



Qualità ambientale delle acque marine in Emilia-Romagna

Rapporto annuale 2025





Arpae

**Agenzia Regionale Prevenzione Ambiente e
Energia dell'Emilia-Romagna**

Struttura Oceanografica Daphne

Qualità ambientale delle acque marine in Emilia-Romagna

Rapporto annuale 2025

SOMMARIO

1	QUADRO NORMATIVO.....	5
2	QUADRO CONOSCITIVO	8
2.1	Il mare Adriatico: caratteristiche generali	8
2.2	La fascia costiera emiliano romagnola	10
2.2.1	Le pressioni	10
2.2.2	La qualità delle acque marino costiere	10
2.2.3	La circolazione geostrofica e le discontinuità strutturali della fascia litoranea	11
2.3	I corpi idrici	14
3	METODICHE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI.....	17
3.1	Metodi di campionamento	17
3.1.1	Prelievo acqua	17
3.1.1.a	Prelievo campioni per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton	17
3.1.1.b	Prelievo campioni determinazione dei sali nutritivi.....	17
3.1.1.c	Prelievo dei campioni per le indagini chimiche	17
3.1.2	Prelievo sedimento.....	18
3.1.2.a	Prelievo per l'analisi quali-quantitativa del macrozoobenthos	18
3.1.2.b	Prelievo per le indagini chimiche e chimico fisiche	18
3.1.3	Prelievo biota	19
3.1.3.a	Prelievo per indagini chimiche.....	19
3.1.4	Determinazioni parametri chimico-fisici e biologici colonna d'acqua	20
3.2	Metodi analitici.....	21
3.2.1	Matrice acqua.....	21
3.2.1.a	Ricerca microinquinanti organici e inorganici	21
3.2.1.b	Determinazione dei sali nutritivi.....	22
3.2.1.c	Analisi quali-quantitativa del Fitoplancton	23
3.2.2	Matrice sedimento	23
3.2.2.a	Indagini chimico/fisiche	23
3.2.2.b	Ricerca microinquinanti organici e inorganici	23
3.2.2.c	Analisi quali-quantitativa del macrozoobenthos	25
3.2.3	Matrice biota.....	25
3.2.3.a	Ricerca microinquinanti organici e inorganici	25
3.2.4	Indagini meteo-marine	26
4	LO STATO TROFICO	27
4.1	Rete di monitoraggio.....	27
4.1.1	Parametri e frequenza di campionamento	30
4.2	Rassegna degli eventi eutrofici del litorale emiliano romagnolo	32
4.3	Elaborazione bollettino	42
4.3.1	Parametri idrologici	44
4.3.1.a	Temperatura	44
4.3.1.b	Salinità.....	50
4.3.1.c	Ossigeno disciolto	57
4.3.1.d	Clorofilla "a"	62
4.3.2	Elementi nutritivi.....	65
4.3.2.a	Azoto nitrico (N-NO ₃)	65
4.3.2.b	Azoto nitroso (N-NO ₂).....	70
4.3.2.c	Azoto ammoniacale (N-NH ₃).....	73
4.3.2.d	Azoto inorganico disciolto (DIN)	77
4.3.2.e	Azoto totale (N tot).....	80
4.3.2.f	Fosforo reattivo (P-PO ₄)	83

4.3.2.g Fosforo totale (P tot)	87
4.3.2.h Silice reattiva (Si-SiO ₂)	91
4.3.2.i Rapporto N/P (frazione solubile)	94
4.4 Definizione dello Stato Trofico.....	96
4.4.1 Approccio metodologico di sviluppo e applicazione dell'Indice Trofico (TRIX).....	96
4.4.2 Indice di Torbidità (TRBIX).....	101
5 LO STATO DI QUALITÀ AMBIENTALE	104
5.1 Rete di monitoraggio.....	105
5.2 Analisi dei risultati.....	109
5.2.1 Elementi di Qualità Biologica (EQB)	109
5.2.1.a Fitoplancton	109
5.2.1.b Macrozoobenthos	125
5.2.2 Elementi di qualità chimico-fisica e idromorfologica a sostegno degli EQB	143
5.2.2.a Elementi di qualità chimico-fisica	143
5.2.2.b Elementi di qualità idromorfologica e fisico-chimica nei sedimenti	145
Granulometria	145
Carbonio Organico Totale.....	146
5.2.3 Inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità.....	148
5.2.4 Inquinanti appartenenti all'elenco di priorità.....	149
5.2.4.a Sostanze ricercate nell'acqua	150
5.2.4.b Sostanze ricercate nel biota	150
5.2.4.c Sostanze ricercate nel sedimento	151
6 RETE DI MONITORAGGIO VITA MOLLUSCHI	155
7 ANOMALIE AMBIENTALI	157
7.1 Meduse	157
7.2 Avvistamenti di <i>Mnemiopsis leidyi</i>	157
7.3 Moria di cannolicchi a Lido Pomposa e lidi ferraresi	158
7.4 Insolita presenza di pesci e granchi blu vicino a riva	159

ANNO CONTRIBUITO

Parametri chimico-fisici delle acque:

Margherita Benzi
Cristina Mazziotti
Maurizio Pascucci
Francesco Ortali
Marco Lezzi

Determinazione ed elaborazione fitoplancton:

Maurizio Pascucci
Monica Raccagni

Determinazione ed elaborazione macrozoobenthos:

Marco Lezzi

Analisi dei nutrienti e granulometria:

Paola Martini
Cinzia Pellegrino

Determinazione dei microinquinanti

Laboratori Multisito di Ravenna e Ferrara

Stesura testo, elaborazione grafica e statistica:

Margherita Benzi
Cristina Mazziotti
Silvia Pigozzi
Elena Riccardi
Sara Buratti

Segreteria organizzativa:

Alessandra Tinti

Struttura Oceanografica Daphne

Arpae - Emilia-Romagna

V.le Vespucci, 2 - 47042 Cesenatico FC

<https://www.arpae.it>

Si ringraziano per la collaborazione il Comandante Ferdinando Valerio ed il Motorista Pio Torresi della Motonave Oceanografica "Daphne II".

1 QUADRO NORMATIVO

Il D.L. 152/99 definisce la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee. I principali obiettivi da perseguire sono:

- prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Il raggiungimento degli obiettivi indicati si realizza attraverso alcuni strumenti, fra i quali l'individuazione di obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici.

Il D.Lgs. 152/99 e ss.mm.ii. è stato abrogato dal successivo D.Lgs. 152/06.

Il D.Lgs. 152/99 e ss.mm.ii. prevedeva che la valutazione dello stato di qualità ambientale fosse condotta attraverso l'applicazione dell'indice trofico TRIX e che tale valutazione doveva essere integrata dal giudizio emergente dalle indagini sul biota e sui sedimenti.

Il successivo D.M. 367/03, alla tab.2, definiva gli standard di qualità ambientali per i contaminanti inorganici e organici nei sedimenti da applicare ai fini della classificazione dello stato ambientale delle acque marine costiere.

Con il D.Lgs. 152/06 (che recepisce la Direttiva 2000/60/CE e abroga integralmente il precedente D.Lgs. 152/99) sono ridefinite le modalità con cui effettuare la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici. In particolare, per le acque marine costiere sono previsti numerosi nuovi elementi per la definizione dello stato ecologico e la ricerca di contaminanti inorganici e organici nella matrice acqua per la definizione dello stato chimico. Per le indagini da effettuare sui sedimenti restava quanto previsto dal D.M. 367/03 alla tab.2 e anch'esse concorrevano alla definizione dello Stato Chimico.

Con il D.M. 56/09, sono definiti i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/06, art.75, comma 3. Il D.M. 56/09 all'All.1 definisce le modalità per il monitoraggio dei corpi idrici individuando gli elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico e dello stato chimico, inoltre abroga e sostituisce quanto riportato nel D.M. 367/03 alla tab.2 e all'All.1 del D.Lgs. 152/06.

Un altro decreto attuativo del D.Lgs. 152/06, precedente al D.M. 56/09, è il D.M. 131/08 recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/06, art.75, comma 4. Tale decreto definisce le metodologie per l'individuazione di tipi per le diverse categorie di acque superficiali (tipizzazione), l'individuazione dei corpi idrici superficiali e l'analisi delle pressioni e degli impatti.

La Regione Emilia-Romagna con Deliberazione di Giunta n. 350 dell'8 febbraio 2010 ha approvato le attività svolte per l'implementazione della Direttiva 2000/60/CE ai fini

dell'adozione dei Piani di Gestione dei Distretti idrografici Padano, Appennino settentrionale e Appennino centrale, approvando le procedure, i criteri metodologici e le risultanze dell'attività di tipizzazione, di individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici e di definizione della rete di monitoraggio di prima individuazione ed i relativi programmi di monitoraggio. Le procedure così definite sono state aggiornate e riesaminate con Deliberazione di Giunta n. 2067 del 14 dicembre 2015 "Attuazione della Direttiva 2000/60/CE: contributo della Regione Emilia-Romagna ai fini dell'aggiornamento/riesame dei Piani di Gestione Distrettuali 2015-2021" e successivamente con Deliberazione di Giunta n. 2293 del 27 dicembre 2021 "Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro Acque) terzo ciclo di pianificazione 2022-2027: presa d'atto degli elaborati costituenti il contributo della Regione Emilia-Romagna ai fini del riesame dei Piani di Gestione Distrettuali 2021-2027 dei Distretti idrografici del fiume Po e dell'Appennino Centrale".

La Legge n. 221 del 28 dicembre 2015 "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali", con l'art. 51, è intervenuta nella modifica sia dell'art. 63 (Autorità di bacino distrettuale) che dell'art. 64 (Distretti idrografici) del D.Lgs. 152/06. In particolare, con la modifica di quest'ultimo articolo, viene definito un nuovo assetto territoriale per i Distretti Idrografici. Con tale assetto tutta la costa emiliano romagnola risulta compresa nel Distretto Idrografico del Fiume Po.

Con il D.M. 260/10, pubblicato sulla G.U. il 7 febbraio 2011, recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali sempre predisposto ai sensi del D.Lgs. 152/06, art.75, comma 3, sono definite le modalità per la classificazione dei corpi idrici da effettuare al termine del ciclo di monitoraggio.

In G.U. del 20 dicembre 2010 è stato pubblicato il D.Lgs. 219/10, attuazione delle direttive 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque e 2009/90/CE sulle specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque, che modifica la parte terza del D.Lgs. 152/06 e introduce nuovi obiettivi in materia di qualità delle acque superficiali, abrogando inoltre il precedente D.M. 367/03.

Successivamente, sulla G.U. del 27 ottobre 2015, è stato pubblicato il D.Lgs. 172/15, decreto attuativo della direttiva 2013/39/UE, la quale ha modificato la Direttiva madre 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Esso modifica gli artt.74 e seguenti del D.Lgs. 152/06, in modo particolare l'art.78 in materia di standard di qualità ambientale per le acque superficiali ai fini della determinazione del buono stato chimico.

La Direttiva 2008/56/CE (Marine Strategy), recepita in Italia con il D.Lgs. 190/2010, istituisce un quadro all'interno del quale gli Stati membri adottano le misure necessarie per conseguire o mantenere un buono stato ecologico dell'ambiente marino entro il 2021.

Il perseguimento di tale obiettivo deve avvenire attraverso l'elaborazione e l'attuazione di strategie finalizzate a preservare l'ambiente marino, a prevenirne il degrado oltre che a ridurre gli apporti nell'ambiente marino stesso.

Le strategie adottate devono applicare un approccio ecosistemico alla gestione delle attività umane, assicurando che la pressione collettiva di tali attività sia mantenuta entro livelli compatibili con il conseguimento di un buono Stato Ecologico.

2 QUADRO CONOSCITIVO

2.1 IL MARE ADRIATICO: CARATTERISTICHE GENERALI

Il Mare Adriatico, un bacino semi-chiuso di cruciale importanza ecologica ed economica, si estende su una superficie di 132000 km². Questa area rappresenta circa il 5.3% (1/19) della superficie totale del Mar Mediterraneo, che copre 2504000 km².

In termini volumetrici, l'Adriatico detiene un volume di 36000 km³, una frazione modesta, pari a circa lo 0.97% (1/103), del volume complessivo del Mediterraneo, stimato in 3700000 km³. Nonostante le sue dimensioni relativamente contenute, l'Adriatico si distingue per il significativo apporto di acque dolci. Questo bacino riceve circa un terzo degli afflussi fluviali totali che si riversano nel Mediterraneo (escluso il Mar Nero), evidenziando il suo ruolo chiave nel bilancio idrologico regionale.

La batimetria dell'Adriatico è caratterizzata da una marcata variabilità. La porzione settentrionale del bacino presenta profondità limitate, con valori che raggiungono a malapena i 50 m lungo la sezione trasversale Rimini-Pola. Procedendo verso sud, si riscontra una depressione batimetrica, la Fossa di Pomo, che raggiunge i 238 m. La profondità massima, pari a 1200 m, si trova nella parte meridionale del bacino, al largo di Bari. La pendenza del fondale marino antistante la costa emiliano romagnola è particolarmente bassa, con un gradiente batimetrico di circa 1 m per km nella prima fascia costiera.

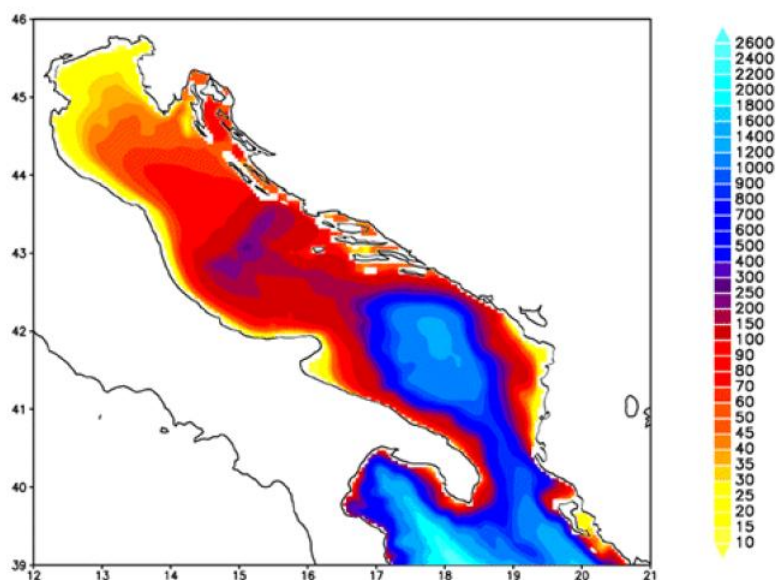


Figura 1 – Rappresentazione morfologica e batimetrica del mare Adriatico

La parte settentrionale dell'Adriatico è influenzata in modo significativo dal reticolo idrografico del bacino padano, una vasta pianura delimitata dalle Alpi a nord e dalla catena appenninica a sud. In questa area costiera nord occidentale si trovano le foci di importanti fiumi, tra cui l'Isonzo, il Tagliamento, il Piave, il Brenta, l'Adige, il Po e il Reno. Il Po, il principale fiume italiano per lunghezza (asta principale di circa 650 km) e portata (circa 1500 m³/s di portata media annua), sfocia in un delta complesso, costituito da cinque rami principali.

L'accumulo di sedimenti trasportati dal Po ha dato origine ad un'ampia area di foce, la cui progradazione di circa 23 km verso est testimonia la significativa attività sedimentaria fluviale.

Le caratteristiche morfologiche delle coste adriatiche presentano una netta dicotomia. La costa occidentale è caratterizzata da litorali bassi, regolari e sabbiosi. Al contrario, la costa orientale croata è alta, frastagliata e rocciosa.

La composizione dei sedimenti del fondale marino nell'Adriatico nord occidentale è dominata da materiale sedimentario a granulometria fine, costituito da sabbie, limi e argille. Lungo una direttrice trasversale al bacino, si osserva una stretta fascia litoranea sabbiosa, con una larghezza media compresa tra 1 e 2 km. Procedendo verso il largo, si osserva un progressivo arricchimento in frazioni pelitiche (limo e argilla) fino a una distanza di 5-6 km dalla costa. Oltre questa distanza, e fino a 45-50 km, la componente sabbiosa diminuisce, lasciando spazio a sedimenti prevalentemente fangosi. Questa vasta fascia sedimentaria pelitica è principalmente il risultato dell'apporto di materiale fine in sospensione trasportato dal Po e da altri fiumi, e della successiva dispersione ad opera delle correnti marine, che tendono a convogliarlo verso sud-est. La zona di massima estensione delle peliti si trova in prossimità del delta del Po e si estende parallelamente alla costa per gran parte della lunghezza dell'Adriatico. Oltre la fascia fangosa, verso la costa orientale, si ritrovano sedimenti pelitico-sabbiosi e, infine, sabbie in prossimità della costa croata.

Il Po svolge un ruolo fondamentale nella dinamica circolatoria delle acque dell'Adriatico settentrionale. L'apporto di acqua dolce induce una significativa diluizione della salinità nelle acque costiere e genera un'accelerazione che favorisce la formazione di correnti dirette verso sud. Questa direzione prevalente delle correnti è rinforzata dai venti dominanti di Bora (Nord-Nord-Est). La corrente diretta verso sud lungo la costa occidentale dell'Adriatico è nota come Corrente Costiera dell'Adriatico Occidentale (WACC). L'intensità massima di questa corrente non si osserva in prossimità della costa, ma a una batimetria di 20-30 metri, a circa 20-30 km dalla costa. Questo fenomeno favorisce la formazione di zone di "ricircolo", ovvero movimenti di masse d'acqua marina in prossimità della costa con direzione verso nord.

