L e, a seguire, la componente "indet" ha una concentrazione di 218.326 cell/L. Le diatomee mantengono comunque valori abbastanza elevati anche nei campionamenti di febbraio, marzo e dicembre. La concentrazione dei dinoflagellati varia tra un massimo di 32.061 cell/L (campionamento di settembre) e un minimo di 382 cell/L (campionamento di marzo). Il gruppo "indet" rappresenta invece una categoria abbondante in tutto il periodo dell'anno che va da luglio a marzo. Rilevante la concentrazione (206.492 cell/L) della componente "altro fitoplancton" nel mese di maggio, costituito prevalentemente da Raphidophyceae.

Nel grafico 10 si riportano le abbondanze percentuali dei principali raggruppamenti tassonomici suddivise per mese (bimestre di campionamento). Si valuta in questo caso come ciascun raggruppamento tassonomico si ridistribuisce durante l'anno, in termini percentuali rispetto al totale annuale di ciascun gruppo.

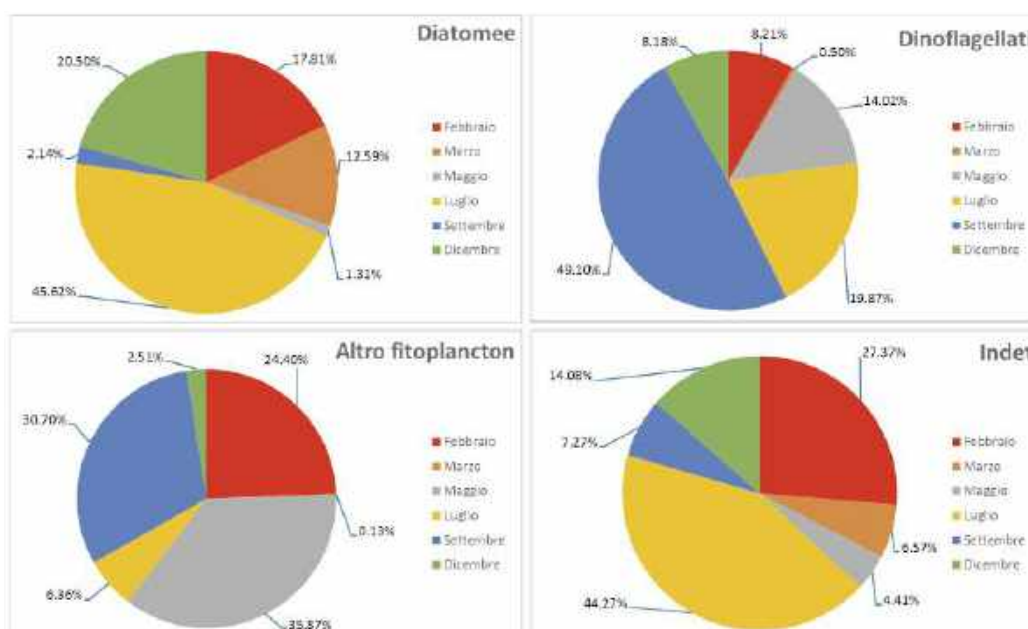


Grafico 10 - Percentuale mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Durante l'anno le diatomee raggiungono percentuali maggiori nel mese di luglio (45,62%) e restano numerose nei mesi di febbraio e dicembre. I dinoflagellati nel mese di settembre raggiungono la percentuale maggiore (49,10%), restando numerosi a luglio (19,87%) per poi abbassarsi a marzo (0,5%). La componente "altro fitoplancton" costituito prevalentemente da Raphidophyceae raggiunge la concentrazione del 35,87% nel mese di maggio e risulta abbondante anche nel mese di settembre (30,70%). Gli organismi appartenenti al gruppo "indet" presentano anch'essi una percentuale massima nel campione di luglio (44,27%), ma rimangono a concentrazione elevata anche nei mesi di febbraio e dicembre, con concentrazione di 23,37% e 14,08%.

Dettaglio specifico sulla concentrazione dei taxa

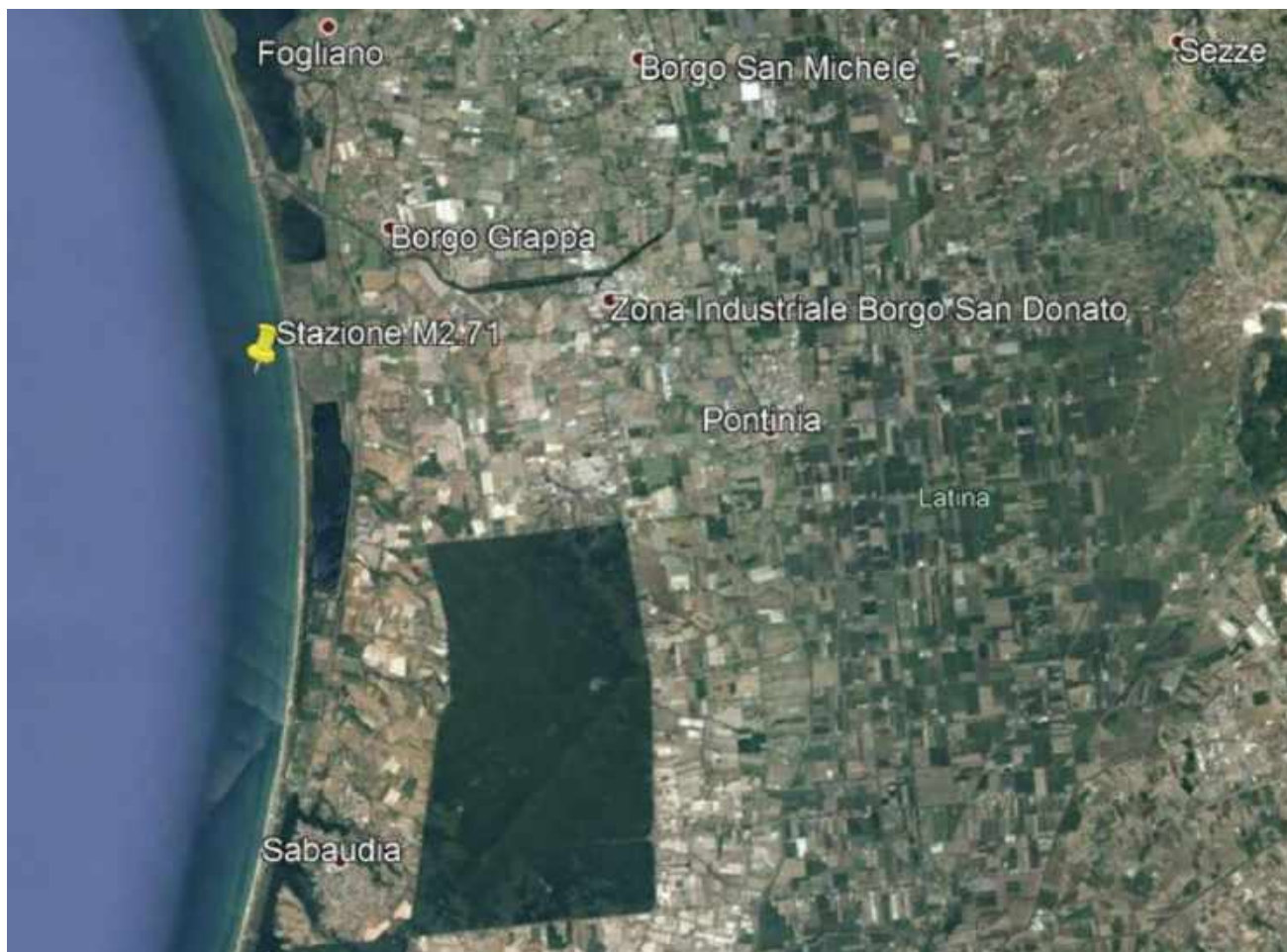
Una valutazione di presenza/assenza su base annuale dei taxa consente di individuare anche alcune unicità nella distribuzione temporale delle specie. Per quanto riguarda le diatomee nel mese di dicembre si assiste a una maggiore diversificazione tassonomica con 22 taxa rilevati. I taxa *Rhizosolenia imbricata*, *Pleurosigma sp.p.*, *Amphora sp.p.*, *Chaetoceros didymus* e *Hemiaulus sinensis* sono presenti

solo a marzo. Unicamente a maggio compare la specie *Dactyliosolen blavyanus*. Nel mese di settembre troviamo i taxa *Pseudosolenia calcar avis* e *Licmophora* sp.p.; mentre a dicembre *Chaetoceros pseudocurvisetus*, *Eucampia cornuta*, *Guinardia flaccida*, *Lauderia anulata* ed *Entomoines* sp.p. Per i dinoflagellati la comunità è costituita da un numero di taxa piuttosto basso durante tutto l'anno. Solo nel mese di febbraio è presente il genere *Katodinium* sp.p. mentre solo a maggio si ritrova la specie *Prorocentrum triestinum*. A luglio si assiste a una maggior diversità tassonomica all'interno del gruppo "altro fitoplancton" con diversi taxa identificati: tra questi *Syracosphaera pulchra* è presente anche a marzo e *Scenedesmus* sp.p.