La variabilità delle correnti costiere, influenzata dai gradienti termici e dalla salinità, è particolarmente accentuata nella zona a nord di Ravenna, mentre la zona a sud è caratterizzata da correnti prevalentemente permanenti dirette verso sud.

2.2 LA FASCIA COSTIERA EMILIANO ROMAGNOLA

2.2.1 Le pressioni

L'eutrofizzazione costiera, criticità ambientale prevalente nell'Adriatico nord occidentale, induce un impatto negativo sugli equilibri ecosistemici bentonici e sui settori economici primari quali turismo e pesca. Il fenomeno, intensificato dagli apporti idrografici del bacino padano e dei bacini costieri, manifesta la sua massima intensità nelle aree prospicienti il delta del Po e lungo il litorale emiliano romagnolo.

La dinamica trofica e distrofica è primariamente condizionata dall'ingente massa d'acqua dolce veicolata dal Po (media annuale di $1500 \text{ m}^3/\text{s}$), fattore determinante nell'alterazione dei parametri di salinità lungo la fascia costiera, ove si registra una marcata diminuzione rispetto ai valori rilevati in mare aperto. Tale apporto, unitamente ai carichi di nutrienti, innesca una complessa serie di processi biogeochimici che culminano nell'alterazione dello stato ambientale (Figura 2).

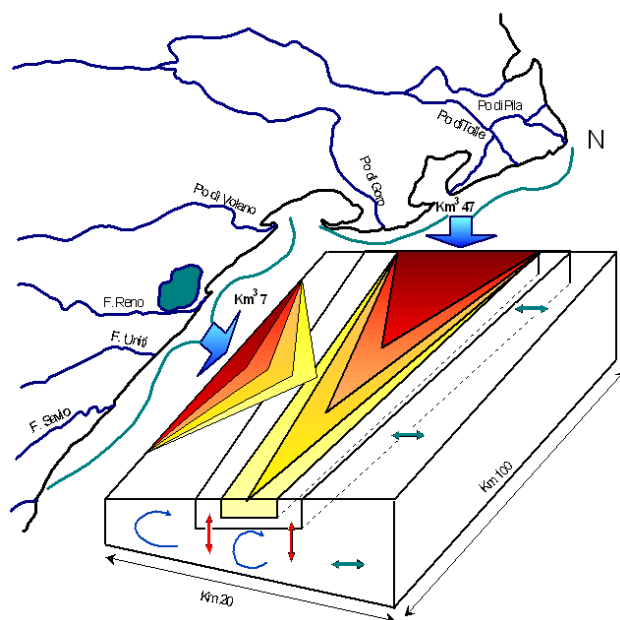


Figura 2 – Modello di distribuzione del gradiente degli inquinanti e dei fattori nutritivi veicolati dal bacino Padano e dai bacini costieri

2.2.2 La qualità delle acque marino costiere

Il monitoraggio ambientale, avviato a partire dal 1980, ha permesso di tracciare un quadro dettagliato della distribuzione degli elementi eutrofizzanti e dei conseguenti effetti distrofici lungo il litorale emiliano romagnolo, rivelando una spiccata variabilità stagionale e consentendo la delimitazione delle aree maggiormente vulnerabili a processi eutrofici, anossici e ipossici.

Durante le stagioni autunnali, invernali e primaverili, la fascia costiera presenta una netta dicotomia. Questa suddivisione è corroborata dall'analisi delle distribuzioni

spaziali, dalla linea di costa fino a 10 km al largo, di parametri chiave quali la salinità, i nitrati (utilizzati come traccianti per l'apporto di nutrienti), la clorofilla "a" (indicatore della biomassa microalgale) e l'indice trofico TRIX (indicatore dello stato trofico). La zona settentrionale è caratterizzata da concentrazioni di nutrienti significativamente più elevate rispetto alla zona centro meridionale, che si estende da Ravenna a Cattolica. In quest'ultima, gli indicatori di stato trofico tendono a mostrare una maggiore omogeneità, sebbene con valori generalmente inferiori rispetto all'area settentrionale.

Nel periodo estivo, una riduzione degli apporti idrici e di nutrienti dal bacino del Po, unitamente a modifiche nei pattern di circolazione delle masse d'acqua, può indurre un miglioramento dello stato qualitativo ambientale anche nelle aree del ferrarese. Tuttavia, in questa stagione, i processi eutrofici tendono a concentrarsi prevalentemente nella zona immediatamente adiacente al delta del fiume Po, evidenziando la persistente influenza di questo apporto.

L'area settentrionale del litorale emiliano romagnolo si dimostra particolarmente suscettibile allo sviluppo di condizioni anossiche/ipossiche, soprattutto nel periodo estivo-autunnale. La formazione di anossia negli strati d'acqua prossimi al fondale è strettamente correlata all'elevata biomassa microalgale e alla concomitanza di condizioni ambientali favorevoli, quali una ridotta dinamicità delle masse d'acqua (stratificazione) e condizioni meteo-marine stabili (assenza di rimescolamento). In sintesi, la maggiore intensità dei fenomeni eutrofici e delle fioriture microalgali osservata nella zona settentrionale (Goro-Ravenna) si traduce in una più frequente e marcata manifestazione di eventi distrofici conseguenti, sottolineando la stretta interconnessione tra questi processi.

2.2.3 La circolazione geostrofica e le discontinuità strutturali della fascia litoranea

In ambienti costieri caratterizzati da una significativa influenza degli apporti fluviali e da una marcata stratificazione di temperatura e densità, le informazioni relative al campo di temperatura e salinità possono essere utilizzate per ricavare il campo di velocità associato alle correnti geostrofiche. Il termine "geostrofico," derivante dal greco e traducibile come "che gira con la Terra," riflette il principio fondamentale alla base di questa relazione. L'analisi si basa sull'assunzione che i gradienti orizzontali di temperatura e salinità inducano un campo di velocità che è significativamente influenzato dalla rotazione terrestre.

Il bilancio geostrofico, che descrive l'equilibrio tra la forza di Coriolis e la forza del gradiente di pressione, impone una specifica direzione di circolazione in relazione ai sistemi di pressione. Nell'emisfero settentrionale, la circolazione geostrofica è antioraria (ciclonica) attorno alle aree di bassa pressione e oraria (anticiclonica) attorno alle aree di alta pressione. Questa relazione è una conseguenza diretta della deflessione delle masse d'acqua in movimento a causa della forza di Coriolis, che agisce perpendicolarmente alla direzione del moto.

L'analisi della circolazione in un'area costiera specifica rivela una netta separazione dei regimi di circolazione tra le regioni a nord e a sud di un'area delimitata approssimativamente tra Ravenna e Lido Adriano. Questa separazione è una caratteristica dominante osservata in diversi periodi dell'anno, sebbene con intensità variabile.

A nord di Ravenna, la circolazione idrodinamica è caratterizzata da una notevole variabilità temporale. La direzione del flusso d'acqua subisce significative alterazioni nel corso dell'anno, con una tendenza a dirigersi verso il largo in alcuni periodi (ad esempio, tra l'inverno e l'estate). Al contrario, a sud di Ravenna e Lido Adriano, la corrente mostra una maggiore stabilità direzionale, mantenendo una direzione prevalente verso sud durante tutto l'anno.

Nella regione centrale, in prossimità di Ravenna, le correnti possono presentare intensità ridotte e direzioni variabili. In alcuni periodi, come gennaio e dicembre, si osserva una tendenza al flusso verso il largo, mentre in altri, come settembre e ottobre, le correnti, pur rimanendo deboli, tendono a dirigersi verso la costa.

Un elemento significativo nella circolazione a nord di Ravenna è la presenza di un campo di velocità diretto verso il largo in prossimità della foce del Po (nella zona antistante Lido di Volano e Lido delle Nazioni). Questo flusso verso il largo si richiude a nord di Ravenna con correnti dirette verso la costa. In alcuni mesi, come aprile, maggio e giugno, questi flussi opposti tendono a connettersi, formando una struttura quasi ad anello identificabile come un vortice anticiclonico, una caratteristica non sempre presente e soggetta a variazioni temporali. Questa configurazione dà luogo a una corrente diretta verso sud lungo la batimetria dei 10-20 metri. Tra febbraio e marzo, la corrente in questa zona mostra direzioni opposte, indicando un regime idrodinamico instabile.

Data la potenziale influenza di questo tipo di circolazione sui fenomeni eutrofici nelle zone costiere, è cruciale analizzare la circolazione durante i mesi estivi (luglio, agosto e settembre). A luglio e settembre, le correnti tendono a essere confinate in prossimità della costa, delimitando una zona caratterizzata da alta temperatura e bassa salinità. Questa condizione può favorire lo sviluppo di fenomeni distrofici, frequenti in queste aree. La circolazione può essere interpretata come il bordo di un vortice, che, tuttavia, è così adiacente alla costa da non riuscire a chiudersi completamente, contribuendo al confinamento delle acque calde e a bassa salinità. In agosto, la circolazione mostra una maggiore apertura, favorendo uno scambio più significativo tra la costa e il mare aperto, sebbene persista una tendenza al confinamento delle acque di origine fluviale e ad alta temperatura in prossimità della costa.

Nella zona a sud di Ravenna e Lido Adriano, le correnti sono generalmente dirette verso sud, con velocità dell'ordine di 5-10 cm/s, durante tutto l'anno. Questo segmento fa parte della corrente del nord Adriatico (WACC), una corrente persistente che raggiunge la sua massima intensità tra novembre e gennaio ed è generalmente disconnesso dalla circolazione a nord di Ravenna, ad eccezione di alcuni mesi (febbraio, giugno, agosto e settembre), in cui sembra formare un'unica struttura a meandri, che tende a isolare la zona costiera dagli scambi con il mare.

aperto. In questa stessa area a sud di Ravenna, si osservano mesi in cui la componente della corrente lungo costa è particolarmente debole (marzo e luglio), mentre la componente perpendicolare alla costa è più pronunciata (maggio, agosto e settembre).

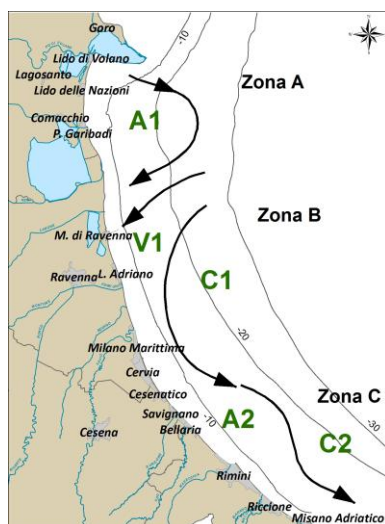


Figura 3 – Schema della circolazione climatologica dell’Emilia-Romagna alla superficie

Questa circolazione è indicativa di dinamiche di *downwelling* lungo la costa, un fenomeno tipico del regime di venti in questa zona. Il vento di Bora, in particolare, induce un accumulo di acqua verso la costa, seguito da processi di sprofondamento e da un conseguente movimento verso il largo delle acque sul fondo.

In conclusione, lo schema riportato in Figura 3 mette in rilievo chiaramente che la zona costiera dell’Emilia-Romagna è caratterizzata da tre aree, una a nord di Ravenna (area A), l’altra attorno a Ravenna fino a Lido Adriano (zona B) e la terza a sud di Lido Adriano (area C).

Nella zona A esiste un vortice anticiclonico (chiamato A1 nella Figura 3) più o meno sviluppato nei vari mesi dell’anno. Nei mesi di aprile, maggio, agosto, novembre e dicembre il vortice è ben sviluppato ed è addossato alla costa. Questo accostamento alla linea di costa lascia evidente solo una corrente verso sud con un meandro che rappresenta il lato orientale del vortice. Nella zona B invece la corrente è quasi sempre diretta verso costa (regime V1 nella Figura 3), fatta eccezione per i mesi di maggio, giugno, luglio e agosto dove la corrente è verso il largo. Questa regione è quella di transizione tra il regime anticiclonico prevalente a nord e quello della corrente intensificata verso sud. L’ipotesi che emerge dall’analisi di queste distribuzioni è che il vortice anticiclonico a nord, essendo più o meno sviluppato durante i diversi mesi dell’anno, possa creare situazioni idrodinamiche diverse che dipendono in larga parte dalla prossimità del vortice alla costa. La zona C è invece assai più stabile dal punto di vista delle strutture. Le dighe foranee del Porto Canale di Ravenna, si estendono fino a 2.6 km verso il largo, sono perpendicolari alla costa

e costituiscono una barriera fisica che separa le acque costiere dell'Emilia-Romagna in due zone, una a nord e l'altra a sud di Ravenna (Figura 4).



Figura 4 – Estensione delle dighe foranee del Porto Canale di Ravenna

2.3 I CORPI IDRICI

I criteri per la tipizzazione dei corpi idrici (D.M. 131/08) consentono la caratterizzazione delle acque costiere con valori medi annuali di stabilità verticale, secondo le tre tipologie:

- alta stabilità: $N \geq 0.3$
- media stabilità: $0.15 < N < 0.3$
- bassa stabilità: $N \leq 0.15$

Dalle elaborazioni dei dati di temperatura e salinità acquisiti sulla colonna d'acqua, è emerso che le stazioni costiere dell'Emilia-Romagna sono fortemente influenzate da apporti fluviali con valori medi di N variabili da 3.39×10^{-1} e 4.21×10^{-1} , quindi tutta la fascia ricade nella tipologia "Alta stabilità".

Tale tipologia è giustificata non solo dalla formazione di termoclini nel periodo primaverile/autunnale, ma anche dalla presenza di aloclini/picnoclini determinati dai cospicui apporti di acque dolci sversate in particolare dal fiume Po.

Associando i criteri geomorfologici (costa sabbiosa e pianura alluvionale), con quelli idrologici (alta stabilità), come definito nel contesto del decreto legislativo 152/06, risulta che l'intera fascia costiera dell'Emilia-Romagna appartiene alla tipo "E1".

La fase successiva è stata quella di individuare i corpi idrici, ovvero le unità a cui fare riferimento per la verifica della conformità con gli obiettivi ambientali definiti nel D.Lgs. 152/06.

La loro corretta identificazione è di particolare importanza, in quanto gli obiettivi ambientali e le misure necessarie per raggiungerli si applicano in base alle caratteristiche e alle criticità dei singoli "corpi idrici". L'identificazione deve permettere un'accurata descrizione dello stato degli ecosistemi acquatici per consentire

l'applicazione corretta degli obiettivi ambientali ed il loro perseguimento e raggiungimento come previsto dal D.Lgs.152/06.

I corpi idrici relativi alle acque marino costiere della regione Emilia-Romagna sono stati definiti sulla base dei seguenti criteri:

- pressioni esistenti: con particolare riferimento all'apporto e la quantificazione dei fattori di produttività diretta quali gli elementi nutritivi;
- differenze dello stato di qualità: la valutazione dello stato trofico delle acque costiere ed il suo andamento spazio-temporale, frequenza ed estensione delle condizioni anossiche ed ipossiche delle acque bentiche;
- circolazione delle masse d'acqua e discontinuità rilevanti nella struttura della fascia litoranea;
- giudizio degli esperti: monitoraggi poliennali sullo stato ambientale, climatologia dei parametri, distribuzione spazio-temporale delle variabili.

Per le acque marino costiere della regione Emilia-Romagna si individuano due corpi idrici (Figura 5). Il primo corpo idrico (CD1) si estende dalla foce del Po di Goro a Ravenna (Porto Corsini) con una superficie di circa 135 km² ed è influenzato dagli apporti del bacino padano e del fiume Reno. Il secondo corpo idrico (CD2) si estende da Ravenna (Marina di Ravenna) a Cattolica con una superficie pari a 218 km² e riceve il contributo dei bacini romagnoli e del Conca-Marecchia.



Figura 5 – Rappresentazione cartografica dei corpi idrici delle acque marino costiere dell'Emilia-Romagna

3 METODICHE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI

3.1 METODI DI CAMPIONAMENTO

3.1.1 Prelievo acqua

3.1.1.a Prelievo campioni per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton

Il prelievo dei campioni di fitoplancton si esegue tramite una pompa situata sulla chiglia della barca che aspira l'acqua a -0.5 m di profondità. L'acqua viene poi trasferita in bottiglie di vetro scure da 250 ml, fissata con soluzione di Lugol e portata in laboratorio. Tale metodo di campionamento permette di ottenere un dato puntiforme relativo a singole stazioni di monitoraggio ad una quota di -0.5 m.

Per campionamenti a quote inferiori a -0.5 m si utilizza la bottiglia Niskin.

Per indagini di tipo qualitativo lungo tutta o parte della colonna d'acqua viene utilizzato un retino di nylon (lunghezza rete conica filtrante 100 cm) con diametro di apertura di 40 cm e maglia da 20 μm .

3.1.1.b Prelievo campioni determinazione dei sali nutritivi

Per l'analisi dei nutrienti vengono filtrati circa 250 ml di acqua come segue:

- predisporre l'apparato di filtrazione a vuoto ponendo in esso un filtro Millipore di acetato di cellulosa di 47 mm di diametro e 0.45 μm di porosità, previamente lavato con 150-200 ml di acqua milliQ;
- "avvinare" l'apparato di filtrazione con 50-100 ml di acqua del campione;
- filtrare circa 250 ml di campione.

Se l'analisi viene effettuata entro 24 ore dal prelievo il campione può essere conservato 4 °C al buio, diversamente nel caso intercorra più tempo fra il prelievo e l'analisi si procede al congelamento a -20 °C.

I contenitori utilizzati per lo stoccaggio dei campioni sono in PE di colore nero.

Per l'analisi di azoto e fosforo totali il campione non deve essere filtrato.

3.1.1.c Prelievo dei campioni per le indagini chimiche

Per i prelievi delle diverse aliquote per le determinazioni delle sostanze richieste dalle tabelle 1/A e 1/B del D.Lgs. 172/15 vengono adottati i seguenti criteri:

- utilizzare contenitori perfettamente puliti;
- risciacquare preventivamente i contenitori con acqua di mare;

- per i metalli e i solventi riempire completamente la bottiglia senza lasciare spazio di testa;
- per gli IPA e ftalati utilizzare bottiglie in vetro scuro con tappo in teflon.

3.1.2 Prelievo sedimento

3.1.2.a Prelievo per l'analisi quali-quantitativa del macrozoobenthos

Il prelievo dei campioni è effettuato mediante l'utilizzo della benna di Van Veen di 0.112 m². In ogni stazione vengono eseguite 3 repliche. Il campione rimosso dalla benna è posto in una bacinella di plastica di dimensioni appropriate a cui è aggiunta acqua di mare al fine di sciogliere meglio i piccoli noduli di sedimento argilloso eventualmente presenti. I campioni sono poi sottoposti a setacciatura allo scopo di eliminare l'acqua, il sedimento e quanto altro non necessario per la ricerca in questione; tale operazione di vagliatura è effettuata con un setaccio in acciaio inossidabile con maglie di 1 mm. I campioni sono quindi trasferiti in barattoli di plastica di forma circolare opportunamente etichettati, successivamente fissati per 48 ore con una soluzione tamponata di formaldeide al 5%; trascorso tale intervallo di tempo gli organismi sono estratti e riposti in una soluzione conservante finale costituita da etanolo al 70%.

3.1.2.b Prelievo per le indagini chimiche e chimico fisiche

L'attività di campionamento dei sedimenti litoranei è svolta in condizioni meteo-marine stabili, ponendo l'attenzione ad arrecare il minore disturbo possibile alla matrice da campionare.

In ogni stazione di campionamento il prelievo del sedimento è effettuato come descritto di seguito:

- viene eseguita 1 bennata con benna Van Veen (0.112 m² con superficie di campionamento e capacità 22 litri);
- vengono prelevati i primi 5 cm circa di strato superficiale;
- gli strati superficiali vengono poi omogeneizzati in un unico contenitore e il campione così ottenuto è suddiviso in aliquote;
- ciascuna aliquota è raccolta in contenitore apposito ed identificata con codice della stazione di campionamento e tipologia di indagine al quale è destinato il campione.

3.1.3 Prelievo biota

3.1.3.a Prelievo per indagini chimiche

Per le analisi da effettuare sul biota (pesce) ai sensi del D.Lgs 172/15 sono state individuate in modo convenzionale due stazioni, una per ogni corpo idrico marino costiero (Tabella 4 e Figura 102). A riguardo si precisa che questa matrice, essendo di fatto non stanziale, viene prelevata da operatori del settore della pesca che operano in un'area più ampia rispetto a quella puntuale indicata dalle stazioni individuate. I campioni così prelevati, costituiti ognuno da almeno 10 individui per un peso totale non inferiore a 300 g, sono consegnati freschi e nel più breve tempo possibile presso il laboratorio Arpae che esegue le analisi. Per il monitoraggio degli idrocarburi policiclici aromatici nel biota (molluschi), sono state infine selezionate ulteriori 4 stazioni già appartenenti all'esistente rete vita molluschi istituita ai sensi dell'art. 87 del D.Lgs 152/06 (Tabella 4 e Figura 128).

3.1.4 Determinazioni parametri chimico-fisici e biologici colonna d'acqua

La determinazione dei parametri idrologici viene effettuata mediante la strumentazione installata a bordo del battello oceanografico "Daphne II". Viene inoltre eseguito il monitoraggio dell'evoluzione degli aggregati mucillaginosi mediante l'utilizzo di una telecamera subacquea filoguidata le cui immagini vengono archiviate in una banca dati.

Parametro	Caratteristiche strumentali
Temperatura	Utilizzo di Sonda multiparametrica Idronaut mod. Ocean Seven 316 Plus che, azionata da un verricello, viene calata sulla verticale. I dati acquisiti sono trasmessi al computer di bordo, mediati per ogni metro di profondità, visualizzati su terminale e registrati
Salinità	
Ossigeno disciolto	
pH	
Conducibilità	
Pressione	
Torbidità	
Clorofilla "a" profilo verticale	Fluorimetro "Cyclops Sensor 7F" abbinato alla sonda multiparametrica Idronaut mod. Ocean Seven 316 Plus
Clorofilla "a" concentrazione	Metodo fluorimetrico mediante TURNER 10 AU
Trasparenza	Disco di Secchi
Stato di aggregazione e distribuzione sulla colonna d'acqua di aggregati mucillaginosi	Telecamera filoguidata (Luna Advance Pro di Studio Matacchiera)

Caratteristiche della sonda multiparametrica:

Tipi di sensore	Range	Accuratezza	Sensibilità	K time
Pressione	0 – 200 dbar	0.2 % f.s.	0.03 %	50 ms
Temperatura	-3 - +50 °C	0.003 °C	0.0005 °C	50 ms
Conducibilità	0 – 64 mS/cm	0.003 mS/cm	0.001 mS/cm	50 ms
Ossigeno disciolto	0 – 50 ppm	0.1 ppm	0.01 ppm	3 s
	0 – 500% sat.	1% sat.	0.1% sat.	3 s
pH	0 – 14 pH	0.01 pH	0.001 pH	3 s
Torbidimetro	0 – 4000 ftu	1% f. s.	4.0 ftu	1 s
Fluorimetro	0 – 30 µg/l	1% f. s.	0.1 µg/l	1 s

3.2 METODI ANALITICI

3.2.1 Matrice acqua

3.2.1.a Ricerca microinquinanti organici e inorganici

Parametro	Metodo analitico
Pesticidi	
2,4'-DDT	
4,4'-DDT	
2,4'-DDE	
4,4'-DDE	
2,4'-DDD	
4,4'-DDD	
HCH Alfa	
HCH Beta	
HCH Delta	
Lindano (HCH Gamma)	
Alaclor	
Aldrin	
Dieldrin	
Endrin	
Isodrin	
Esaclorobenzene	
Atrazina	
Trifluralin	
Clorfenvinfos	
Clorpirifos (Clorpirifos etile)	
Simazina	
Pentaclorobenzene	
Endosulfan (somma)	
Diuron	
Isoproturon	
Chinossifen	- Metodo interno
Aclonifen	
Cibutrina	
Terbutrina	
Dimetoato	
Terbutilazina e desetil-terbutilazina	
Azoxistrobin	
Boscalid	
Carbendazim	
Clorantraniliprola (DPX E – 2Y45)	
Cloridazon	
Dimetomorf	
Fludioxonil	
Fluopicolide	
Fluxapyroxad	
Imidacloprid	
Metalaxil	
Metamitron	
Metolaclo	
Metrafenone	
Oxadiazon	
Pirimicarb	
Procloraz	
Propizamide	
Tebuconazolo	
Tiametoxam	

Parametro	Metodo analitico
Triticonazolo	
Solventi organici	
Benzene	- EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
1,2-Dicloroetano	
Diclorometano	
Esaclorobutadiene	
Tetracloruro di carbonio	
Tetracloroetilene	
Tricloroetilene	
1,2,4-Triclorobenzene	
1,2,3-Triclorobenzene	
1,3,5-Triclorobenzene	
Triclorometano	
Ftalati	
Di (2-etilesil) ftalato (DEHP)	- EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018
Alchilfenoli	
4- Nonilfenolo	- EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018
Ottilfenolo 4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	
Clorofenoli	
Pentaclorofenolo	- ASTM D6520-18
Cloroalcani	
Cloroalcani C10-C13 (Cl 51.5%)	- Metodo interno
Difenileteri Polibromurati (PBDE)	
Difeniletere bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99,100, 153 e 154)	- EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018
Policiclici Aromatici	
Fluorantene	- EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018
Antracene	
Benzo(a)pirene	
Benzo(b)fluorantene	
Benzo(k)fluorantene	
Benzo(g,h,i)perilene	
Indeno(1,2,3-cd)pirene	
Naftalene	
Metalli	
Mercurio e composti	- EPA 245.7 2005
Cadmio	- UNI EN ISO 17294-2:2023
Nichel	
Piombo	
Organometalli	
Tributilstagno (composti) (tributilstagno-catione)	- Metodo interno

3.2.1.b Determinazione dei sali nutritivi

Parametro	Metodo analitico
Fosforo e azoto totali e totali solubili	Methods of Seawater Analysis, Grasshoff K, M. Ehrhardt, K. Kremling Eds, Verlag Chemie, Weinheim, 1983. Valderrama J.C., 1981. Mar.Chem.,10 SEAL Analytical Q-031-04 Rev.2 (Multitest MT3A) SEAL Analytical Q-035-04 Rev.7 (Multitest MT3B, 3C)
Fosforo reattivo	SEAL Analytical Q-064-05 Rev. 11
Azoto ammoniacale	SEAL Analytical Q-080-06 Rev. 7
Azoto nitroso	SEAL Analytical Q-070-05 Rev. 9
Azoto nitrico	SEAL Analytical Q-068-05 Rev. 14
Silicati	SEAL Analytical Q-066-05 Rev. 7

3.2.1.c Analisi quali-quantitativa del Fitoplancton

Il campionamento e l'analisi del fitoplancton è stato eseguito secondo i criteri definiti nelle "Metodologie di studio del plancton marino" (ISPRA Manuali e Linee Guida 56/2010). L'analisi quali-quantitativa è stata effettuata utilizzando un microscopio rovesciato Nikon Ti-eclipse con i seguenti ingrandimenti: 1000x, 400x, 200x, 100x. L'analisi qualitativa e quantitativa del campione viene eseguita secondo la metodologia riportata nella norma UNI EN 15204: 2006.

A supporto del dato quali-quantitativo, ove necessario, può essere raccolta una retinata di fitoplancton lungo la colonna d'acqua utilizzando un retino in nylon con maglia da 20 µm.

3.2.2 Matrice sedimento

3.2.2.a Indagini chimico/fisiche

Determinazione	Metodo analitico
Analisi granulometrica	- "Metodologie analitiche di riferimento-Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003)", Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Servizio Difesa Mare e ICRAM, p. 84. - ASTM E11:24 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. - ISO 3310-1:2016 Test sieves - Technical requirements and testing - Part 1: Test sieves of metal wire cloth. - ISO 13317-3:2001 Determination of particle size distribution by gravitational liquid sedimentation methods - Part 3: X-ray gravitational technique. - Romano E., Ausili A., Bergamin L., Celia Magno M., Pierfranceschi G., Venti F., 2018. Analisi granulometriche dei sedimenti marini. Linee Guida SNPA 18/2018.
Carbonio organico (TOC)	- DM 13/09/1999 GU n°248 21/10/1999 Met VII 1 - "Determinazione del carbonio totale o organico e dell'azoto totale con analizzatore elementare."

3.2.2.b Ricerca microinquinanti organici e inorganici

Sostanza	Metodo analitico
Metalli	
Mercurio	- UNI EN ISO 54321:2021 MET.B + UNI EN 16171:2016
Cadmio	
Nichel	
Piombo	
Arsenico	
Cromo totale	
Cromo esavalente (Cr VI)	- Manuale ANPA 3/200116. Cromo esavalente: metodo tampone fosfato.
Organometalli	
Tributilstagno	- Metodo interno
Pesticidi	
Aldrin	- Metodo interno
Alfa esaclorocicloesano	
Beta esaclorocicloesano	

Sostanza	Metodo analitico
Gamma esaclorocicloesano lindano	
DDT	
DDD	
DDE	
Dieldrin	
Esaclorobenzene	
Policiclici Aromatici	- EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018
Naftalene	
Acenaftilene	
Acenaftene	
Fluorene	
Fenantrene	
Antracene	
Fluorantene	
Pirene	
Benzo(a)antracene	
Crisene	
Benzo(b)+(j)fluorantene	
Benzo(k)fluorantene	
Benzo(a)pirene	
Indeno(1,2,3,c,d)pirene	
Dibenzo(ac)+(ah)antracene	
Benzo(ghi)perilene	
Diossine e Furani	- EPA 1613B 1994
2.3.7.8-T4CDD	
1.2.3.7.8-P5CDD	
1.2.3.4.7.8-H6CDD	
1.2.3.6.7.8-H6CDD	
1.2.3.7.8.9-H6CDD	
1.2.3.4.6.7.8-H7CDD	
O8CDD	
2.3.7.8-T4CDF	
1.2.3.7.8-P5CDF	
2.3.4.7.8-P5CDF	
1.2.3.4.7.8-H6CDF	
1.2.3.6.7.8-H6CDF	
2.3.4.6.7.8-H6CDF	
1.2.3.7.8.9-H6CDF	
1.2.3.4.6.7.8-H7CDF	
1.2.3.4.7.8.9-H7CDF	
O8CDF	
PCB	- EPA 3545A 2007 + EPA 3665A 1996 + EPA 3660B 1996 + EPA 8270E 2018
T3CB- 31+28	
T4CB-52	
P5CB-101	
T4CB-81	
T4CB-77	
P5CB-123	
P5CB-118	
P5CB-114	
H6CB-153+168	
P5CB-105	
H6CB-138	
P5CB-126	
H6CB-128+167	
H6CB-156	
H6CB-157	
H7CB-180+193	
H6CB-169	
H7CB-170	
H7CB-189	

3.2.2.c Analisi quali-quantitativa del macrozoobenthos

Vengono adottati i criteri definiti da Gambi, M.C. & Dappiano, M. (Ed. 2003), Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo con il contributo di APAT, SIBM, ICRAM in Biologia marina mediterranea Vol. 10 (suppl.). Per ciascuna stazione è previsto il campionamento in 3 repliche di sedimento mediante benna Van Veen (0.112 m²) e conseguente:

- setacciatura del sedimento in campo con setacci da maglie di 1.0 mm;
- preparazione dei campioni e fissazione;
- *sorting* dei campioni in laboratorio.

L'indagine consiste nella:

- identificazione dei taxa con determinazione del numero di specie e del numero di individui (composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici);
- segnalazione dei taxa sensibili;
- elaborazione della matrice quantitativa dei dati su cui calcolare: l'Indice di Diversità specifica (H Shannon) e gli Indici specificati nella normativa quali AMBI, M-AMBI.

3.2.3 Matrice biota

3.2.3.a Ricerca microinquinanti organici e inorganici

Sostanza	Metodo analitico
Metalli	
Mercurio	- UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023
Pesticidi	
2,4'-DDT	- Metodo interno (Estrazione Quechers e determinazione in GC-Triplo Quadrupolo)
4,4'-DDT	
2,4'-DDE	
4,4'-DDE	
2,4'-DDD	
4,4'-DDD	
Esaclorobenzene	
Dicofol	
Acido perfluorottansolfonico e suoi sali (PFOS)	- EPA 1633 2024
Solventi organici	
Esaclorobutadiene	- EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018
Difenileteri Polibromurati (PBDE)	
Difeniletere bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99, 100, 153 e 154)	- Metodo interno (Estrazione ASE, purificazione con attacco acido+power prep e determinazione in GC/MS/MS)
Policiclici Aromatici	
Fluorantene	- Metodologie analitiche di riferimento, Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003), Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Servizio Difesa Mare e ICRAM, BIOACCUMULO IN BIVALVI, Scheda 5
Benzo(a)pirene	

Sostanza	Metodo analitico
Diossine e Furani	
2.3.7.8-T4CDD	- Metodo EPA 1613B 1994 (HRGC+HRMS)
1.2.3.7.8-P5CDD	
1.2.3.4.7.8-H6CDD	
1.2.3.6.7.8-H6CDD	
1.2.3.7.8.9-H6CDD	
1.2.3.4.6.7.8-H7CDD	
O8CDD	
2.3.7.8-T4CDF	
1.2.3.7.8-P5CDF	
2.3.4.7.8-P5CDF	
1.2.3.4.7.8-H6CDF	
1.2.3.6.7.8-H6CDF	
2.3.4.6.7.8-H6CDF	
1.2.3.7.8.9-H6CDF	
1.2.3.4.6.7.8-H7CDF	
1.2.3.4.7.8.9-H7CDF	
O8CDF	
PCB	
T4CB-81	- Metodo interno (Estrazione ASE, purificazione con attacco acido+power prep e determinazione in HRMS)
T4CB-77	
P5CB-123	
P5CB-118	
P5CB-114	
P5CB-105	
P5CB-126	
H6CB-128+167	
H6CB-156	
H6CB-157	
H6CB-169	
H7CB-189	

3.2.4 Indagini meteo-marine

Determinazione	Strumentazione - Località
Precipitazioni atmosferiche	Stazione meteorologica Cesenatico-Pluviografo (SIAP)
Portate fiume Po	Fornite dal Servizio IdroMeteoclima di Arpa

4 LO STATO TROFICO

4.1 RETE DI MONITORAGGIO

L'attività di monitoraggio prevista per il controllo e la valutazione dello stato trofico lungo la costa dell'Emilia-Romagna si attua su una rete di 35 stazioni distribuite nel tratto compreso tra Lido di Volano e Cattolica e posizionate a partire da 500 m dalla linea di costa fino a 20 km al largo.