In contrapposizione a queste vi sono le specie che non hanno stagionalità e sono quindi presenti tutto l'anno. È questo il caso della specie *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, presente sempre in abbondanza.

Stazione M2.71 (corpo idrico: da Torre Astura a Torre Paola)

La stazione ricade nel comune di Sabaudia ed è caratterizzata da fondali prevalentemente sabbiosi.



Ortofoto 6 - Mappa fisica con indicazione della stazione M2.71

Nel grafico seguente si riportano le concentrazioni dei principali raggruppamenti tassonomici per ciascun campione (o bimestre di campionamento).

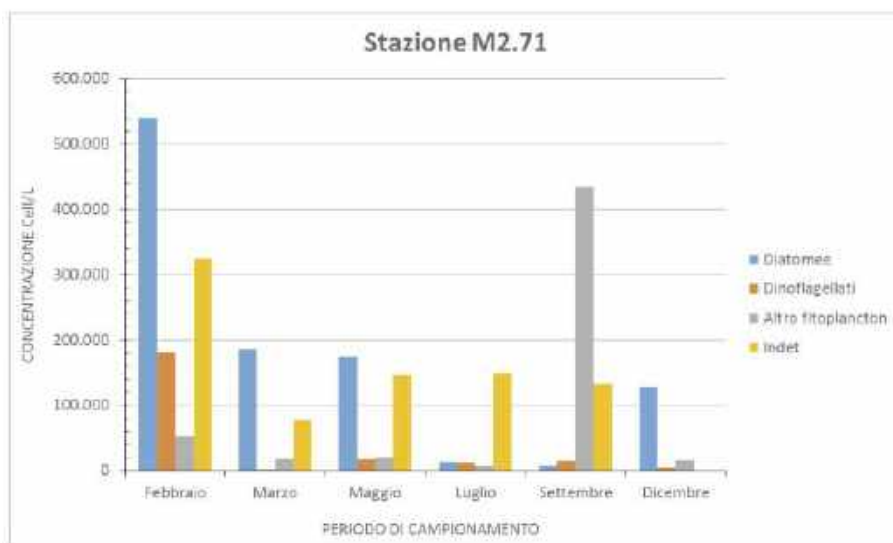


Grafico 11 - Concentrazioni (in cell/L) mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Analisi stagionale della concentrazione dei principali raggruppamenti tassonomici

Considerando gli andamenti stagionali, si può notare che nel periodo di febbraio il fitoplancton totale è pari a 1.099.264 cell/L; le diatomee raggiungono una concentrazione pari a 539.705 cell/L e a seguire, come abbondanza, c'è la componente "indet" con concentrazione di 325.199 cell/L. Le diatomee mantengono comunque valori abbastanza elevati anche nei campionamenti di marzo, maggio e dicembre, con concentrazioni che variano tra 186.264 cell/L e 127.866 cell/L. La concentrazione dei dinoflagellati varia tra un massimo di 180.921 cell/L (campionamento di febbraio) e un minimo di 1.527 cell/L (campionamento di marzo). Il gruppo "indet" rappresenta una categoria abbondante nei mesi di febbraio, maggio, luglio e settembre, con concentrazioni che variano tra 325.199 cell/L e 133.591 cell/L. Rilevante la concentrazione della componente "altro fitoplancton" nel mese di settembre, pari a 434.361 cell/L: il gruppo è costituito prevalentemente da Raphidophyceae. Nel grafico 12 si riportano le abbondanze percentuali dei principali raggruppamenti tassonomici suddivise per mese (bimestre di campionamento). Si valuta in questo caso come ciascun raggruppamento tassonomico si ridistribuisce durante l'anno, in termini percentuali rispetto al totale annuale di ciascun gruppo.

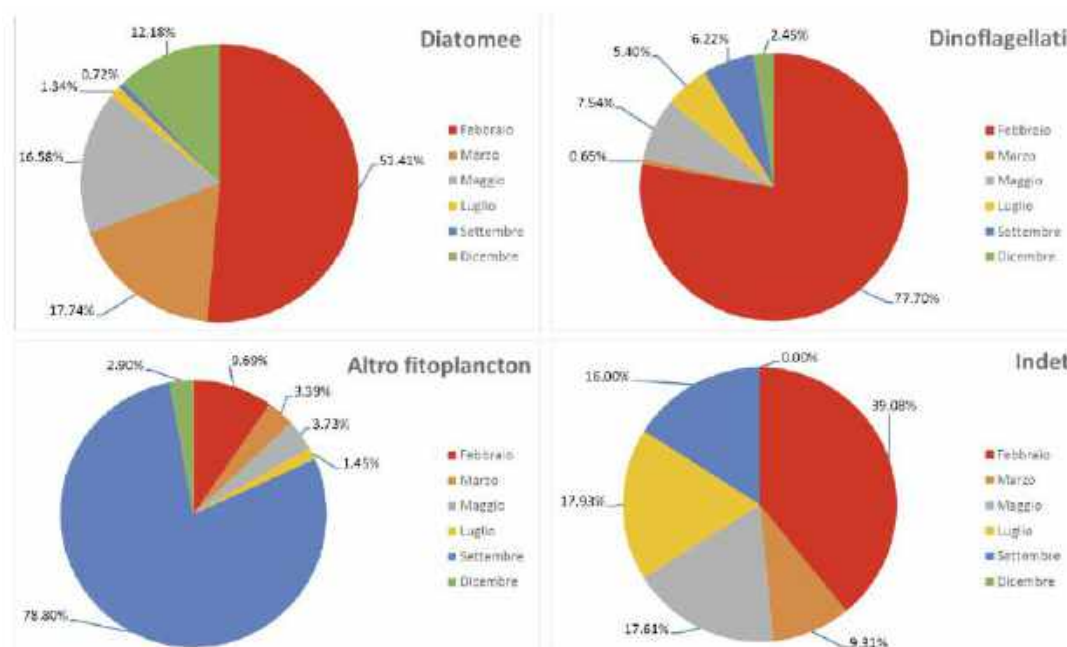


Grafico 12 - Percentuale mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Durante l'anno le diatomee raggiungono percentuali maggiori nel mese di febbraio (51,41%) e restano numerose nei mesi di marzo e dicembre. I dinoflagellati nel mese di febbraio raggiungono la concentrazione maggiore (77,70%) per poi diminuire attestandosi nei successivi mesi dell'anno su concentrazioni comprese tra lo 0,5% e lo 7,64%. Il gruppo "altro fitoplancton", costituito prevalentemente da Raphidophyceae, raggiunge la percentuale del 78,80% nel mese di settembre. Gli organismi appartenenti al gruppo "indet" presentano anch'essi una percentuale massima nel campione di febbraio (39,08%), rimanendo stazionarie nei successivi mesi dell'anno.