Nella Tabella 1 vengono elencate le stazioni con le loro coordinate geografiche e caratteristiche batimetriche, mentre nella Figura 6 viene rappresentata la rete di monitoraggio.

L'attività di controllo e di studio del fenomeno "Eutrofizzazione" che interessa questa zona dell'Adriatico nord-occidentale ha come obiettivo non solo quello di tenere monitorate costantemente le diverse matrici che compongono l'ecosistema marino ma anche ricercare e studiare i fattori causali del processo e attuare le migliori strategie di prevenzione e protezione della qualità ambientale. Le finalità delle misure e dei prelievi previsti dal piano di monitoraggio indicato 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;
- valutare l'efficacia di eventuali interventi di risanamento eseguiti a breve e lungo termine per la salvaguardia degli ecosistemi e per la tutela delle risorse;
- implementare l'archivio di dati e utilizzare le informazioni per applicare modelli previsionali a supporto delle attività di controllo e gestione.

Tabella 1 – Rete di monitoraggio delle acque marino costiere della Regione Emilia-Romagna per il controllo dell'eutrofizzazione (L.R. 39/78, L.R. 3/99 e L.R. 44/95)

Codice Stazione	Località	Prof. metri	Dist. km	LAT WGS84 (gg.ppddddd)	LON WGS84 (gg.ppddddd)	Lat_ETRS89 fuso 32	Lon_ETRS89 fuso 32
2	Lido di Volano	3.9	0.5	44.457656	12.155128	4961763.238	757882.26
3	Lido Nazioni	5.1	0.5	44.434495	12.150388	4957450.172	757428.483
4	Porto Garibaldi	3.7	0.5	44.396873	12.154228	4950505.149	758214.1
5	Foce Reno	5.2	0.5	44.365613	12.174268	4944824.206	761095.818
6	Casalborsetti	5.2	0.5	44.332012	12.174568	4938605.031	761386.573
8	Marina di Ravenna	3.5	0.5	44.28299	12.175348	4929533.503	761855.835
9	Lido Adriano	5.4	0.5	44.240749	12.195387	4921820.87	764830.451
11	Lido di Savio	3.9	0.5	44.195268	12.208826	4913473.642	766958.552
12	Cervia	3.5	0.5	44.162989	12.217405	4907544.138	768343.888
13	Zadina	3.0	0.5	44.13621	12.23442	4902680.131	770812.14
14	Cesenatico	3.1	0.5	44.127226	12.241524	4901056.078	771826.786
16	Bellaria	4.2	0.5	44.090626	12.283585	4894514.955	777713.919
17	Rimini	4.3	0.5	44.046585	12.350548	4886745.082	786995.037
18	Riccione	3.8	0.5	44.016584	12.38289	4881380.572	791556.879
19	Cattolica	4.1	0.5	43.582924	12.444691	4875519.162	800094.751
302	Lido di Volano	6.7	3	44.456876	12.174088	4961719.579	760388.963
304	Porto Garibaldi	9.1	3	44.396934	12.172888	4950615.542	760679.242
306	Casalborsetti	10.2	3	44.334052	12.193348	4939083.479	763857.269
308	Marina di Ravenna	8.1	3	44.28899	12.192627	4930737.022	764101.26
309	Lido Adriano	9.4	3	44.243089	12.213866	4922354.262	767265.292
314	Cesenatico	8.3	3	44.132626	12.258444	4902149.571	774037.947
317	Rimini	9.9	3	44.058165	12.359907	4888943.406	788150.232
319	Cattolica	11	3	43.593664	12.455912	4877575.705	801504.241
602	Lido di Volano	7.8	6	44.455737	12.196888	4961631.15	763405.026
604	Porto Garibaldi	12	6	44.397054	12.194968	4950756.24	763595.824
609	Lido Adriano	11.4	6	44.24549	12.235585	4922917.697	770129.309
614	Cesenatico	10.2	6	44.139407	12.278603	4903517.701	776668.771
619	Cattolica	12.1	6	44.006625	12.469712	4880059.585	803238.508
1002	Lido di Volano	10.1	10	44.454357	12.227489	4961542.211	767452.199
1004	Porto Garibaldi	14.8	10	44.397175	12.225689	4950945.689	767654.129
1009	Lido Adriano	15.1	10	44.249031	12.265945	4923741.645	774130.687
1014	Cesenatico	12.3	10	44.148588	12.305963	4905372.19	780237.865
1019	Cattolica	13.6	10	44.023846	12.487892	4883359.711	805519.846
2004	Porto Garibaldi	26.5	20	44.397297	12.301289	4951390.256	777642.331
2014	Cesenatico	22.0	20	44.17109	12.373884	4909931.106	789092.228

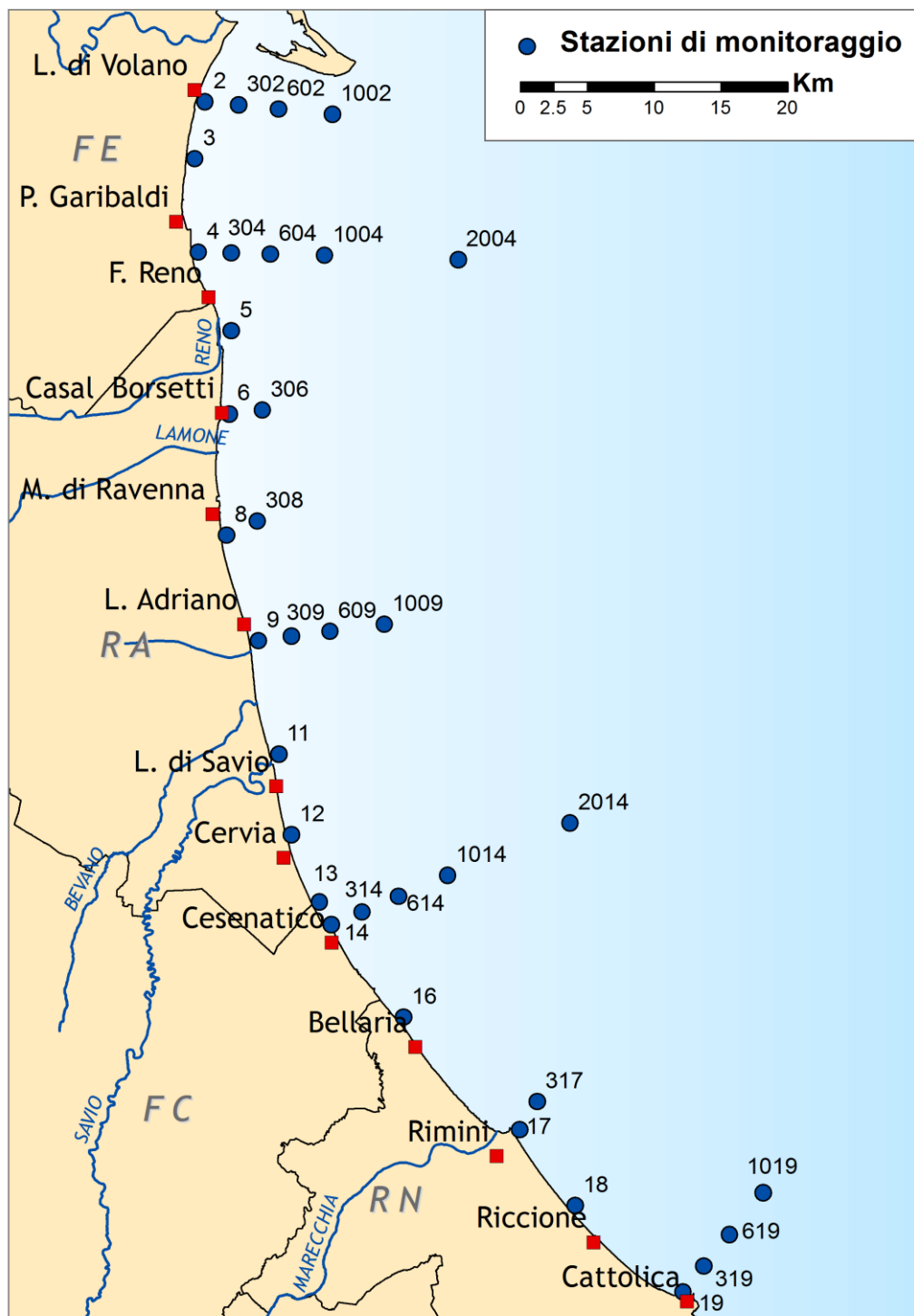


Figura 6 – Rete di monitoraggio per il controllo dell'eutrofizzazione (L.R.39/78, L.R.3/99 e L.R.44/95)

4.1.1 Parametri e frequenza di campionamento

Il monitoraggio di base scaturisce sia dall'esperienza acquisita attraverso la tradizionale attività nel campo del controllo dell'ecosistema costiero, sia dall'effettiva esigenza di tutelare un'area di mare che, per le condizioni che la caratterizzano, è soggetta a possibili distrofie le cui conseguenze possono determinare pesanti effetti sull'ambiente nonché sulle economie collegate al turismo e alla pesca. I dati di caratterizzazione dello stato trofico ricavati dall'attività di monitoraggio vengono elaborati e pubblicati dal 1981. Un importante data set che ha permesso di disegnare la climatologia di base dei parametri presi in considerazione e il loro campo di variazione, un riferimento utile alla definizione del livello di scostamento da una situazione "normale".

Il monitoraggio lungo la costa emiliano romagnola prevede in generale una frequenza di campionamento quindicinale per i parametri nutrienti e mensile per il fitoplancton. Per le variabili idrologiche la frequenza invece è settimanale nel periodo estivo da giugno a settembre e quindicinale per i restanti mesi. Il monitoraggio quindicinale viene effettuato, in condizioni meteo-marine favorevoli, generalmente la 1° e la 3° settimana del mese.

Per quanto riguarda i nutrienti il campionamento viene eseguito su tutte le stazioni ad esclusione di quelle situate a 6 km di distanza dalla costa. Per temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH viene fornito il profilo verticale registrato con la sonda multiparametrica mediato ad ogni metro di profondità al fine di individuare gli stati di stabilità ed instabilità della colonna d'acqua, le stratificazioni termiche (termoclini) e saline (aloclini), nonché gli stati anossici e/o ipossici che si possono verificare a livello del fondale.

Nel campionamento del fitoplancton, effettuato alla profondità di 50 cm, le stazioni controllate sono quelle poste a 500 m e a 3 km dalla costa antistante Lido di Volano, Porto Garibaldi, Lido Adriano, Cesenatico, Rimini.

Durante la prima settimana di ogni mese il piano di monitoraggio prevede la determinazione dei nutrienti e la misurazione dei parametri idrologici anche nelle stazioni posizionate a 20 km dalla costa lungo i transetti di Porto Garibaldi (stazione 2004) e di Cesenatico (stazione 2014); vengono inoltre eseguite, sempre lo stesso giorno in entrambi i transetti, analisi di nutrienti anche sulle acque di fondo nelle stazioni a 3, 10 e 20 km.

Ulteriore finalità all'indagine nell'area al largo è quella di individuare l'incidenza del carico di nutrienti sversati dal fiume Po e caratterizzare gli apporti dal bacino padano rispetto a quelli veicolati dai bacini costieri.

Nella Tabella 2 vengono riepilogati i parametri controllati e le misure effettuate in ogni stazione e la frequenza di campionamento.

Tabella 2 – Schema del piano di monitoraggio per il controllo dell'eutrofizzazione

CODICE STAZIONE	FITOPLANKTON	NUTRIENTI		PROFILI (CTD)	
	MENSILE	QUINDICINALE	MENSILE	QUINDICINALE* SETTIMANALE**	MENSILE
2					
3					
4					
5					
6					
8					
9					
11					
12					
13					
14					
16					
17					
18					
19					
302					
304			fondo		
306					
308					
309					
314			fondo		
317					
319					
602					
604					
609					
614					
619					
1002					
1004			fondo		
1009					
1014			fondo		
1019					
2004			sup/fon		
2014			sup/fon		

(*) Quindicinale da gennaio a maggio e da ottobre a dicembre

(**) Settimanale da giugno a settembre

4.2 RASSEGNA DEGLI EVENTI EUTROFICI DEL LITORALE EMILIANO ROMAGNOLO

Nel 2025 il battello oceanografico Daphne II è stato sottoposto a interventi di manutenzione straordinaria, che hanno comportato la sospensione delle attività di monitoraggio in mare durante il periodo autunnale a partire da ottobre fino a fine anno.

Il 2025 ha confermato la tendenza ad un riscaldamento atmosferico generale, con il rilevamento di temperature elevate in tutte le stagioni, in alcuni momenti al di sopra delle medie climatiche di riferimento e con anomalie termiche significative. Questa condizione ha influito direttamente sui valori delle temperature in ambiente marino sia in superficie che lungo la colonna d'acqua.

L'anno si è contraddistinto anche per andamenti medio alti delle portate dai bacini costieri regionali e dal bacino padano. Intense precipitazioni in alcuni periodi dell'anno, hanno portato all'immissione in ambiente marino di enormi quantità di acque dolci alterando l'assetto fisico-chimico dell'ecosistema. Da sempre il tratto di mare antistante l'Emilia-Romagna per la sua conformazione e posizione geografica risente del carico apportato dai fiumi che determinano sia una marcata diluizione delle acque costiere superficiali, sia un elevato input di nutrienti. Questi ultimi, come fosforo e azoto, veicolati dalle plume fluviali e riversati in mare rappresentano il fattore nutrizionale responsabile della produzione primaria della zona, ma un eccessivo apporto, può innescare fenomeni di eutrofizzazione e portare a criticità soprattutto a livello del fondale. In condizioni particolari di stasi idrodinamica e temperature elevate, la fine del ciclo di vita di un'intensa fioritura microalgale può innescare un aumento dell'attività aerobica dei detritivori sul fondo che può degenerare in episodi di ipossia o anossia (carenza/assenza di ossigeno disciolto) con ripercussioni sulla biodiversità bentonica.

Nel 2025, l'interazione tra questi fattori climatici e idrologici ha caratterizzato lo stato qualitativo dell'ambiente marino insieme alla naturale variabilità stagionale.

A gennaio, i primi controlli dell'anno, hanno evidenziato una buona qualità delle acque marino costiere con valori di clorofilla "a" medio bassi e una buona salinità anche nei primi metri lungo la colonna d'acqua (Figura 7). La temperatura in superficie si è attestata sui 7 °C con una trasparenza in costa rimasta intorno a 1 metro, mentre al largo si sono misurati valori più elevati correlati ad una torbidità minore.

A fine gennaio e inizio febbraio, in corrispondenza ad un aumento delle portate dai fiumi, si registra un cambiamento delle condizioni ambientali. Maggiori immissioni di acqua dolce in mare oltre a diluire le acque in superficie hanno comportato un incremento del carico di nutrienti in ambiente marino, come fosforo e azoto fattori responsabili dell'incremento della produzione primaria. Questo afflusso di acqua dolce quindi, ricco di nutrienti, ha stimolato una crescita massiccia di fitoplancton marino con conseguente aumento delle concentrazioni di clorofilla "a". La presenza di intense fioriture e di materiale terrigeno trasportato dai fiumi ha reso le acque marine progressivamente più torbide e meno trasparenti.

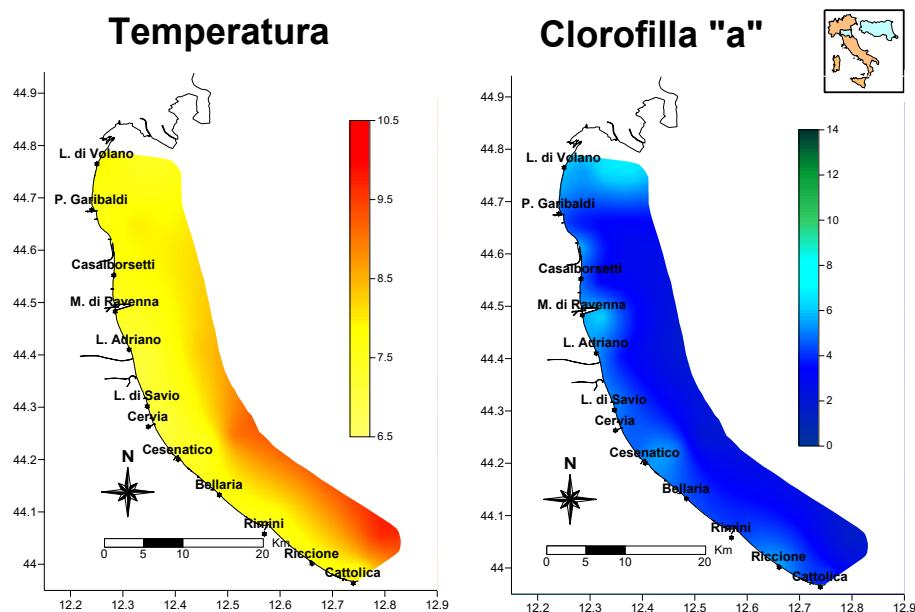


Figura 7 – Mappa di distribuzione della temperatura (°C) e della clorofilla (µg/l) in superficie durante i controlli del 20-21 gennaio fino a 10 km al largo

Durante i controlli del 5-6 febbraio si è registrata una condizione di eutrofizzazione estesa a tutta la costa anche al largo (Figura 8). Basse salinità hanno caratterizzato le acque superficiali lungo tutta la costa a conferma di apporti significativi non solo dal bacino padano ma anche dai bacini costieri regionali.

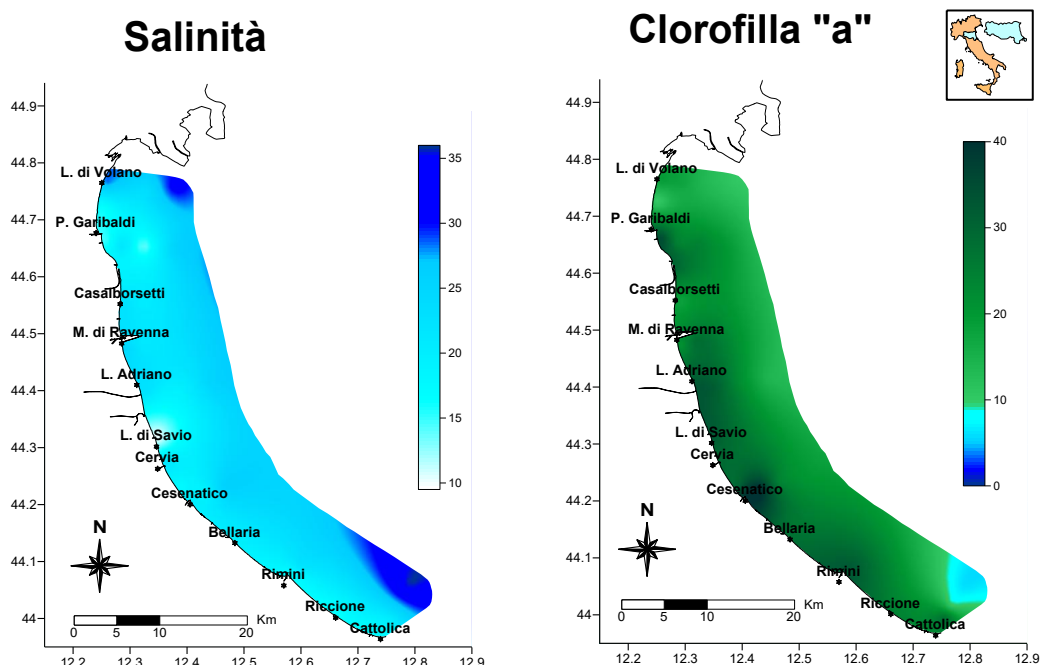


Figura 8 – Mappe di distribuzione della salinità (psu) e della clorofilla “a” in superficie fino a 10 km al largo durante i controlli del 5-6 febbraio

Le fioriture microalgali registrate in questo periodo erano dominate prevalentemente dalla diatomea *Skeletonema* spp. specie tipica dei periodi freddi e ricchi di nutrienti. Una conseguenza visibile di questa condizione è stata un aumento della torbidità

lungo la colonna d'acqua e una colorazione tendente al brunastro delle acque marine.

Tra marzo e aprile si sono verificati eventi meteorologici che hanno portato a precipitazioni più o meno diffuse su tutta la regione con un conseguente innalzamento dei livelli dei fiumi. Il continuo apporto di acque dolci dai bacini costieri in ambiente marino ha determinato il mantenimento in superficie, di valori bassi di salinità e la proliferazione della comunità fitoplanctonica con sviluppo di fioriture più o meno intense. Questa condizione di elevata trofia si è instaurata lungo tutta la costa anche nelle aree più al largo. I campioni di acqua prelevati e analizzati hanno segnalato la presenza di altri due generi appartenenti al gruppo delle Diatomee *Chaetoceros* spp. e *Pseudo-nitzschia* spp. tipiche del periodo e di ambienti ricchi di nutrienti. La presenza di queste fioriture, insieme al materiale inorganico sospeso derivante dagli apporti fluviali, ha contribuito ad incrementare la torbidità delle acque e diminuirne la trasparenza lungo la verticale (Figura 9).

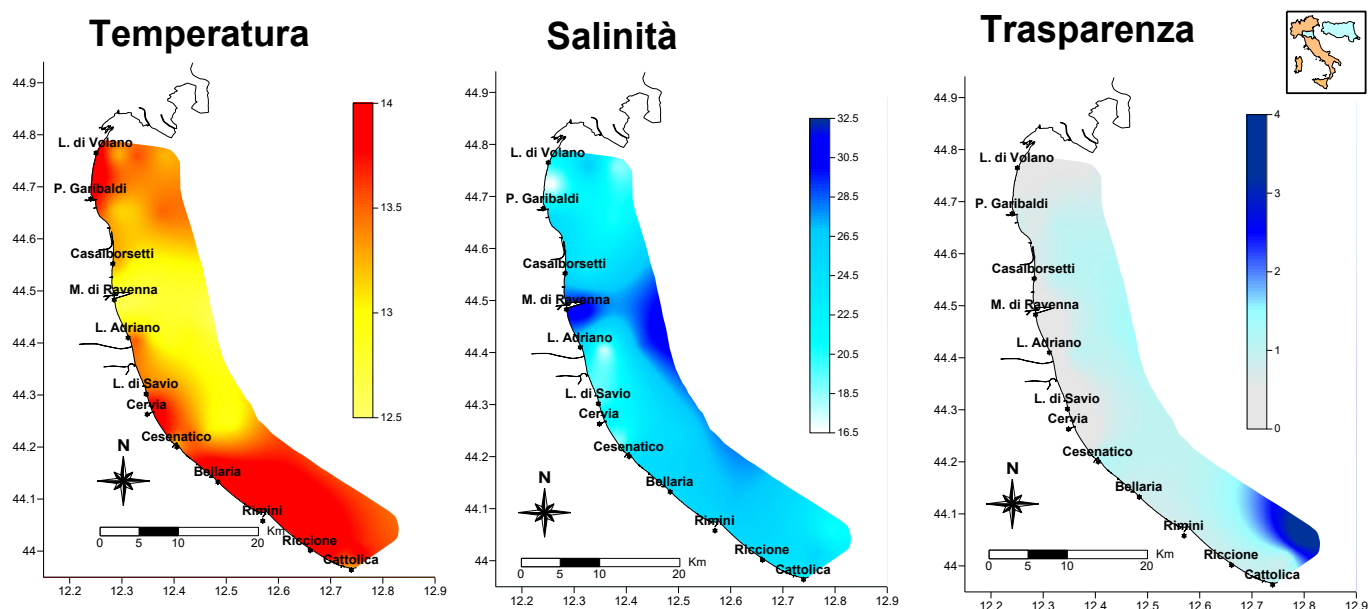


Figura 9 – Mappe di distribuzione della temperatura (°C), della salinità (psu) e della trasparenza (m) lungo la costa fino a 10 km al largo durante i controlli del 3-4 aprile

A partire dal mese di aprile si è registrato un progressivo incremento dei valori di temperature nelle acque in superficie sia in costa che al largo conseguentemente all'aumento delle temperature esterne.

Verso la fine del mese si sono registrate a Pontelagoscuro portate elevatissime dal Po (Figura 32), con picchi superiori ai 6000 mc/sec (max= 6625 mc/sec il 21 aprile): questo ha portato ad una forte immissione di acque dolci in mare. I controlli effettuati i giorni successivi non hanno registrato diluizioni significative in quanto, eventi meteorologici verificatesi qualche giorno prima, hanno portato ad un forte rimescolamento lungo tutta la colonna d'acqua determinando un miglioramento della condizione ambientale non solo al largo ma anche in prossimità della costa.

Nel monitoraggio del 6-7 maggio si è osservata una buona trasparenza e valori di salinità medi alti lungo tutta la costa. Le concentrazioni di ossigeno disciolto si sono mantenute su livelli ottimali nell'intera colonna d'acqua, inclusi gli strati prossimi al fondale, infine si è rilevato un incremento delle temperature superficiali con valori medi superiori a 15 °C (Figura 10).

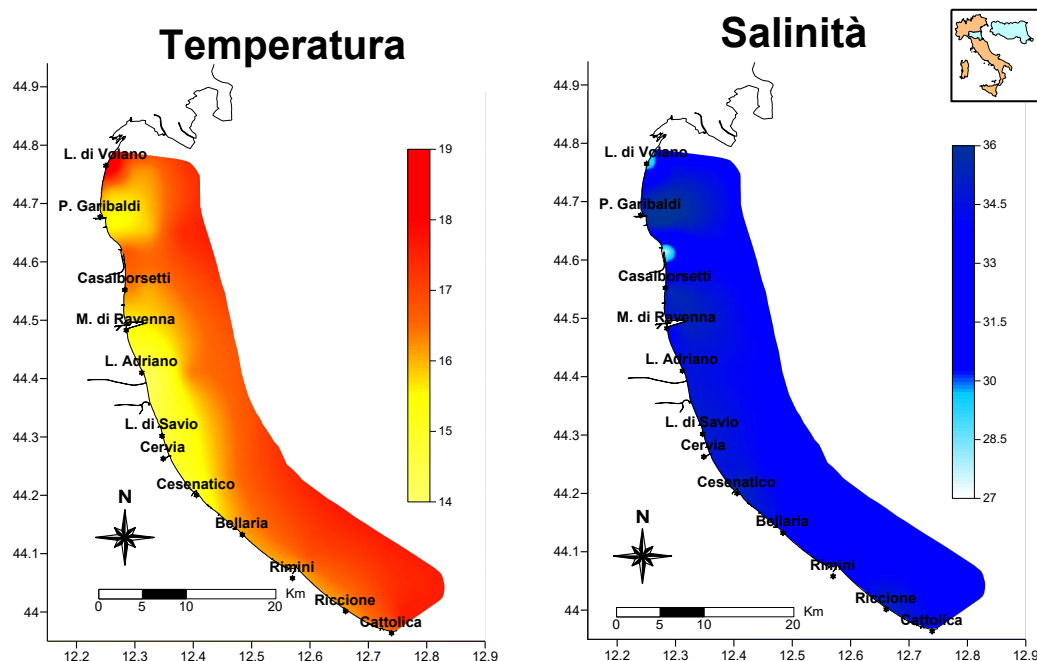


Figura 10 – Mappe di distribuzione della temperatura (°C) e della salinità (psu) in superficie fino a 10 km al largo durante i controlli del 6-7 maggio

Nel corso del mese di giugno si assiste ad un innalzamento repentino delle temperature delle acque superficiali sia in costa che al largo (Figura 11) in concomitanza al perdurare di elevate temperature esterne diurne e notturne. Durante i controlli del 16-19 giugno si sono registrati valori massimi intorno ai 28 °C nelle stazioni in costa posizionate nella parte più settentrionale.

La qualità dell'ambiente marino rimane in generale su buoni livelli con concentrazioni degli indici trofici medio basse e valori di salinità superiori ai 30 psu. Fanno eccezione limitate zone localizzate nella parte più a nord a ridosso della costa dove i dati di clorofilla "a" si assestano su valori intorno ai 10 µg/l e la salinità rimane di poco inferiore ai 30 psu nel primo metro della colonna d'acqua.

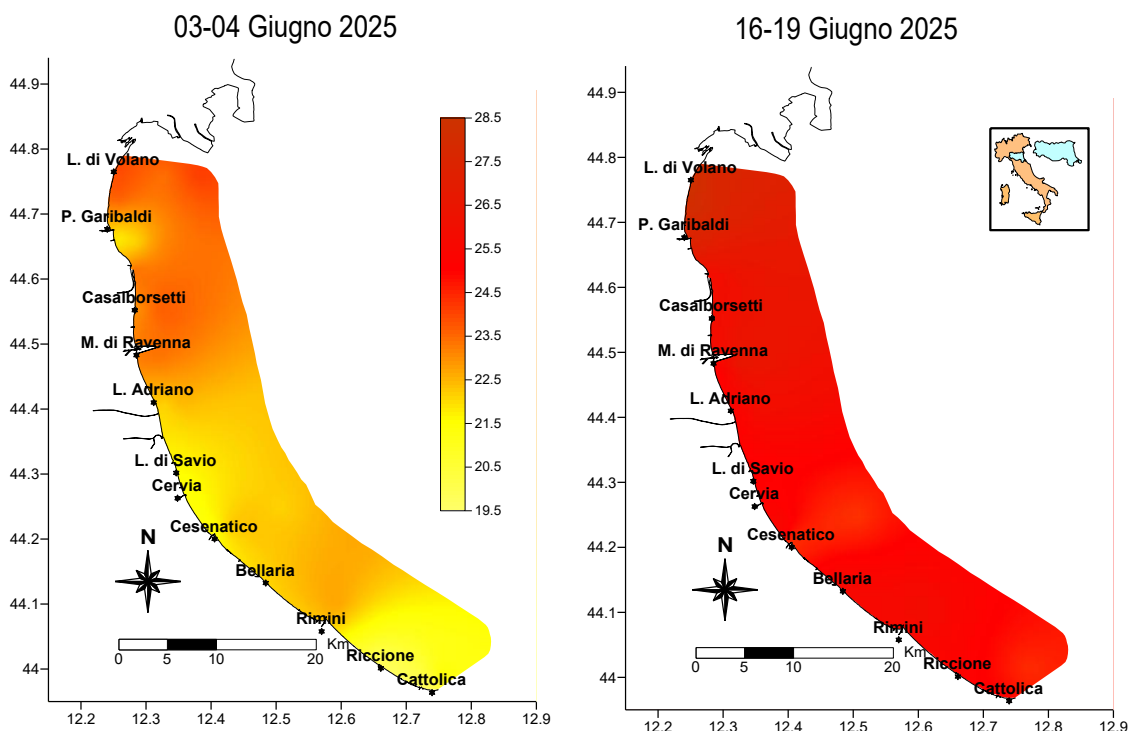


Figura 11 – Mappe di distribuzione della temperatura (°C) in superficie fino a 10 km al largo durante i controlli del 3-4 e 16-19 giugno

Nel corso dei mesi estivi si è instaurata una condizione ambientale diversa tra la zona più settentrionale della costa e quella centro meridionale.

La parte più a nord è stata caratterizzata da salinità medie basse a conferma di un continuo, anche se minimo, apporto di acque dolci dall'entroterra. Questa condizione ha comportato non solo una costante diluizione delle acque in superficie ma anche un input di nutrienti che ha sostenuto la componente microalgale marina. Si sono rilevate in alcune stazioni concentrazioni di Diatomee e Dinoflagellati alte che hanno mantenuto i valori di clorofilla "a" superiori a 10 µg/l anche ad agosto, contribuendo a mantenere acque marine torbide e poco trasparenti. L'area più meridionale, al contrario, ha rilevato valori bassi di clorofilla e una buona salinità a conferma di ridotti apporti di acqua dai bacini costieri. La trasparenza è risultata spesso elevata non solo al largo ma anche in costa.

In Figura 12 sono rappresentate le mappe di distribuzione di alcuni parametri misurati nelle acque marine in superficie durante i primi giorni di luglio: si osserva un'area settentrionale con indici trofici intorno ai 14 µg/l e salinità basse mentre, nella parte centro meridionale, i parametri evidenziano una condizione ambientale tendente all'oligotrofia.

In particolare, nelle stazioni lungo il transetto di Volano, nella parte nord della costa, si è osservata la presenza abbondante di Diatomee (come *Chaetoceros* spp e *Thalassionema nitzschioides*) e di nanoplankton che hanno contribuito anche a rendere le acque marine progressivamente più torbide e meno trasparenti.

La mappa della temperatura evidenzia valori elevati in particolare tra Marina di Ravenna e Lido di Volano che hanno raggiunto anche i 30 °C. Durante questo monitoraggio si sono registrate, in mare, le più alte temperature del 2025.

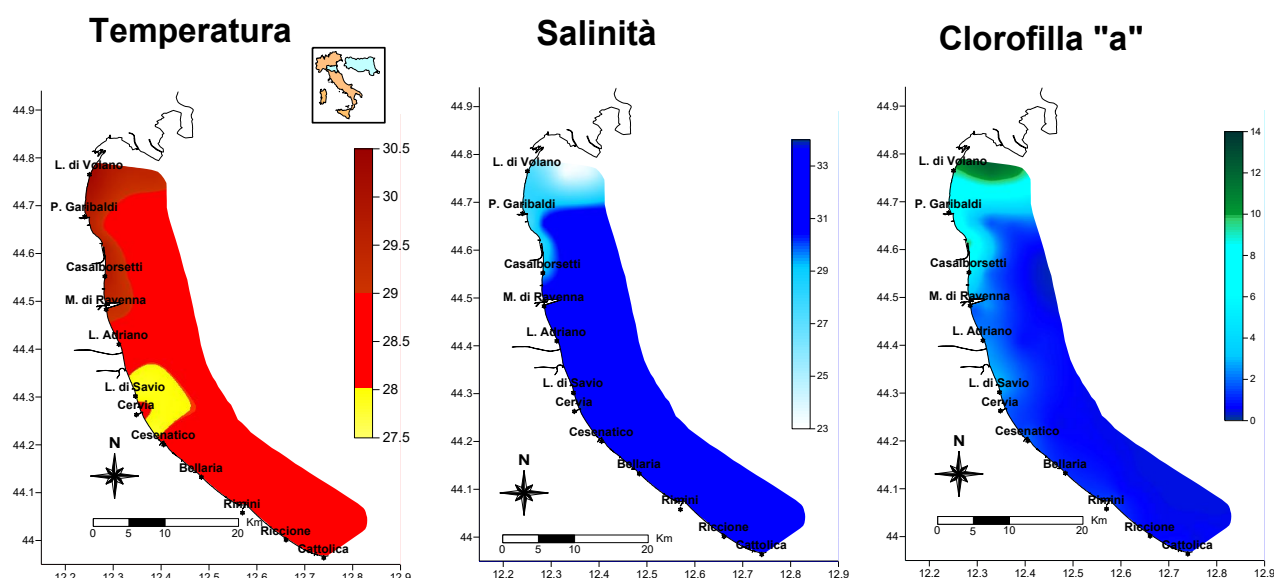


Figura 12 – Mappe di distribuzione della temperatura (°C), della salinità (psu) e della clorofilla (µg/l) in superficie fino a 10 km al largo durante i controlli del 1-2 luglio

A partire dalla metà del mese di luglio si è iniziata a rilevare la presenza di organismi appartenenti alla specie *Mnemiopsis leidyi* (Figura 13). Si tratta di organismi gelatinosi non urticanti appartenenti al gruppo degli Ctenofori, conosciuti anche con il nome di "noci di mare" che si possono trovare sia in costa che al largo e in alcuni momenti raggiungono abbondanze importanti. La presenza di questi organismi è stata osservata durante tutta la stagione estiva con frequenza più o meno abbondante sia in costa che al largo anche durante i controlli di settembre.