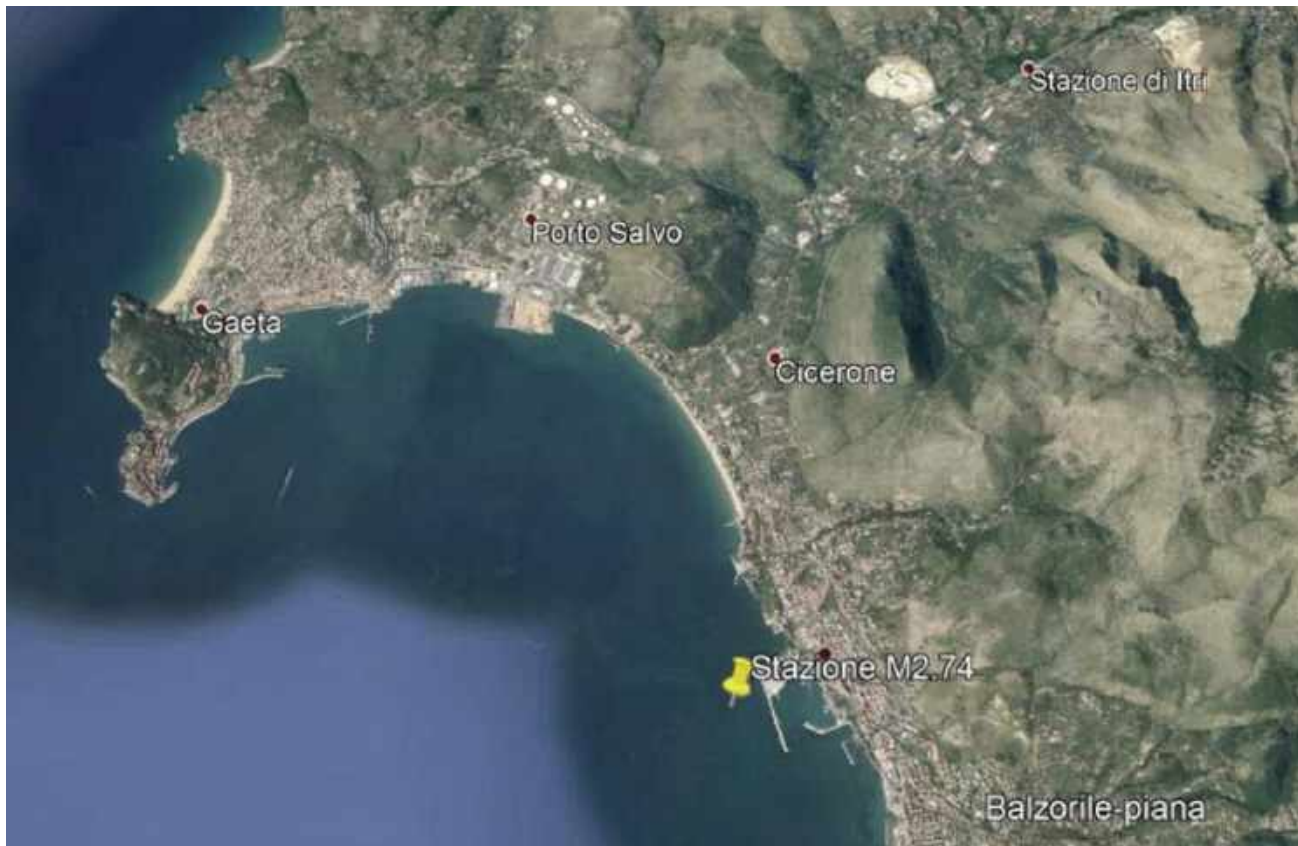
Dal punto di vista tassonomico nei mesi di febbraio e marzo la specie che maggiormente incide sull'abbondanza della componente diatomica è *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* con concentrazioni pari a 365.658 cell/L e 161.073 cell/L; per la componente dei dinoflagellati è presente nel mese di febbraio *Prorocentrum micans* con 154.966 cell/L. La componente "altro fitoplancton" presenta un picco di concentrazione nel mese di settembre (434.361 cell/L): il gruppo delle Raphidophyceae determina tale dominanza, con concentrazione pari a 433.599 cell/L.

Dettaglio specifico sulla concentrazione dei taxa

Una valutazione di presenza/assenza su base annuale dei taxa consente di individuare anche alcune unicità nella distribuzione temporale delle specie. Per quanto riguarda le diatomee, nel mese di maggio si assiste a una maggiore diversificazione tassonomica con 22 taxa rilevati. I taxa *Dactyliosolen blavyanus*, *Chaetoceros tenuissimus*, *C. thronsenii*, *C. curvisetus* sono presenti solo a febbraio. Unicamente a marzo sono stati rinvenuti i taxa *Navicula* sp.p. e *Hemiaulus hauckii*. La specie *Leptocylindrus mediterraneus*, *Amphora* sp.p. ed *Eucampia cornuta* si ritrovano solo a maggio. La specie *Guinardia flaccida* è presente solo nel campione di luglio. Nel campione di dicembre troviamo *Lauderia annulata*, *Rhizosolenia setigera*, *Lioloma pacificum* ed *Hemiaulus sinensis*. Per i dinoflagellati la comunità è costituita da un numero di taxa piuttosto basso, intorno a 6, e tra le specie troviamo *Ceratium furca* nei mesi di maggio, luglio e settembre, solo a maggio *Protoperidinium steineii* e solo a luglio *P. diabolium*. Soltanto nel campione di dicembre, oltre a *Prorocentrum minimum* e *P. micans*, si ritrova *Gyrodinium fusiforme*. A febbraio e settembre si assiste a una maggior diversità tassonomica all'interno del gruppo "altro fitoplancton" con diversi taxa identificati, tra i quali la *Dictyocha fibula* e le Coccolitophyceae presenti a febbraio, le Raphidophyceae che si ritrovano a settembre, mentre nel mese di dicembre si ritrovano le Euglenoficee. In contrapposizione a queste vi sono le specie che non hanno stagionalità e sono quindi presenti tutto l'anno. È questo il caso di *Cylindrotheca* sp.p. e *Leptocylindrus danicus*.

Stazione M2.74 (corpo idrico: da Vindicio a Bacino Garigliano)

La stazione ricade nel comune di Formia ed è caratterizzata da fondali prevalentemente sabbiosi.



Ortofoto 7 - Mappa fisica con indicazione della stazione M2.74

Nel grafico 13 si riportano le concentrazioni dei principali raggruppamenti tassonomici per ciascun campione (o bimestre di campionamento).

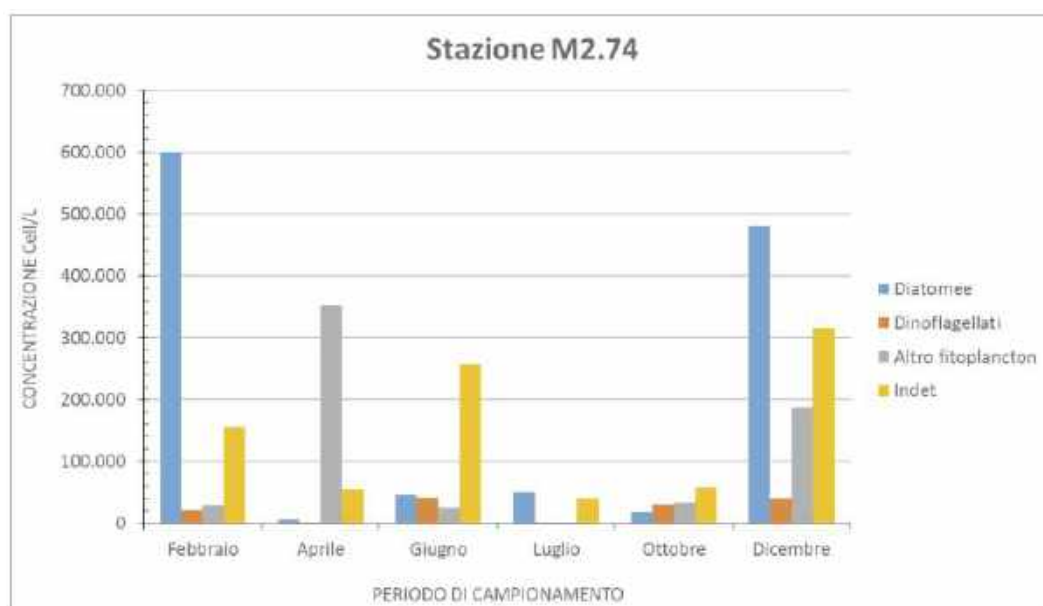


Grafico 13: Concentrazioni (in cell/L) mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Analisi stagionale della concentrazione dei principali raggruppamenti tassonomici

Considerando gli andamenti stagionali, si può notare che nel periodo di dicembre il fitoplancton totale è pari a 1.022.296 cell/L; le diatomee raggiungono una concentrazione pari a 480.298 cell/L e a seguire come abbondanza c'è la componente "indet" con concentrazione di 314.893 cell/L. Le diatomee mantengono un valore elevato anche nel campionamento di febbraio (600.778 cell/L), per poi scendere in concentrazione nei restanti mesi dell'anno. La concentrazione dei dinoflagellati varia tra un massimo di 41.986 cell/L (campionamento di giugno) e un minimo di 763 cell/L (campionamento di aprile). Rilevante la concentrazione della componente "altro fitoplancton" nel mese di aprile (351.917 cell/L) e dicembre (187.028 cell/L). Il gruppo "indet" rappresenta una categoria abbondante nel mese di febbraio, giugno e dicembre, con concentrazioni che variano tra 255.732 cell/L e 57.635 cell/L.