In tendenza con quanto osservato negli ultimi anni riportiamo la diminuzione della presenza di meduse in particolare nelle aree più al largo della costa.



Figura 13 – *Mnemiopsis leidyi* (Foto archivio: Struttura Oceanografica Daphne)

Nonostante una generale buona ossigenazione della colonna d'acqua, l'estate ha presentato condizioni un po' differenti. A partire da luglio e con intensità maggiore in agosto e settembre, si sono registrati fenomeni di ipossia e anossia (carenza o assenza di ossigeno) sui fondali, particolarmente nelle zone settentrionali e centrali. Questo fenomeno è tipico dei periodi in cui la stratificazione delle acque lungo la colonna risulta più marcata con limitati scambi tra superficie e fondo. In questa situazione la degradazione batterica della sostanza organica provoca un consumo di ossigeno sul fondo che ne riduce drasticamente le quantità.

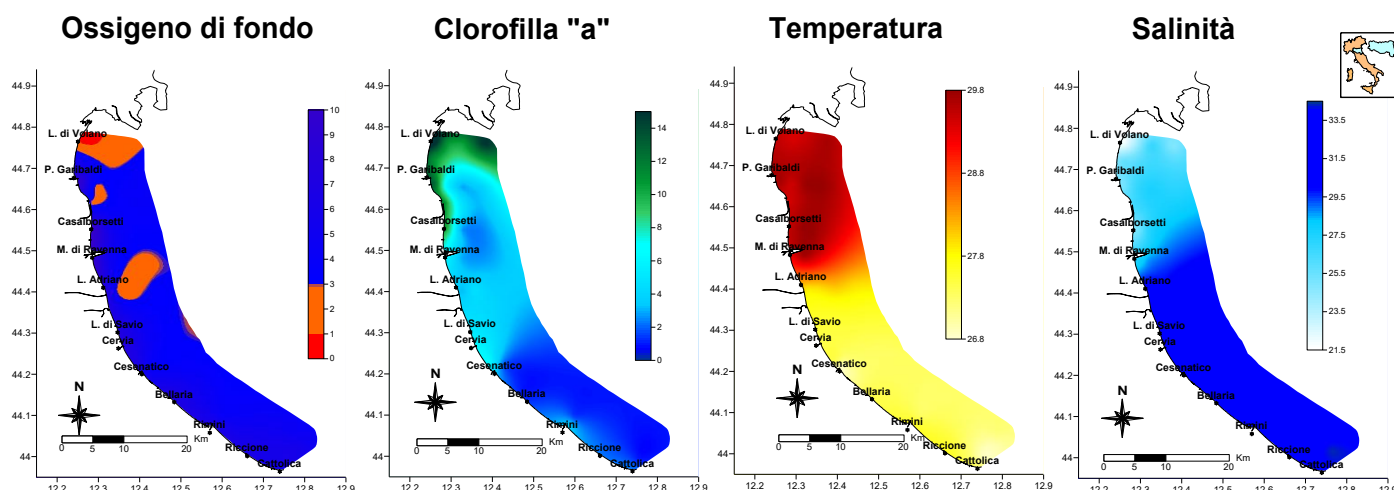


Figura 14 – Mappe di distribuzione dell'ossigeno sul fondo (mg/l), della clorofilla ($\mu\text{g/l}$), della temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e della salinità (psu) in superficie fino a 10 km al largo durante i controlli del 12-13 agosto

Durante le attività di controllo del 12-13 agosto si è evidenziato una condizione ambientale marcatamente differente tra nord e sud (Figura 14).

Nell'area centro meridionale i parametri misurati hanno rilevato una buona qualità ambientale dell'ecosistema marino, mentre il settore settentrionale della costa risultava condizionato dagli apporti di acque dolci provenienti dal bacino padano. Questa influenza si è manifestata anche nelle temperature più elevate a nord, con una media superiore ai 29°C rispetto ai $27-28^{\circ}\text{C}$ delle aree centro-meridionali oltre che nei valori di salinità: nel settore settentrionale si sono misurati valori medi di 24 psu in superficie, mentre nel resto della costa si mantenevano medio-alti, superiori a 30 psu. Anche la concentrazione di clorofilla "a" seguiva un gradiente nord-sud, con valori elevati a nord, superiori a $13\ \mu\text{g/l}$, per la presenza di nanoplancton e di abbondanti dinoflagellati (*Prorocentrum triestinum* e *Peridinales spp.*), che diminuivano progressivamente nelle aree a sud. La trasparenza delle acque risultava medio-bassa in tutta l'area costiera settentrionale a causa di una maggiore torbidità. Le concentrazioni di ossigeno disciolto sono risultate nella norma lungo l'intera colonna d'acqua, anche a livello del fondale, ad eccezione di due aree: una zona interessata da fenomeni di ipossia e anossia nella parte più settentrionale e un'area tendente all'ipossia nel settore centrale.

I controlli di fine agosto (Figura 15) hanno registrato un incremento dei valori di clorofilla nell'area a nord associato ad un aumento della biomassa microalgale caratterizzata principalmente da Diatomee (*Chaetoceros* spp.). Questa situazione ha contribuito a mantenere elevati i valori di clorofilla "a" fino a 30 µg/l e ad aumentare la torbidità delle acque lungo tutta la colonna d'acqua. In questa zona si rilevava in superficie una salinità bassa delle acque con valori inferiori ai 20 psu a conferma di apporti di acque dolci dal bacino padano. Anche i valori di ossigeno disciolto risultavano bassi in alcune stazioni localizzate nella parte centro meridionale della costa, in particolare davanti a Cesenatico.

Le temperature delle acque marine hanno mostrato valori in diminuzione rispetto ai controlli precedenti attestandosi in media intorno ai 25.5 °C confermando così un graduale calo termico tipico del periodo.

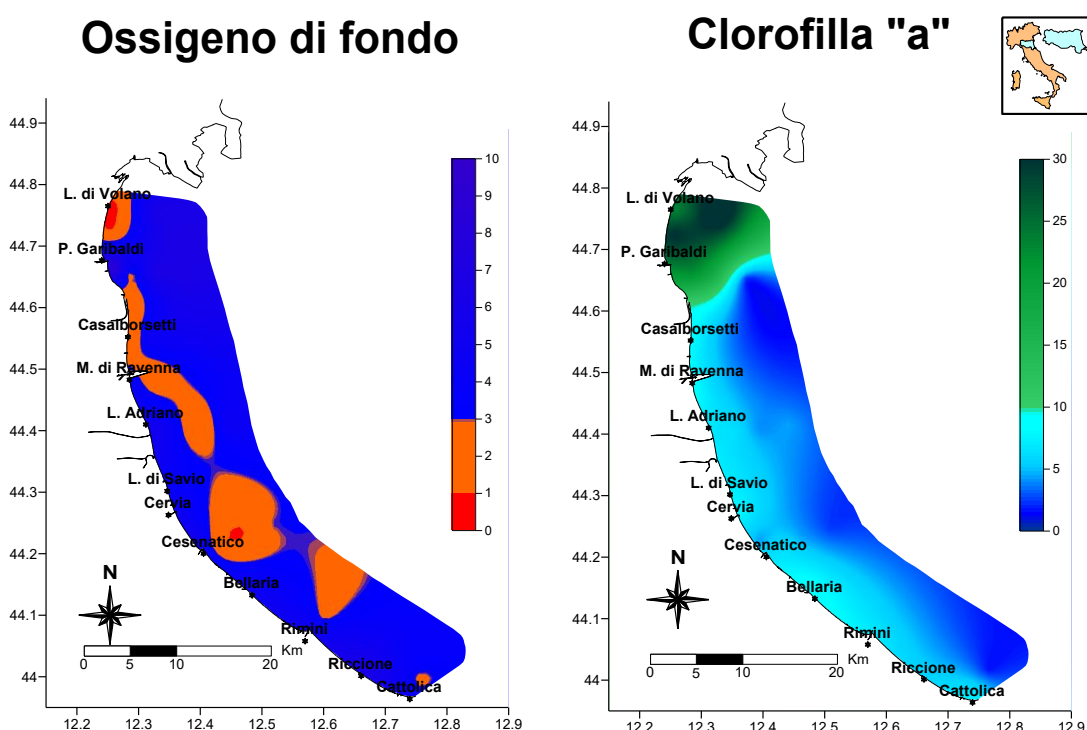


Figura 15 – Mappe di distribuzione dell'ossigeno sul fondo (mg/l) e della clorofilla (µg/l) in superficie fino a 10 km al largo durante i controlli del 25-26 agosto

A metà settembre si rilevava un miglioramento della qualità ambientale soprattutto nella parte più settentrionale della costa. Rispetto ai controlli delle ultime settimane i valori degli indici trofici sia in costa che al largo rimanevano al di sotto di 10 µg/l con una buona trasparenza lungo tutta la verticale (Figura 16). Anche i valori di salinità in superficie si attestavano al di sopra dei 32 psu confermando bassi apporti di acque dolci dai bacini costieri e da quello padano.

Clorofilla "a"

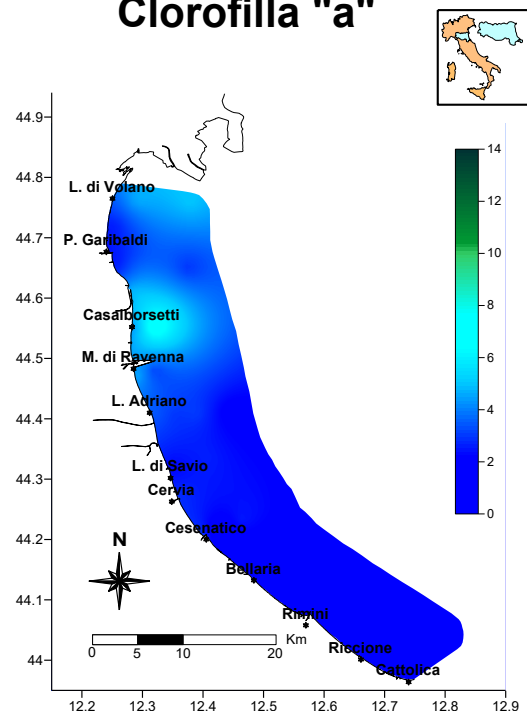


Figura 16 – Mappa di distribuzione della clorofilla “a” (µg/l) in superficie fino a 10 km al largo il 15-18 settembre

Anche durante i controlli di settembre si rilevava il perdurare di deficit di ossigeno disciolto negli ultimi strati lungo a livello del fondale con un graduale miglioramento verso la fine del mese grazie ad un maggior idrodinamismo delle masse d’acqua. A metà settembre si è rilevata una zona abbastanza estesa sia in costa che al largo tra Cesenatico e Lido di Volano con valori tendenti all’ipossia (Figura 17).

15-18 Settembre 2025

22-23-26 Settembre 2025

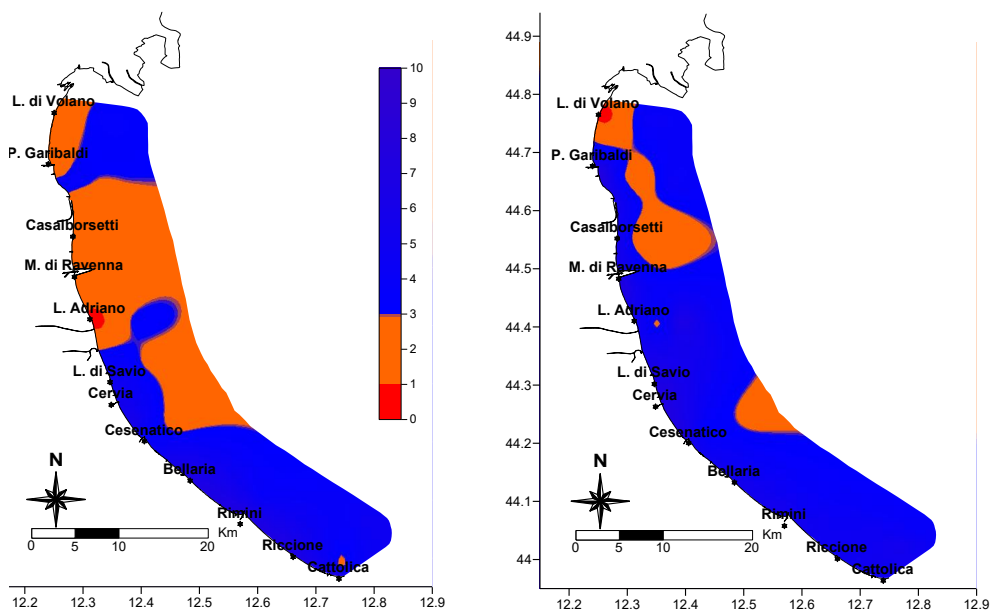


Figura 17 – Mappe di distribuzione dell’ossigeno disciolto sul fondo nei monitoraggi del 15-18 e 22-23-26 settembre

L'ultimo campionamento di settembre effettuato nelle giornate del 22, 23 e 26, ha confermato la presenza di una condizione di maggior trofia nella parte più settentrionale della costa con valori di salinità bassa e concentrazioni di clorofilla "a" in alcuni punti intorno ai 14 µg/l. Rispetto all'area centro meridionale si sono rilevate presenze più abbondanti di fitoplancton, in particolare *Chaetoceros* spp. (Diatomee) e nanoplancton che hanno contribuito a mantenere le acque più torbide e di colore verde-bruno.

Al contrario nell'area centro meridionale i parametri misurati hanno attestato una buona condizione ambientale con elevata trasparenza e salinità nella norma insieme a concentrazioni degli indici trofici medie basse. Le temperature delle acque marine in superficie hanno rilevato la tendenza negativa tipica del periodo con valori medi compresi tra 24.5 °C e 25 °C (Figura 18).

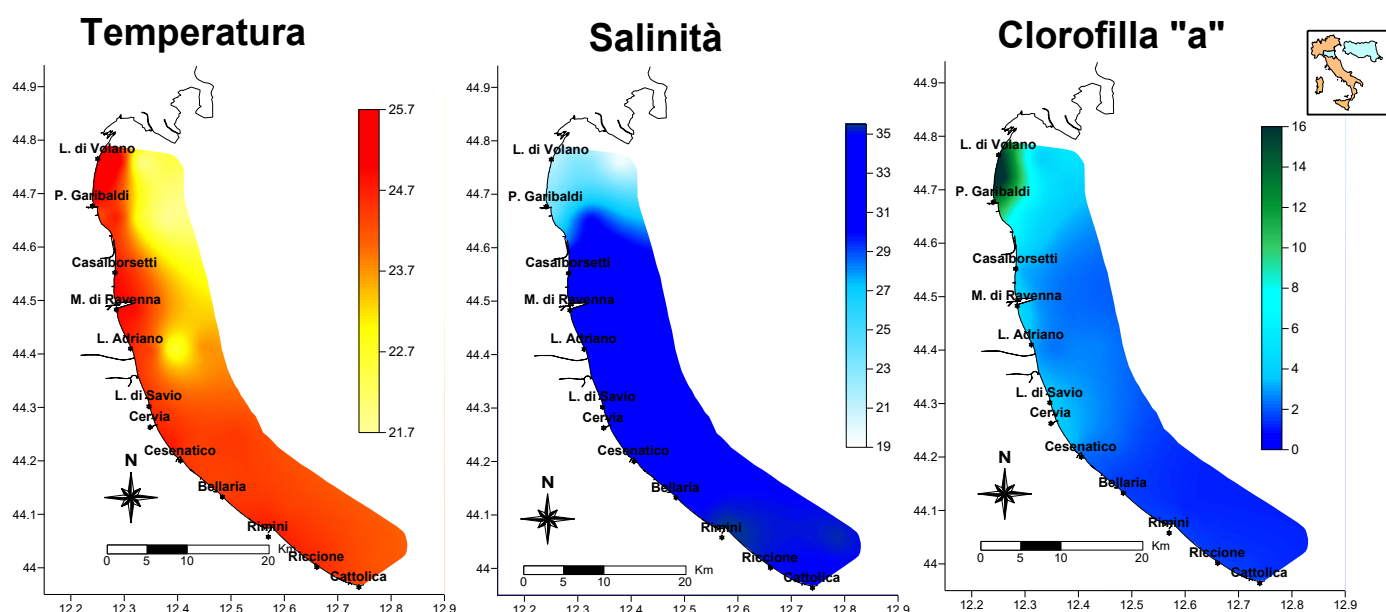


Figura 18 – Mappe di distribuzione della temperatura (°C) della salinità (psu) e della clorofilla "a" (µg/l) fino a 10 km al largo durante i controlli del 22-23-26 settembre

4.3 ELABORAZIONE BOLLETTINO

Le informazioni acquisite a conclusione di ogni monitoraggio durante i controlli settimanali/quindicinali oltre ad alimentare la banca dati, vengono utilizzate anche per la realizzazione del Bollettino (Figura 19) pubblicato in Internet e disponibile al seguente indirizzo per la consultazione:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare>

Il Bollettino rappresenta una sintesi delle condizioni rilevate durante i controlli eseguiti con la Motonave Daphne II lungo tutta la costa antistante l'Emilia-Romagna ed è composto da

- breve commento dei dati rilevati e delle condizioni osservate in mare;
- mappe tematiche di distribuzione dei parametri temperatura, salinità, trasparenza e clorofilla "a" nelle acque di superficie e ossigeno disciolto sul fondo (Figura 21) e consultabili tramite menu a tendina (Figura 20);
- valori medi suddivisi per zona (A, B e C) delle variabili idrologiche: temperatura, salinità, ossigeno disciolto (in superficie e sul fondo), trasparenza e clorofilla "a";
- profili di ossigeno, salinità e trasparenza in tre stazioni a 6 km rappresentative di ciascuna zona (Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica);
- versione bollettino stampabile in pdf;

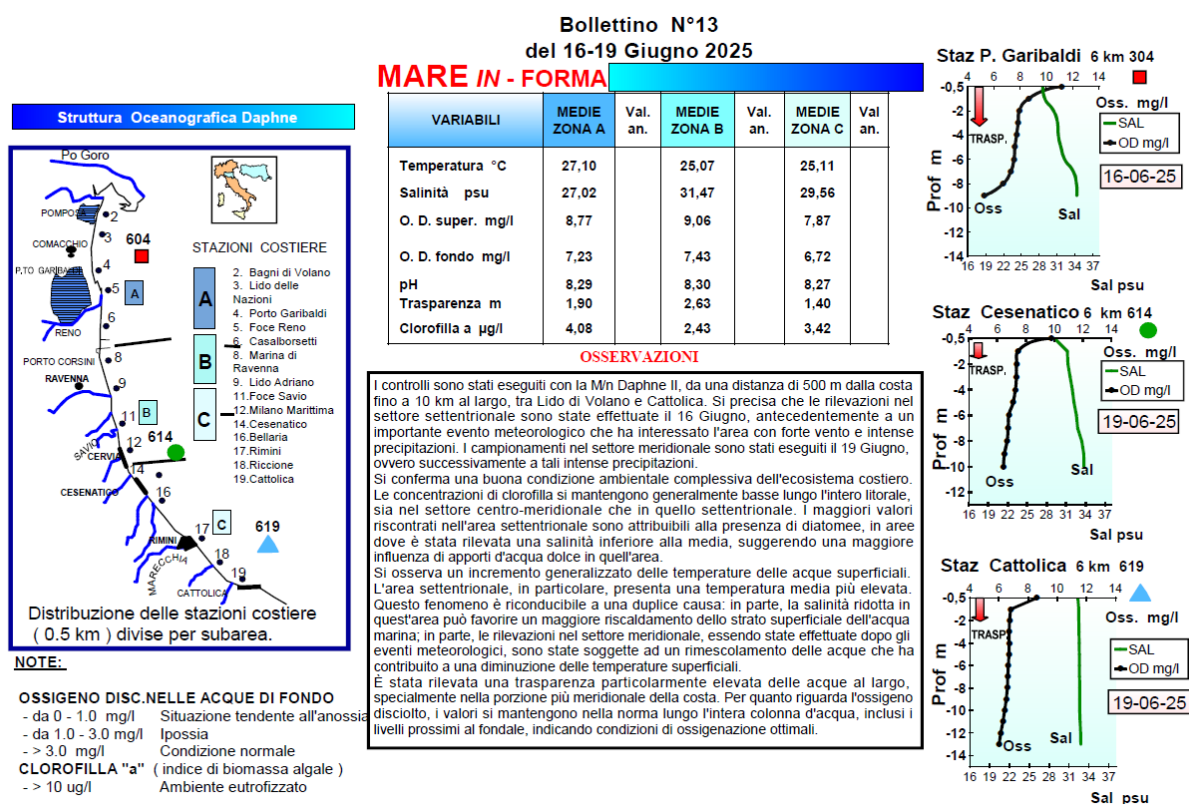


Figura 19 – Esempio di bollettino realizzato a conclusione di un monitoraggio

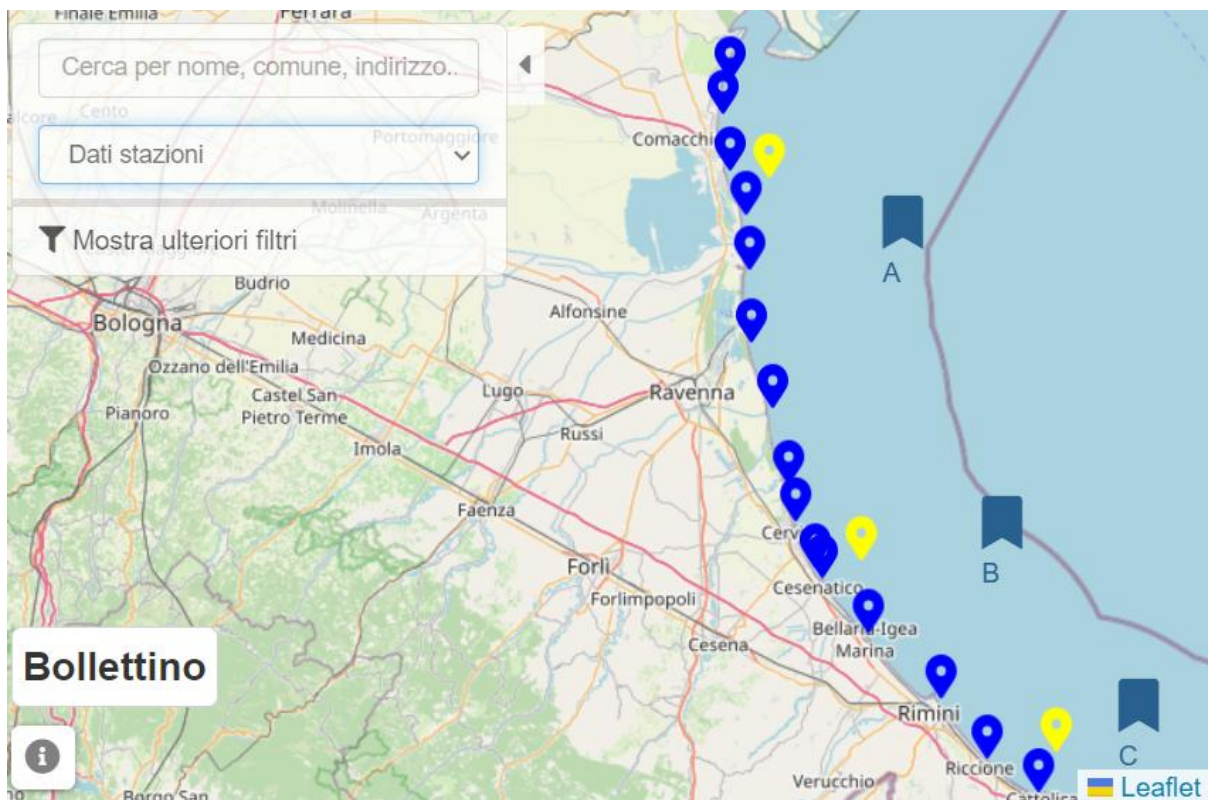


Figura 20 – Esempio di rappresentazione dati consultabili sul sito

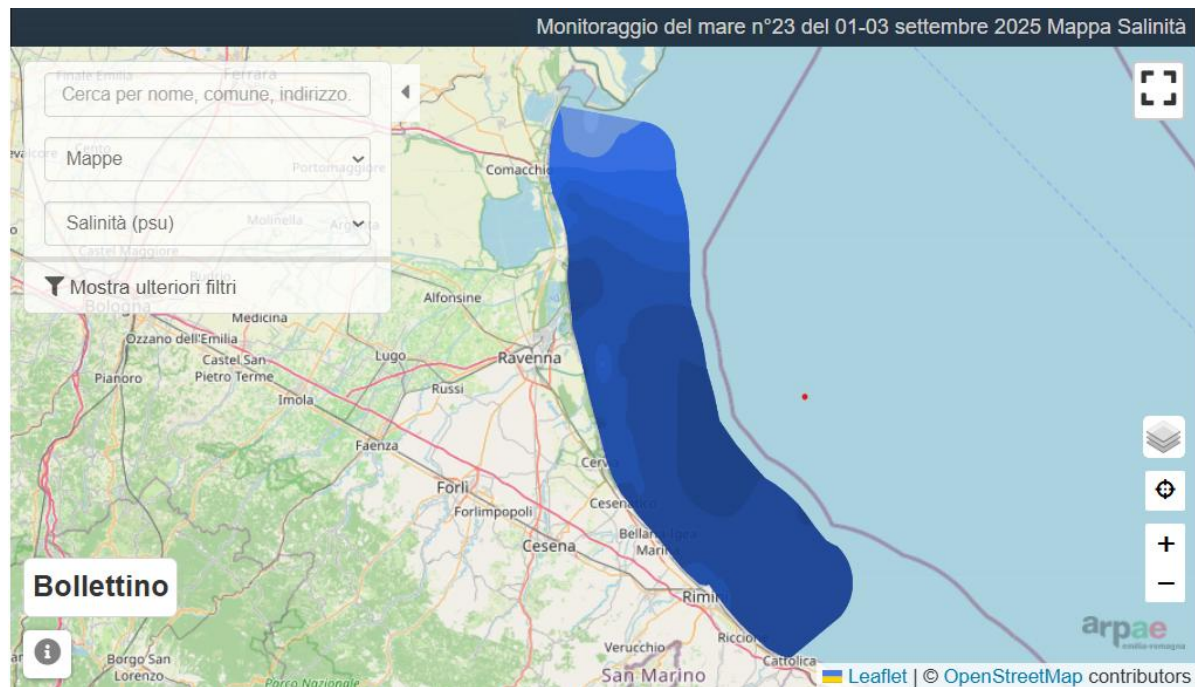


Figura 21 – Esempio di mappe tematiche allegate al bollettino realizzate a conclusione di un monitoraggio

4.3.1 Parametri idrologici

4.3.1.a Temperatura

L'anno 2025 si è caratterizzato per le temperature atmosferiche elevate, pur senza raggiungere i picchi estremi registrati negli ultimi anni, che hanno influenzato direttamente le temperature marine in particolare in estate, a seguito del verificarsi di anomalie termiche significative. L'andamento termico delle acque superficiali ha seguito il classico modello sinusoidale, con i minimi registrati nel periodo invernale e un progressivo incremento fino ai massimi di luglio e agosto (Figura 22).

Nel corso del mese di giugno si è osservato un rapido riscaldamento, specialmente nelle stazioni costiere a basso fondale, correlate anche al verificarsi di un'ondata di calore che ha colpito la regione e che si è protratta fino a inizio luglio.

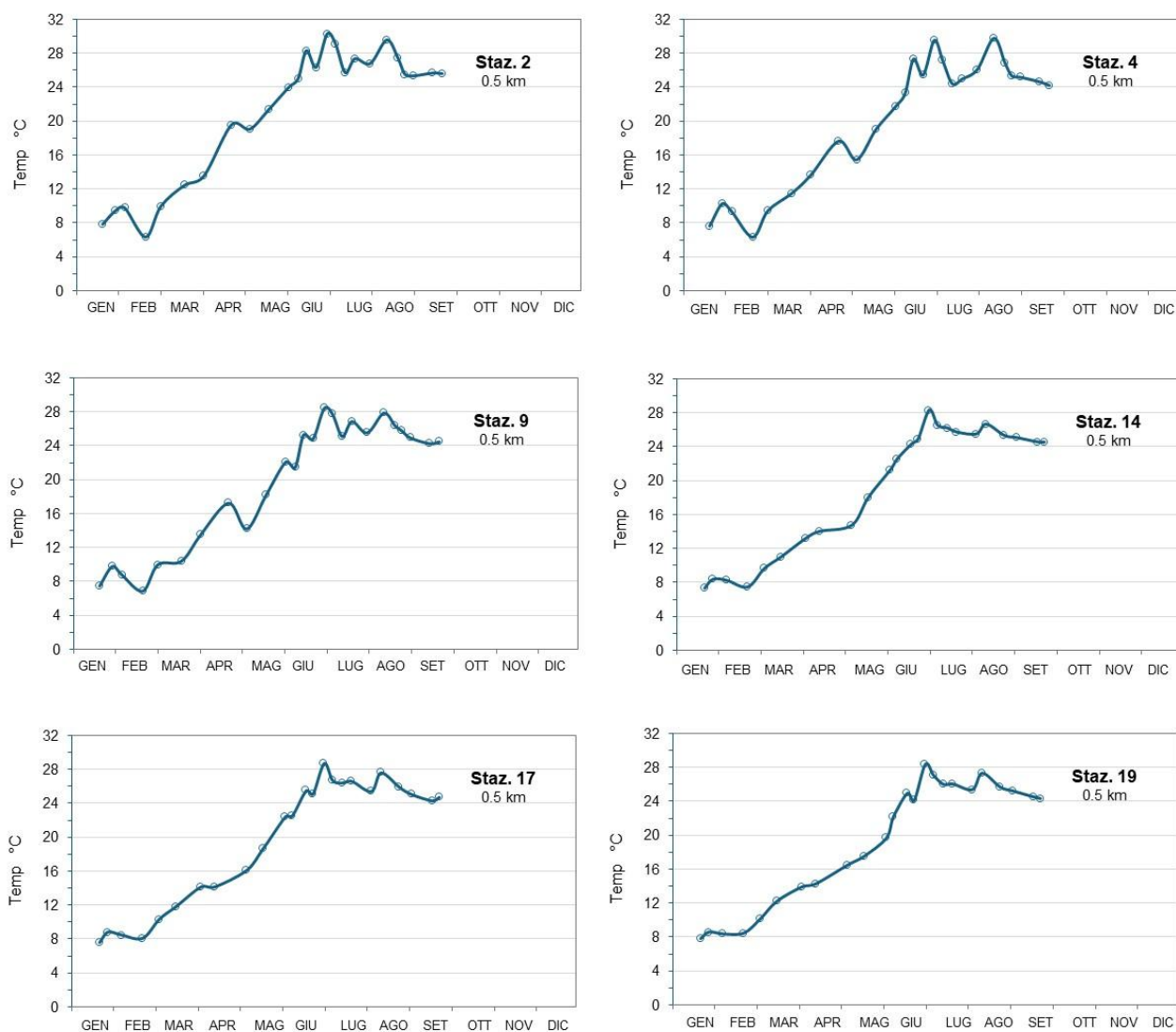


Figura 22 – Andamenti temporali della temperatura in superficie in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

È proprio durante il primo campionamento di luglio che si sono registrate le temperature massime annuali in molte stazioni (Figura 12) con un picco di 30.2 °C in superficie a Lido di Volano (Figura 23). Le temperature più basse, invece, sono state misurate tra il 20 e il 21 febbraio, con i minimi localizzati principalmente nell'area settentrionale della costa (6.3 °C stazioni 2 e 4).

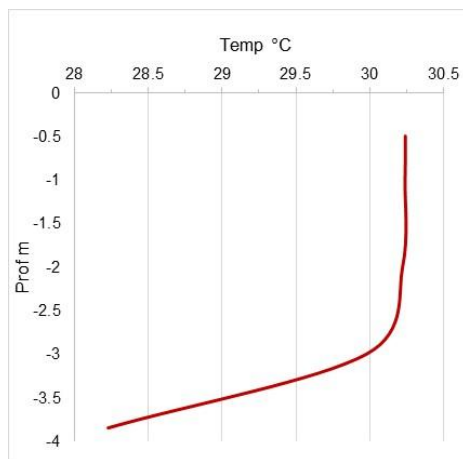


Figura 23 – Profili di temperatura a Lido di Volano a 0.5 km dalla costa durante i controlli del 1° luglio

L'elaborazione delle medie stagionali conferma valori più bassi in inverno e valori massimi in estate con medie comprese tra 26 e 27 °C calcolate rispettivamente nelle stazioni 2 (Lido di Volano) e 19 (Cattolica) posizionate nei punti più a nord e sud della costa (Figura 24). Il confronto con gli anni precedenti mostra un decremento termico stagionale più evidente in estate, in particolare per le stazioni situate a 0.5 km dalla riva nella parte più a nord (Figura 25).