Nel grafico 14 si riportano le abbondanze percentuali dei principali raggruppamenti tassonomici suddivise per mese (bimestre di campionamento). Si valuta in questo caso come ciascun raggruppamento tassonomico si ridistribuisce durante l'anno, in termini percentuali rispetto al totale annuale di ciascun gruppo.

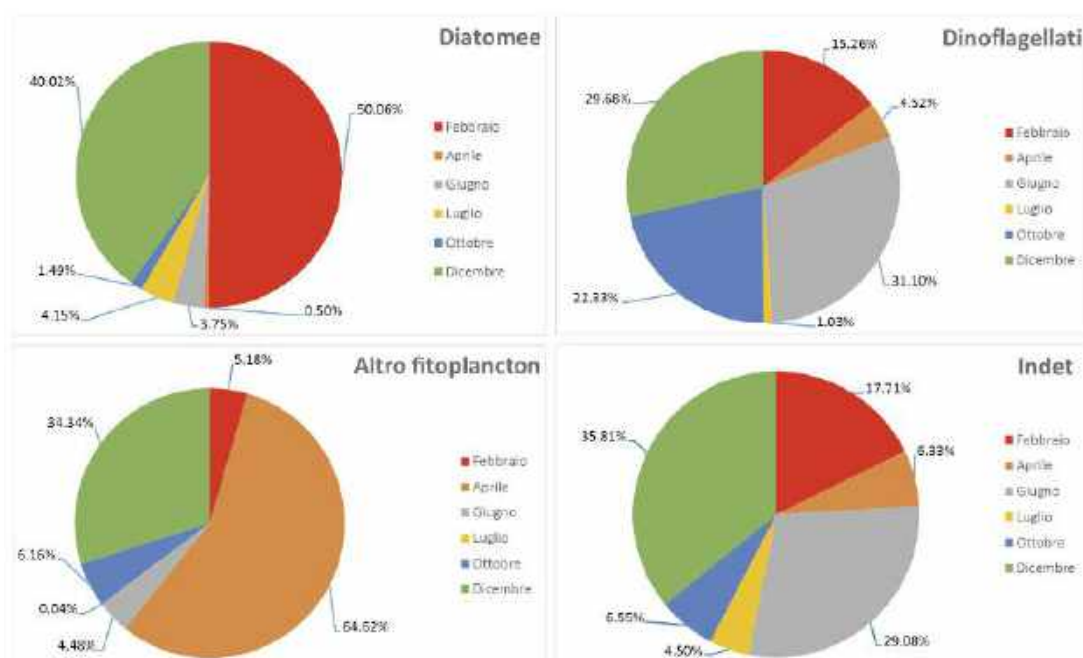


Grafico 14 : Percentuale mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Durante l'anno le diatomee raggiungono percentuali maggiori nel mese di febbraio (50,06%) e dicembre (40,02%). I dinoflagellati nel mese di giugno raggiungono la percentuale maggiore (31,10%), restando numerose in ottobre (22,33%) e dicembre (29,68%). La componente "altro fitoplancton" costituito prevalentemente da Raphidophyceae raggiunge la percentuale del 64,62% nel mese di aprile, risulta abbondante con una concentrazione di 34,34% a dicembre, per poi diminuire nei restanti mesi. Gli organismi appartenenti al gruppo "indet" presentano anch'essi una percentuale massima nel campione di dicembre (35,81%) e di giugno (29,08%), rimanendo stazionarie nei successivi mesi dell'anno con concentrazioni comprese tra il 17,71% e il 4,50%.

Dettaglio specifico sulla concentrazione dei taxa

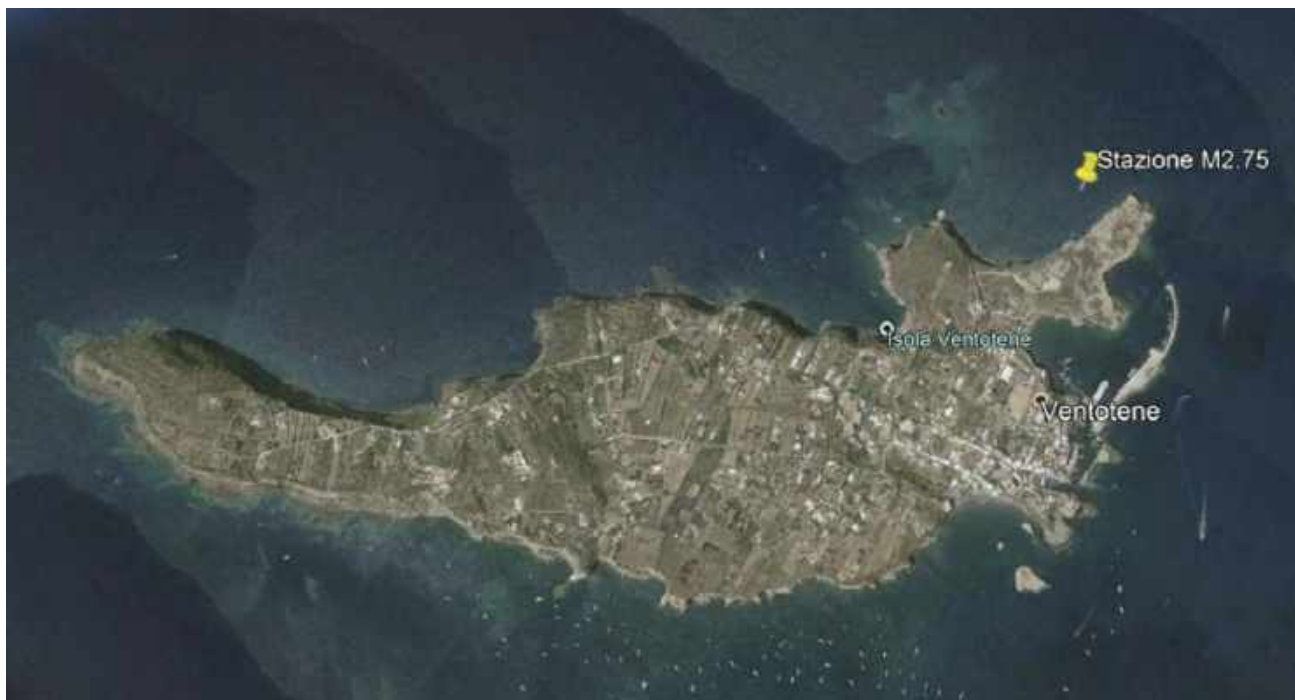
Una valutazione di presenza/assenza su base annuale dei taxa consente di individuare anche alcune unicità nella distribuzione temporale delle specie. Per quanto riguarda le diatomee nel mese di febbraio si assiste a una maggiore diversificazione tassonomica con 19 taxa rilevati. I taxa *Skeletonema*

sp.p., *Plagiotropis* sp.p., *Rhizosolenia setigera*, *Navicula* sp.p., *Chaetoceros constrictus* e *C. decipiens* sono presenti solo a febbraio. Unicamente a luglio sono state rinvenute le specie *Leptocylindrus mediterraneus*, *Proboscia alata* e *Chaetoceros peruvianus*. Nel mese di ottobre troviamo *Chaetoceros diversus* e *C. tortissimus*. A dicembre *Chaetoceros costatus*, *C. compressus* e *C. anastomosans*. Per i dinoflagellati la comunità è costituita da un numero di taxa piuttosto basso (11) e tra le specie troviamo *Ceratium furca* nel mese di luglio; *Prorocentrum triestinum*, *Proto-peridinium bipes* e *Gyrodinium fusiforme* nel mese di giugno e solo nel mese di ottobre *Prorocentrum micans*. A febbraio si assiste a una maggior diversità tassonomica all'interno del gruppo "altro fitoplancton" con diversi taxa identificati tra i quali *Dictyocha fibula*, Euglenophyceae, *Tetraselmis* sp.p., *Ollicola vangorii* e le Cryptophyceae. Unicamente a dicembre troviamo *Calciopappus caudatus* e ad aprile le Raphidophyceae. In contrapposizione a queste, vi sono le specie che non hanno stagionalità e sono quindi presenti tutto l'anno. È questo il caso del genere *Cylindrotheca* sp.p.

In alcuni campioni è stata individuata la presenza di specie potenzialmente tossiche in quanto produttrici di tossine come, ad esempio, acido domoico, acido ocadaico, palitossine ed epatotossine (Masò et al., 2006; Avancini et al., 2006). Tra queste nel mese di aprile e giugno si annovera la presenza di *Ostreopsis cf. ovata* con concentrazioni rispettivamente pari a 763 cell/L e 1.526 cell/L.

Stazione M2.75 (corpo idrico Isola di Ventotene)

La stazione ricade nel comune di Ventotene ed è caratterizzata da fondali prevalentemente sabbiosi.



Ortofoto 8- Mappa fisica con indicazione della stazione M2.75

Nel grafico che segue si riportano le concentrazioni dei principali raggruppamenti tassonomici per ciascun campione (o bimestre di campionamento).

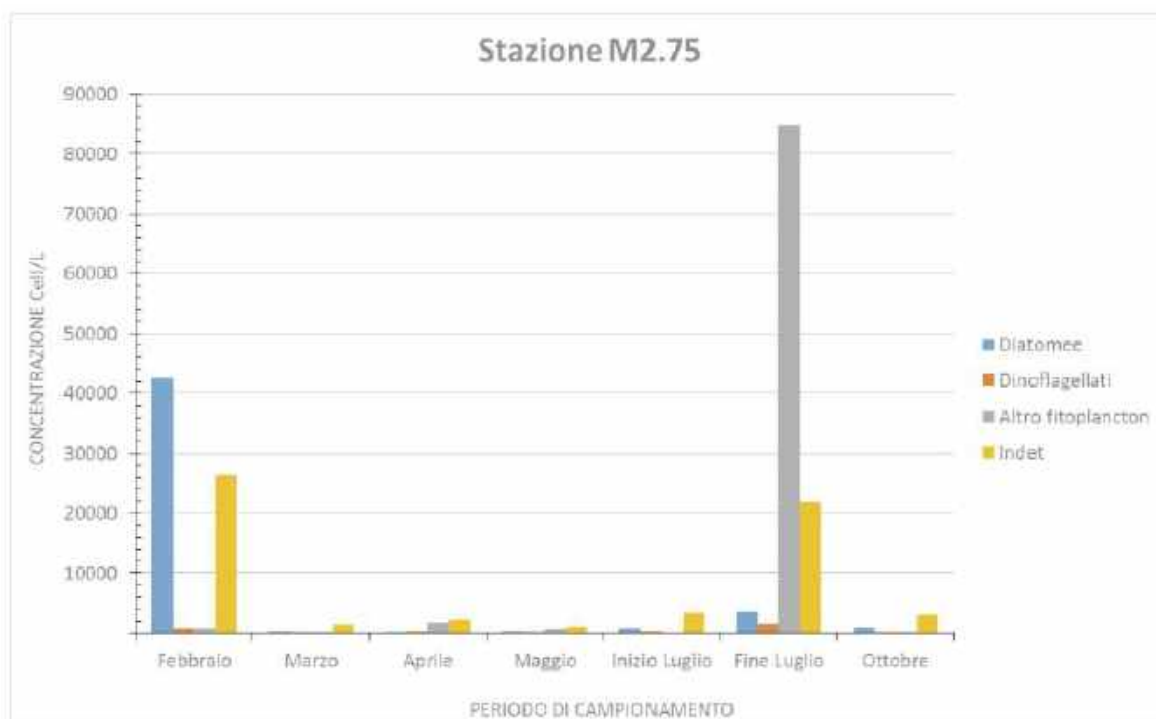


Grafico 15- Concentrazioni (in cell/L) mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Analisi stagionale della concentrazione dei principali raggruppamenti tassonomici

Considerando gli andamenti stagionali, si può notare che nel periodo di fine luglio il fitoplancton totale è pari a 111.835 cell/L; in cui la componente maggiore (84.735 cell/L) è rappresentata dal gruppo "altro fitoplancton", costituito prevalentemente da Raphidophyceae. Le diatomee mantengono un valore elevato nel campionamento di febbraio (42558 cell/L), per poi scendere in concentrazione di molto fino a 100 cell/L nei restanti mesi dell'anno. La concentrazione dei dinoflagellati si attesta su valori molto bassi per tutto l'anno, raggiungendo il massimo con 1.527 cell/L nel mese di fine luglio. Rilevante la concentrazione (84.735 cell/L) della componente "altro fitoplancton" nel campione di fine luglio. Il gruppo "indet" rappresenta una categoria abbondante nel mese di febbraio e fine luglio, con concentrazioni di 26.337 cell/L e 21.947 cell/L.

Nel grafico 16 si riportano le abbondanze percentuali dei principali raggruppamenti tassonomici suddivise per mese (bimestre di campionamento). Si valuta in questo caso come ciascun raggruppamento tassonomico si ridistribuisce durante l'anno, in termini percentuali rispetto al totale annuale di ciascun gruppo.

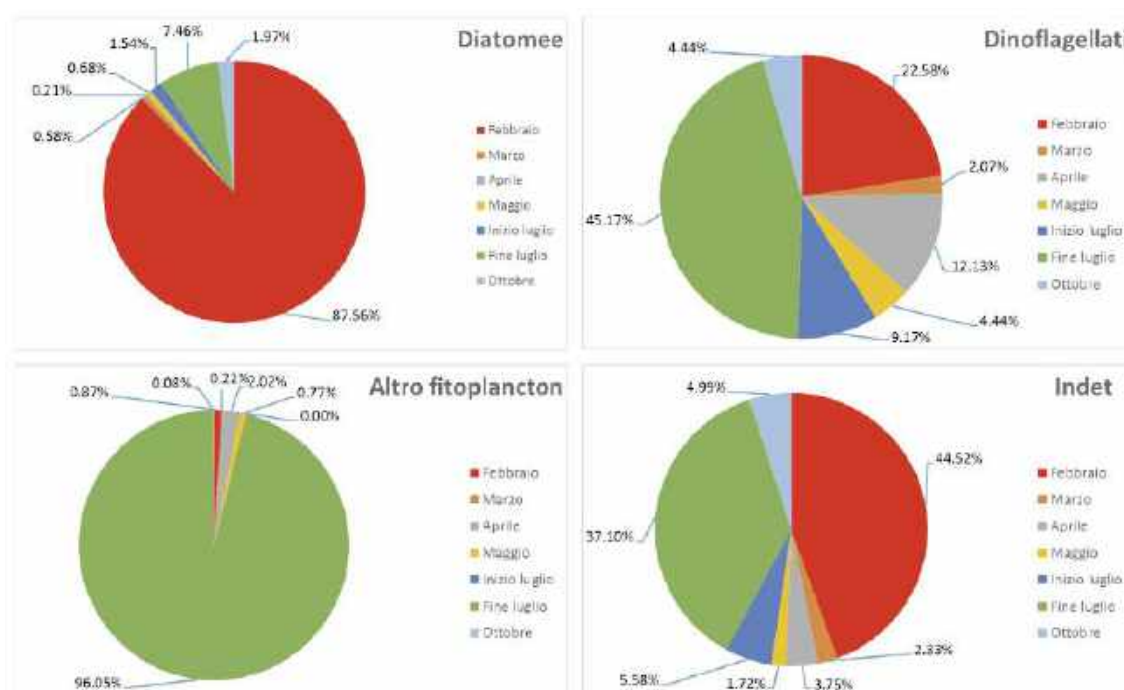


Grafico 16- Percentuale mensile dei principali raggruppamenti tassonomici

Durante l'anno le diatomee raggiungono percentuali maggiori nel mese di febbraio (87,56%) e nel campione di fine luglio (7,46%). Per la restante parte dell'anno le concentrazioni variano tra l'1,97% di ottobre e lo 0,21% di aprile. I dinoflagellati nel mese di fine luglio raggiungono la concentrazione maggiore (45,17%), restando numerose a febbraio (22,58%). Per quanto riguarda la componente "altro fitoplancton" risulta costituito prevalentemente da Cryptophyceae e Raphidophyceae e raggiunge la percentuale massima del 96,05% nel periodo di fine luglio, per poi permanere su valori molto bassi compresi tra il 2,02% e lo 0,00% a inizio luglio. Gli organismi appartenenti al gruppo "indet" presentano una percentuale massima nel campione di febbraio (44,52%) e di fine luglio (37,10%), rimanendo stazionarie nei successivi mesi dell'anno con percentuali comprese tra il 5,58% e l'1,72%.