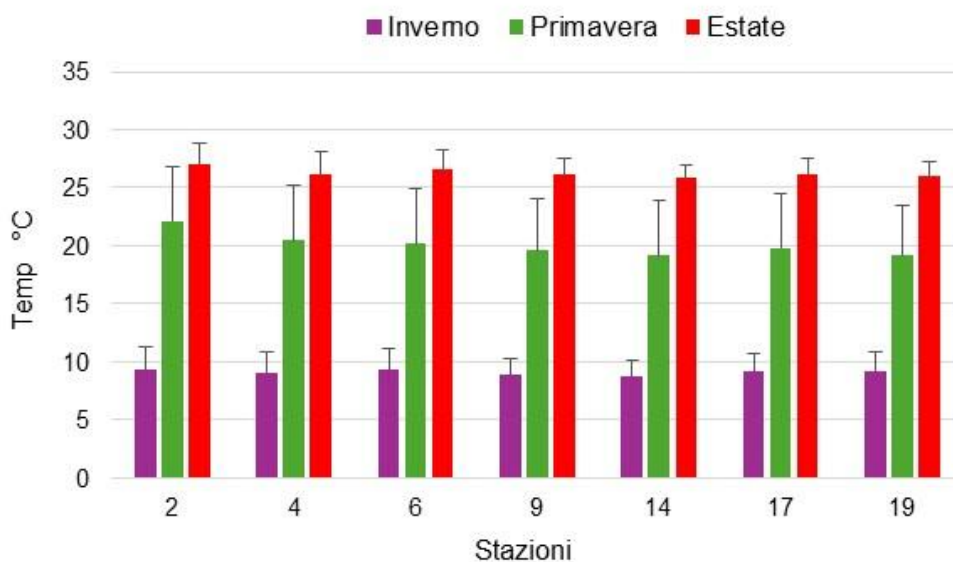


Figura 24 – Valori medi stagionali e deviazioni standard della temperatura in superficie in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

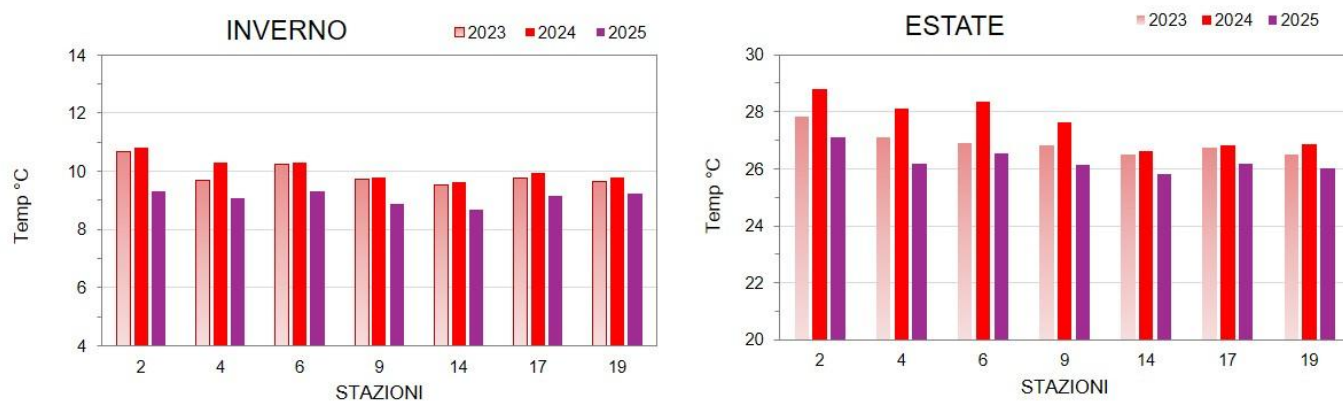


Figura 25 – Medie stagionali (Inverno/estate) delle temperature in superficie in alcune stazioni localizzate a 0.5 km dalla costa nel 2023, 2024 e 2025

Anche le temperature sul fondo hanno mostrato una tendenza positiva da gennaio ad agosto, sebbene con variazioni più contenute rispetto alla superficie (Figura 26).



Figura 26 – Andamenti temporali della temperatura in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) nelle stazioni a 3, 10 e 20 km lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico

In Figura 27 vengono riportati i profili eseguiti con la sonda multiparametrica in dotazione alla Daphne II nella stazione 1004 durante i controlli di luglio e agosto: si evidenzia l'incremento della temperatura sia in superficie che alle quote più profonde.

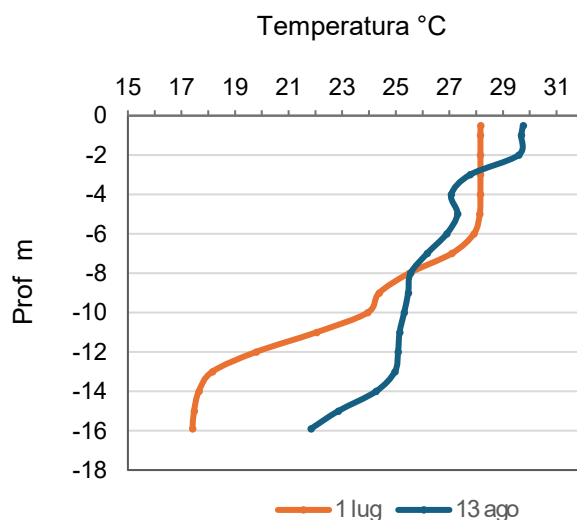


Figura 27 – Profili di temperatura eseguiti nella stazione 1004 durante i controlli del 1° luglio e del 13 agosto

Nelle stazioni al largo (20 km), lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico, si è rilevata una stratificazione della colonna d'acqua più marcata.

I profili misurati nel corso del monitoraggio del 1-2 luglio nelle stazioni 2004 e 2014, mostrano l'andamento del parametro lungo la colonna d'acqua evidenziando una differenza termica significativa, fino a 14 °C tra superficie e fondo (Figura 28).

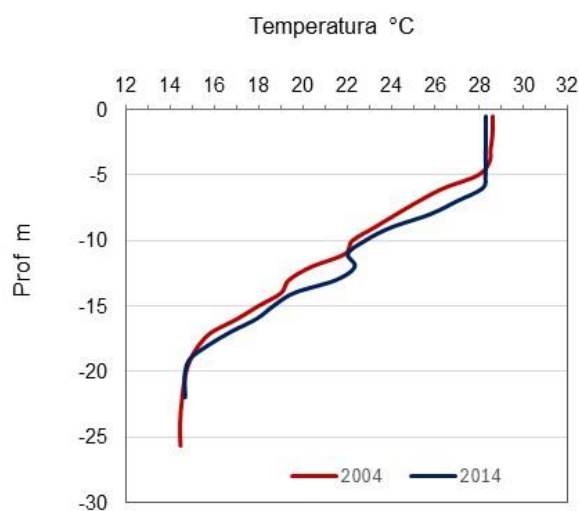


Figura 28 – Profili di temperatura nelle stazioni 2004 e 2014 registrati durante il monitoraggio del 1-2 luglio

I dati raccolti e analizzati durante l'anno hanno riconfermato un gradiente di concentrazione nord-sud sia sotto costa che al largo. In inverno, le acque settentrionali risultano tendenzialmente più fredde, mentre in estate tendono a riscaldarsi maggiormente rispetto a quelle meridionali.

I profili registrati a 10 km lungo il transetto di Lido di Volano a confronto con quelli a 10 km davanti a Cattolica (ad esempio a gennaio e a luglio) evidenziano bene questa condizione (Figura 29, Figura 30). Tutta l'area davanti a Lido di Volano è direttamente influenzata dagli apporti di acque dolci dal bacino padano e le fluttuazioni di salinità in superficie contribuiscono anche ad una maggior variabilità delle temperature marine (Figura 29). Al contrario la parte più meridionale della costa rimane meno influenzata dagli apporti di acque dolci dai bacini costieri e mantiene una maggior stabilità lungo la verticale.

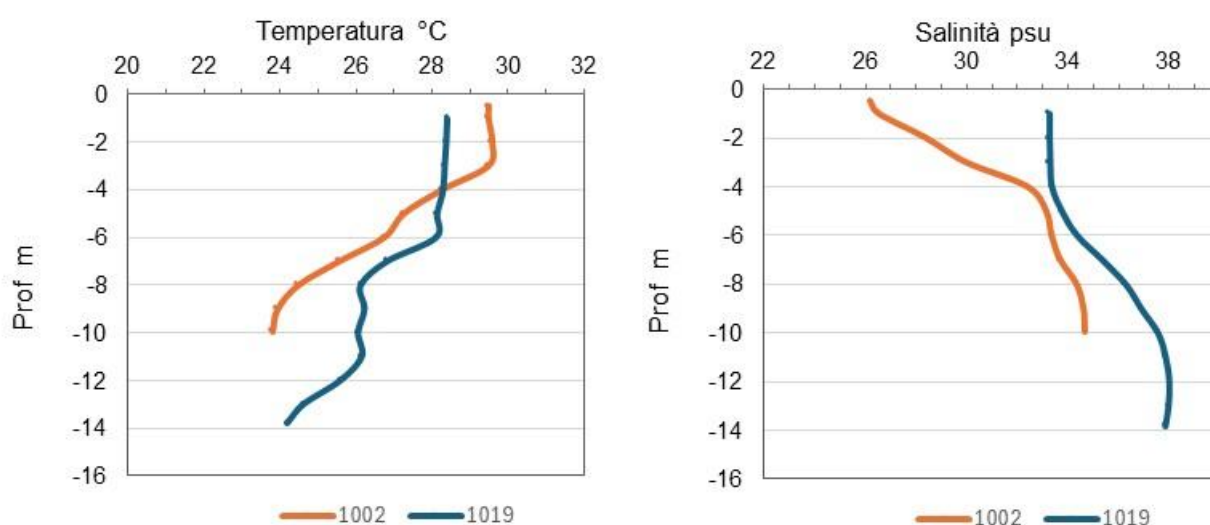


Figura 29 – Profili idrologici di temperatura e salinità nelle stazioni 1002 e 1019 durante il monitoraggio del 1-2 luglio

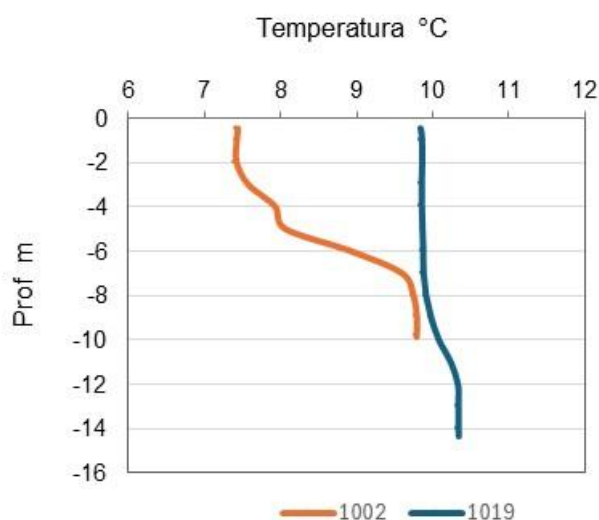


Figura 30 – Profili di temperatura nella stazione 1002 e 1019 durante i controlli del 20-21 gennaio

Le isolinee di temperatura da gennaio a settembre a 10 e 20 km lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico (Figura 31) confermano un riscaldamento progressivo delle masse d'acqua durante l'anno che non interessa solo la superficie, ma che riguarda progressivamente gli strati profondi. La persistenza di periodi caldi intensi sia durante il giorno che durante la notte, favorisce il trasferimento di calore lungo tutta la colonna d'acqua riducendo progressivamente le differenze termiche tra superficie e fondo.

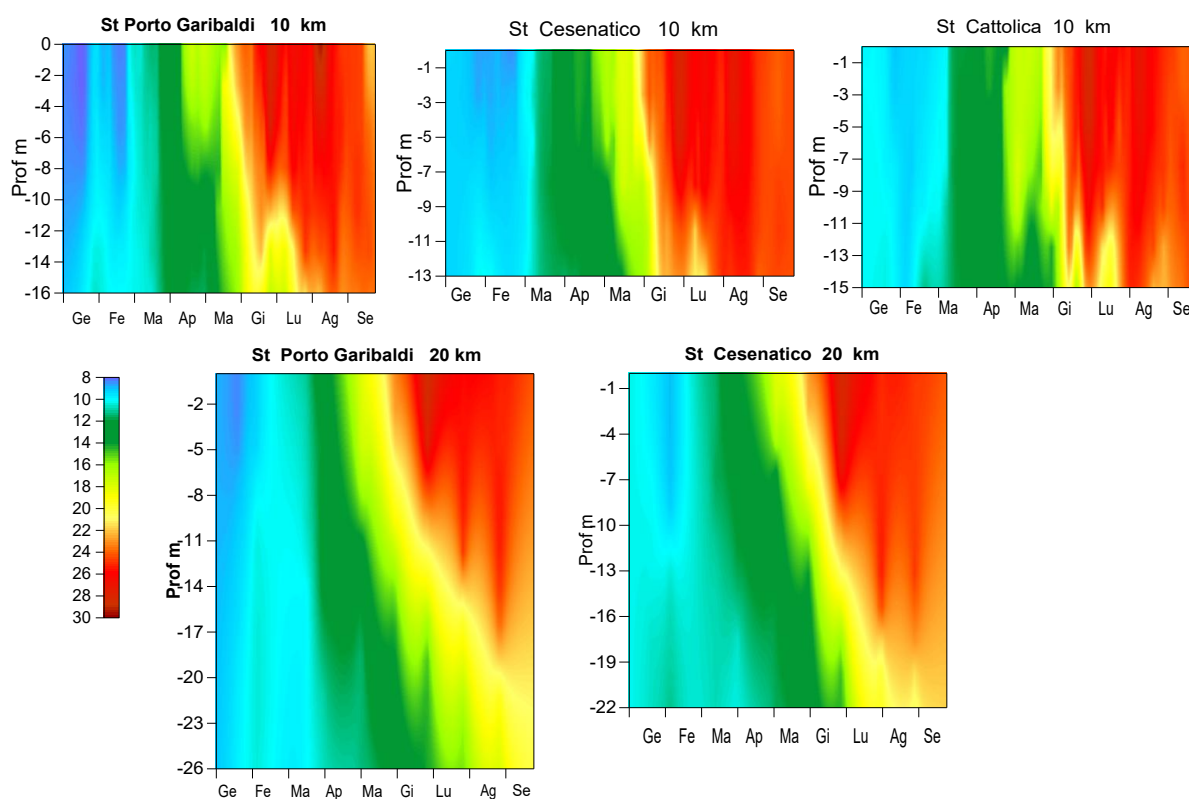


Figura 31 – Isolinee di temperatura (°C) rilevate nelle stazioni a 10 km e a 20 km davanti a Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica da gennaio a settembre

4.3.1.b Salinità

In continuità con quanto riportato nei paragrafi precedenti, il 2025 si è confermato un anno caratterizzato da un'elevata piovosità anche se con intensità inferiori rispetto al 2024. Precipitazioni diffuse su tutto il territorio regionale e sul nord Italia hanno determinato un incremento dei livelli idrometrici fluviali e conseguentemente del carico di acque dolci in ambiente marino.

La portata media annuale del Po si è attestata intorno ai 1418 mc/sec con picchi importanti nei primi mesi dell'anno soprattutto ad aprile dove si sono registrate giornate con i massimi intorno ai 6000 mc/sec (Figura 32).

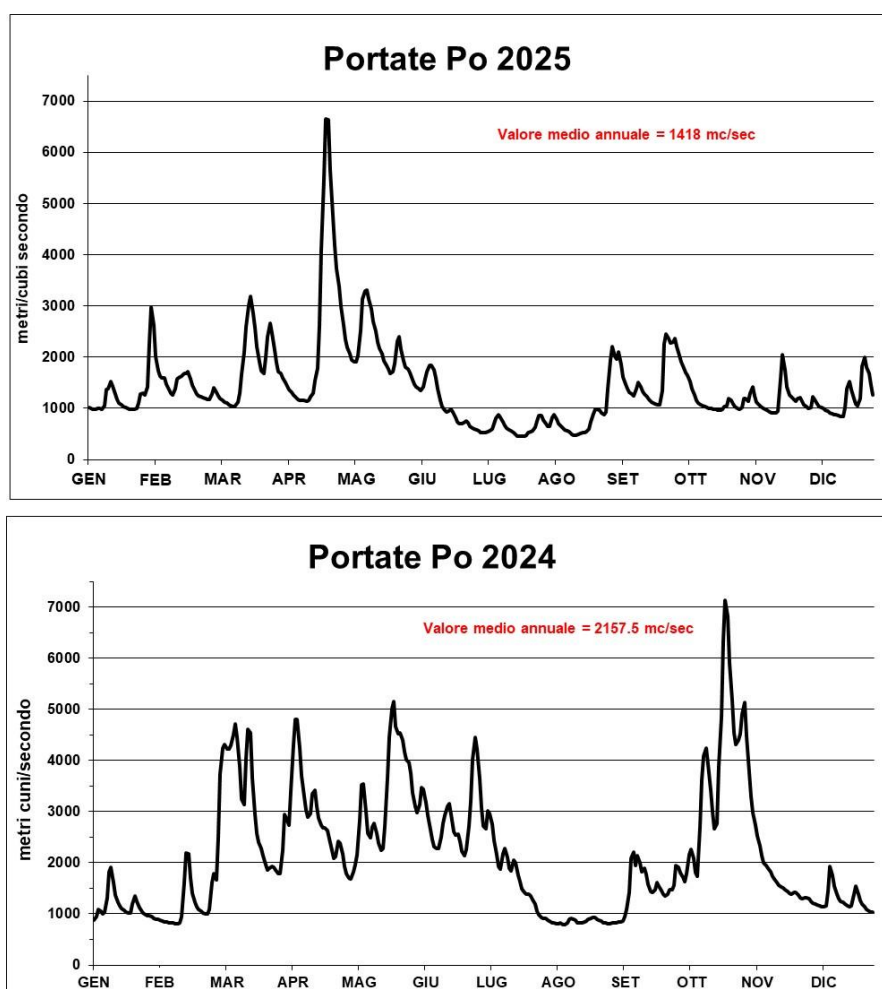


Figura 32 – Portate fiume Po rilevate a Pontelagoscuro (FE) nel 2025 e 2024 (Fonte: ARPAE SIMC)

La media annuale in relazione con quelle calcolate dal 1982 (