Dettaglio specifico sulla concentrazione dei taxa

Una valutazione di presenza/assenza su base annuale dei taxa consente di individuare anche alcune unicità nella distribuzione temporale delle specie. Per quanto riguarda le diatomee nel mese di febbraio si assiste a una maggiore diversificazione tassonomica con 21 taxa rilevati. I taxa *Chaetoceros peruvianus*, *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros brevis*, *Pseudosolenia calcar avis* e *Pseudo-nitzschia multistriata* sono presenti solo a febbraio. Nel campione di ottobre troviamo *Eucampia sp.p.* e il *Chaetoceros minimus*. Per i dinoflagellati la comunità è costituita da un numero di taxa piuttosto basso, intorno a 5 e tra le specie troviamo *Ceratium declinatum* nel mese di aprile, *Oxitoxum vaariabile*, *O. viride* e *O. caudatum* nel primo campione di luglio. Solo nel campione di fine luglio ritroviamo *Ceratium furca* e in quello di ottobre *C. tripos*. Inoltre sono presenti solo a febbraio *Prorocentrum micans*, e solo nel campionamento di marzo *P. lima* e *P. gracile*. Nel mese di marzo si assiste a una maggior diversità tassonomica all'interno del gruppo "altro fitoplancton" con diversi taxa identificati, tra i quali *Dictyocha fibula*, *Ollicola vangorii* e *Syracosphaera hystrica* presenti solo in questo mese. Solo alla fine del mese di luglio si trovano abbondantemente le Raphidophyceae. In contrapposizione a queste vi sono le specie che non hanno stagionalità e sono quindi presenti tutto l'anno. È questo il caso della *Cyclotella sp.p.* In alcuni campioni è stata individuata la presenza di specie potenzialmente tossiche in quanto produttrici di tossine come, ad esempio, acido domoico, acido ocadaico, palitossine ed epatotossine (Masò et al., 2006; Avancini et al., 2006). Tra queste si riporta la presenza della specie *Pseudo-nitzschia multistriata*, presente a febbraio con concentrazione pari a 763 cell/L.

TAXA IDENTIFICATI NEL CORSO DEL MONITORAGGIO 2019

Nella tabella che segue sono elencati i *taxa* individuati su base microscopica in tutti campioni analizzati nell'anno 2019 con la relativa distribuzione spaziale. In appendice, tavole 1, 2 e 3, si riportano, infine, alcune fotografie scattate al microscopio ottico invertito di specie rappresentative rinvenute nei campioni.

TAXON Diatomee	STAZIONE							
	M4.32	M4.50	M4.53	M5.42	M2.45	M2.71	M2.74	M2.75
<i>Amphora sp.p.</i>	X				X	X		X
<i>Asterionella sp.p.</i>					X			
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Asteromphalus flabellatus</i>				X				
<i>Bacillariophyceae indet</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bacteriastrium furcatum</i>	X	X	X	X			X	
<i>Bacteriastrium parallelum</i>				X				
<i>Bacteriastrium sp.p.</i>	X	X	X	X				
<i>Cerataulina pelagica</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cerataulina sp.p.</i>						X	X	
<i>Chaetoceros affinis</i>	X		X	X	X	X		X
<i>Chaetoceros anastomosans</i>				X			X	
<i>Chaetoceros brevis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros cf. gracilis</i>					X	X	X	
<i>Chaetoceros compressus</i>	X		X	X			X	
<i>Chaetoceros constrictus</i>							X	
<i>Chaetoceros costatus</i>	X		X				X	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	X	X	X	X		X		
<i>Chaetoceros dadayi</i>						X		
<i>Chaetoceros danicus</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Chaetoceros decipiens</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Chaetoceros didymus</i>	X		X		X			
<i>Chaetoceros diversus</i>	X	X	X	X		X	X	
<i>Chaetoceros lauderi</i>	X	X	X					
<i>Chaetoceros minimus</i>								X
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>					X	X		
<i>Chaetoceros simplex</i>	X	X	X		X			
<i>Chaetoceros socialis</i>	X		X	X		X	X	
<i>Chaetoceros sp.p.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros tenuissimus</i>	X	X	X			X	X	
<i>Chaetoceros thronsenii</i>		X	X		X	X	X	
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	X		X	X		X	X	

TAXON Diatomee	STAZIONE							
	M4.32	M4.50	M4.53	M5.42	M2.45	M2.71	M2.74	M2.75
<i>Cocconeis scutellum</i>	X			X				
<i>Cocconeis</i> sp.p.					X		X	X
<i>Coscinodiscophyceae</i> indet	X	X		X				
<i>Coscinodiscus</i> sp.p.	X		X	X				X
<i>Cyclotella</i> sp.p.		X	X	X	X	X	X	X
<i>Cylindrotheca closterium</i>	X	X	X	X				
<i>Cylindrotheca</i> sp.p.					X	X	X	X
<i>Dactyliosolen blavyanus</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Dactyliosolen phuketensis</i>	X	X	X	X				
<i>Dactyliosolen</i> sp.p.						X		
Diatomee indet	X	X	X	X				X
<i>Diploneis</i> sp.p.		X						
<i>Ditylum brightwelli</i>		X						
<i>Entomoneis</i> sp.p.	X	X	X	X	X			
<i>Eucampia cornuta</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Eucampia</i> sp.p.								X
<i>Fragilaria</i> sp.p.	X			X				
<i>Guinardia flaccida</i>					X	X	X	X
<i>Guinardia striata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gyrosigma</i> sp.p.	X			X	X			
<i>Haslea wawriake</i>	X	X	X	X				
<i>Helicotheca tamesis</i>	X							
<i>Hemiaulus hauckii</i>	X	X	X	X		X		X
<i>Hemiaulus sinensis</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Hemiaulus</i> sp.p.					X			
<i>Lauderia annulata</i>					X	X		
<i>Leptocylindrus convexus</i>	X	X	X					
<i>Leptocylindrus danicus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	X					X	X	
<i>Leptocylindrus minimus</i>	X		X	X	X	X	X	X
<i>Licmophora</i> sp.p.	X			X	X			X
<i>Lioloma pacificum</i>	X	X	X	X		X		X
<i>Lioloma</i> sp.p.						X	X	X
<i>Lithodesmium</i> sp.p.		X						
<i>Navicula</i> sp.p.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia</i> sp.p.		X	X	X				X
<i>Odontella mobiliensis</i>	X		X					
<i>Plagiotropis</i> sp.p.							X	
<i>Pleurosigma</i> sp.p.		X	X		X			X
<i>Proboscia alata</i>	X	X	X	X			X	
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	X	X	X	X				
<i>Pseudo-nitzschia galaxiae</i>	X	X	X	X	X			
<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	X		X					X
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>	X	X	X	X	X	X	X	X

TAXON Diatomee	STAZIONE							
	M4.32	M4.50	M4.53	M5.42	M2.45	M2.71	M2.74	M2.75
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.p.				X				
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.p. <i>del Nitzschia seriata complex</i>	X							
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	X		X		X			X
<i>Rhizosolenia clevei</i>					X	X		X
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	X	X	X	X	X			
<i>Rhizosolenia setigera</i>						X	X	
<i>Rhizosolenia</i> sp.p.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Skeletonema pseudocostatum</i>	X	X	X	X		X		
<i>Skeletonema</i> sp.p.			X				X	
<i>Surirella</i> sp.p.				X				
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	X	X	X	X		X		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	X	X	X		X		X	X
<i>Thalassionema</i> sp.p.					X		X	
<i>Thalassiosira rotula</i>		X	X	X				
<i>Thalassiosira</i> sp.p.							X	

TAXON Dinoflagellati	STAZIONE							
	M4.32	M4.50	M4.53	M5.42	M2.45	M2.71	M2.74	M2.75
<i>Akashiwo sanguinea</i>			X					
<i>Alexandrium</i> sp.p.						X		
<i>Ceratium declinatum</i>			X					X
<i>Ceratium furca</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Ceratium fusum</i>	X	X	X	X				
<i>Ceratium trichoceros</i>	X		X					
<i>Ceratium tripos</i>								X
Dinoflagellati indet. ($\varnothing < 20\mu\text{m}$)	X	X	X	X				
Dinoflagellati indet. ($\varnothing > 20\mu\text{m}$)	X	X	X	X				
Dinophyceae indef.					X	X	X	X
<i>Dinophysis caudata</i>		X						
<i>Dinophysis rotundata</i>				X				
<i>Dinophysis sacculus</i>	X			X				
<i>Gonyaulax polygramma</i>		X		X				
<i>Gonyaulax</i> sp.p.			X	X		X		
<i>Gonyaulax spinifera</i>		X						
Gymnodiniaceae	X	X	X	X				
Gymnodiniales	X	X	X	X				
<i>Gymnodinium</i> sp.p.	X	X	X	X				
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	X	X	X	X		X	X	
<i>Gyrodinium</i> sp.p.	X	X	X	X	X			X
<i>Heterocapsa niei</i>		X		X				
<i>Heterocapsa</i> sp.p.	X	X	X	X		X	X	X

TAXON Dinoflagellati	STAZIONE							
	M4.32	M4.50	M4.53	M5.42	M2.45	M2.71	M2.74	M2.75
<i>Karenia</i> sp.p.				X				
<i>Katodinium</i> sp.p.					X			
<i>Lingulodinium polyedrum</i>				X				
<i>Ostreopsis cf. ovata</i>	X						X	
<i>Oxytoxum caudatum</i>								X
<i>Oxytoxum scolopax</i>			X					
<i>Oxytoxum</i> sp.p.	X	X		X			X	X
<i>Oxytoxum variabile</i>	X	X	X					X
<i>Oxytoxum viride</i>								X
Peridinales	X	X	X	X		X		
<i>Proboscia alata</i>			X					
<i>Pronoctiluca</i> sp.p.				X				
<i>Prorocentrum gracile</i>					X	X	X	X
<i>Prorocentrum lima</i>								X
<i>Prorocentrum micans</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Prorocentrum minimum</i>	X		X			X		
<i>Prorocentrum</i> sp.p.	X			X				
<i>Prorocentrum triestinum</i>	X	X	X	X	X		X	
<i>Protoberidinium bipes</i>	X		X					
<i>Protoberidinium bispinum</i>			X					
<i>Protoberidinium brevipes</i>							X	
<i>Protoberidinium diabolum</i>	X	X	X	X		X		
<i>Protoberidinium divergens</i>		X		X				
<i>Protoberidinium oceanicum</i>				X				
<i>Protoberidinium</i> sp.p.	X		X	X	X	X	X	
<i>Protoberidinium steinii</i>						X		
<i>Protoberidinium subinermis</i>			X					
<i>Scrippsiella</i> sp.p.			X					
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	X	X	X	X				
<i>Torodinium robustum</i>	X	X	X	X				

TAXON Altro fitoplancton e indet	STAZIONE							
	M4.32	M4.50	M4.53	M5.42	M2.45	M2.71	M2.74	M2.75
<i>Ankistrodesmus</i> sp.p.					X	X	X	
<i>Anoplosolenia brasiliensis</i>	X		X	X				
<i>Apedinella spinifera</i>	X							
<i>Calciopappus caudatus</i>							X	
Chlorophyta	X	X	X	X				
<i>Chrysochromulina</i> sp.p.		X	X	X				
Chrysophyceae indet						X		
Coccolithophyceae indet						X	X	X
Cryptophyceae indet	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dictyocha fibula</i>	X		X	X		X	X	X
<i>Dinobryon faculiferum</i>		X	X					

TAXON Altro fitoplancton e indet	STAZIONE							
	M4.32	M4.50	M4.53	M5.42	M2.45	M2.71	M2.74	M2.75
<i>Emiliana huxleyi</i>	X	X	X	X				
<i>Euglena</i> sp.p.							X	
Euglenophyceae indet	X		X	X		X	X	
<i>Meringosphaera</i> sp.p.	X			X				
<i>Octactis octonaria</i> var. <i>pulchra</i>	X							
<i>Ollicola vangoori</i>							X	X
<i>Oltmannsiella lineata</i>		X						
<i>Pachysphaera</i> sp.p.	X	X						
<i>Pontosphaera</i> sp.p.			X	X				
Raphidophyceae indet					X	X	X	X
<i>Rhabdosphaera clavigera</i>		X	X	X				
<i>Scenedesmus</i> sp.p.					X		X	
<i>Syracosphaera histrica</i>	X		X	X				X
<i>Syracosphaera pulchra</i>	X		X	X	X			
<i>Teleaulax</i> sp.p.		X						
<i>Tetraselmis</i> sp.p.	X					X	X	X
Altro fitoplancton indet (Ø<20µm)	X	X	X	X				
Altro fitoplancton indet (Ø>20µm)			X		X	X	X	X

Tabella 1- *Taxa* identificati e distribuzione spaziale

RISULTATI TRIX E CLOROFILLA A

I macrotipi dei corpi idrici marino-costieri della regione Lazio sono soltanto due: macrotipo 2 (media stabilità) e macrotipo 3 (bassa stabilità). Nel caso del macrotipo 2, in cui ricadono i corpi idrici situati lungo la costa del Lazio, un valore di TRIX pari a 4.5 identifica il limite di classe fra lo stato "buono" e "sufficiente"; valori di $TRIX \leq 4.5$ indicano uno stato trofico "buono" mentre valori di $TRIX \geq 4.5$ indicano uno stato trofico "sufficiente". Per i corpi idrici localizzati sulle isole si fa riferimento al macrotipo 3 per il quale il limite di classe fra lo stato "buono" e "sufficiente" è pari a 4; valori superiori e inferiori indicano rispettivamente le classi di qualità "sufficiente" e "buona".

In tabella sono elencate le stazioni marino-costiere monitorate nel 2019 con i rispettivi giudizi degli indici biologici e indice trofico calcolati a partire dagli elementi chimico-fisici a sostegno.

CODICE REGIONALE	MACROTIPO	TRIX	CHL A
Stazione M5.42	2	Sufficiente	Elevato
Stazione M4.32	2	Buono	Elevato
Stazione M4.50	2	Buono	Elevato
Stazione M4.53	2	Buono	Elevato
Stazione M2.71	2	Sufficiente	Elevato
Stazione M2.74	2	Buono	Elevato
Stazione M2.75	3	Buono	Elevato
Stazione M2.45	2	Sufficiente	Elevato

Tabella 2- Valori di TRIX e clorofilla *a* suddivisi per stazione di campionamento

CONCLUSIONI

Nelle 8 stazioni di campionamento delle acque marino-costiere della regione Lazio monitorate nell'anno 2019 la comunità fitoplanctonica ha mostrato una notevole variabilità in composizione e abbondanza. Tale variabilità può essere correlata all'eterogeneità del territorio e alla presenza di molteplici habitat nel sistema costiero laziale, oltre che alla stagionalità e alla diversità climatica.

I risultati dell'indice TRIX, utilizzato per la classificazione dello stato di qualità, hanno evidenziato un valore "buono" in più della metà delle stazioni monitorate, che corrisponde a una situazione di acque moderatamente produttive con livello di trofia media; nelle restanti stazioni il valore è risultato "sufficiente", tipico di acque molto produttive e livello di trofia elevato.

La valutazione della clorofilla *a*, che stima indirettamente la biomassa fitoplanctonica, ha mostrato un risultato in accordo con quello dell'indice TRIX nella maggior parte dei casi. Le situazioni discordanti saranno approfondite per individuare le eventuali cause e/o pressioni.

Le analisi quali-quantitative eseguite sul fitoplancton marino-costiero sono basate sull'osservazione diretta al microscopio ottico invertito e sul conteggio dei *taxa* presenti all'interno di un campione. Per assicurare la qualità del dato e verificare le competenze tecniche degli operatori coinvolti nelle attività analitiche, ARPA Lazio ha avviato nel 2019 un percorso che prevede la partecipazione al circuito di interconfronto internazionale IPI - International Phytoplankton Intercomparison. Il processo di intercalibrazione ha previsto la lettura di campioni di riferimento e la restituzione del risultato in termini di lista fitoplanctonica e di abbondanza cellulare dei *taxa* presenti. Il superamento dell'esame (con valutazione statistica dello Z-scores) attesta la conformità dei protocolli analitici utilizzati e quindi della precisione dei risultati. Inoltre, il personale coinvolto nelle attività di analisi periodicamente si sottopone a un controllo interno di qualità, mediante lettura incrociata di uno stesso campione e valutazione della riproducibilità intra-laboratorio.

APPENDICE



Tavola 1 - Fotografie al microscopio ottico di alcune diatomee individuate nei campioni (Barra micrometrica=5 μ m):
A) *Chaetoceros* sp.; B) *Dactyliosolen phuketensis*; C) *Ditylum brightwelli*; D) *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*; E) *Pseudosolenia calcar avis*

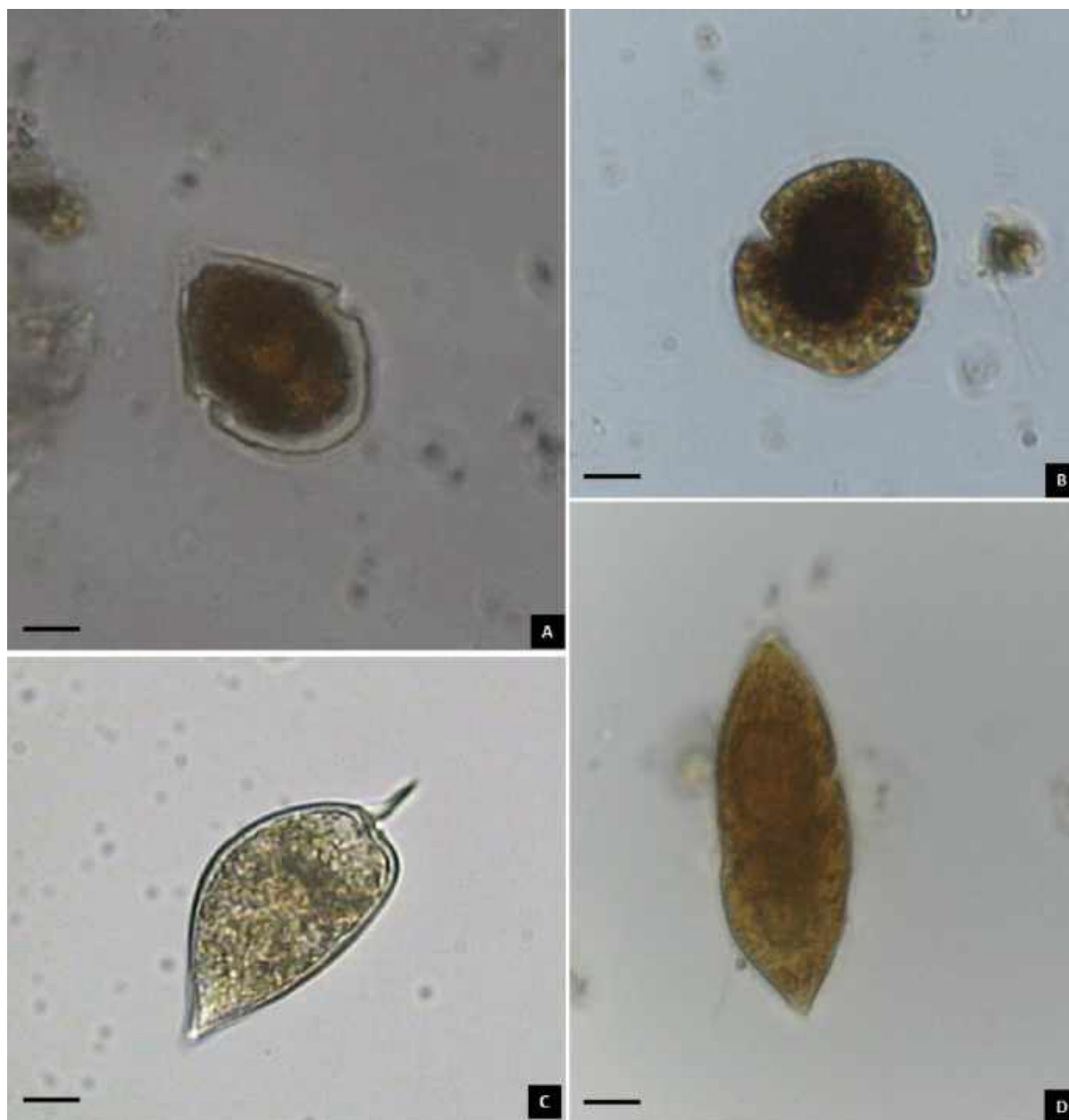


Tavola 2 - Fotografie al microscopio ottico di alcuni dinoflagellati individuati nei campioni (Barra micrometrica=10 μ m):

A) *Scrippsiella* sp.; B) *Gymnodinium* sp.; C) *Prorocentrum micans*; D) *Gyrodinium fusiforme*

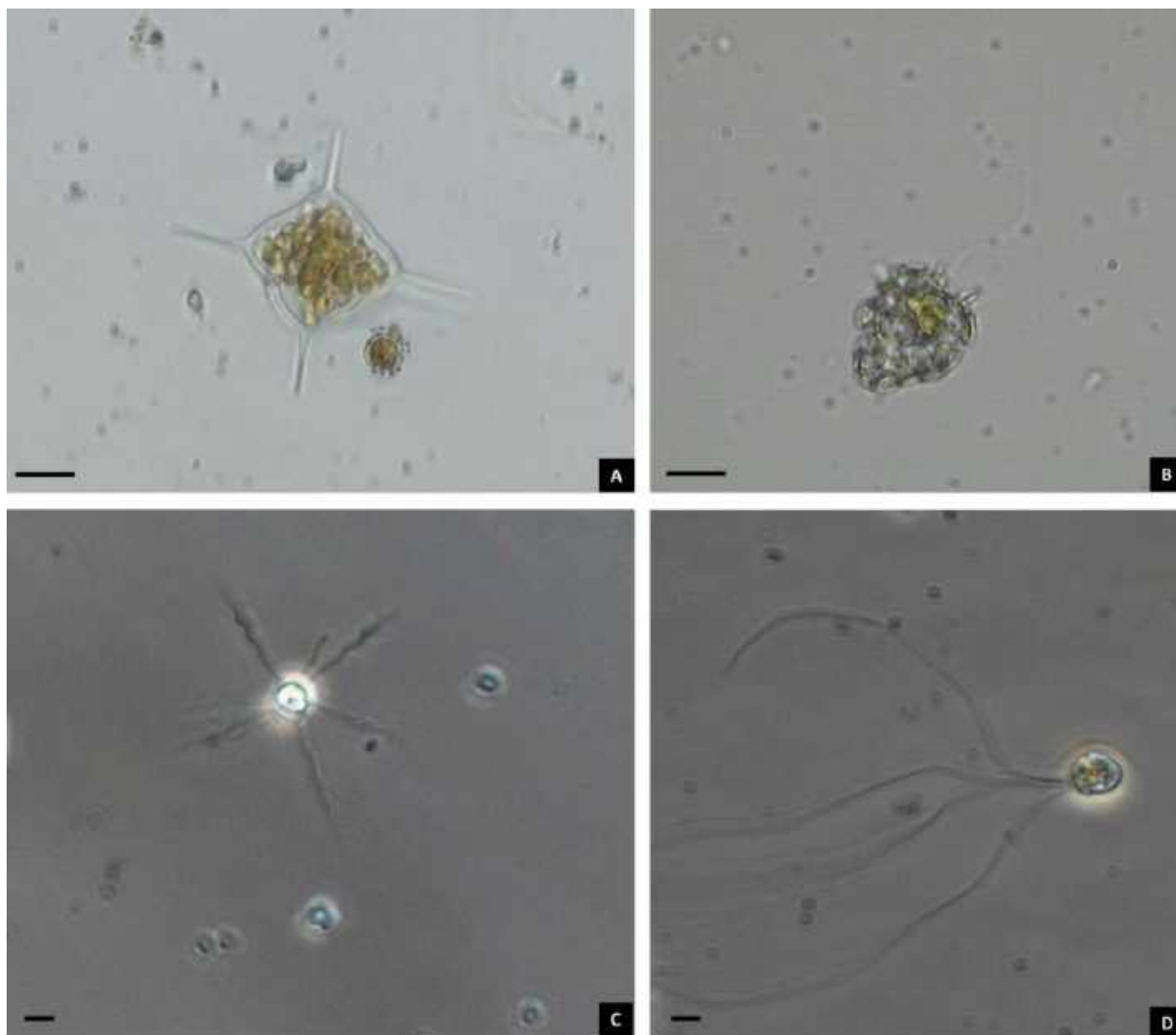


Tavola 3 - Fotografie al microscopio ottico di alcuni individui attribuibili alla categoria “altro fitoplancton” individuati nei campioni (Barra micrometrica=10μm): A) *Dictyoca fibula*; B) *Syracosphaera pulchra*; C) *Meringosphaera* sp.; D) *Pachysphaera* sp.

BIBLIOGRAFIA

Avancini, M., e altri. "Fitoplancton. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero". In: Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare; ICRAM. *Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani*. 2013, vol. 1.

Magaletti, E.; Ghetti, A.; Cabrini, M.; Pompei M. "Fitoplancton". In: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio; ICRAM. *Metodologie analitiche di riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003)*. 2001, vol. 1.

Masò M.; Garcès E. "Harmful microalgae blooms (HAB); problematic and conditions that induce them". *Marine Pollution Bulletin*, n. 53 (2006), p. 620–630.

UNI EN 15204:2006. Qualità dell'acqua - Norma guida per la conta di fitoplancton utilizzando la microscopia inversa (Tecnica di Utermöhl).

UNI EN 15972:2012. Qualità dell'acqua - Guida all'esame quantitativo e qualitativo del fitoplancton marino.

Report - Acqua



ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO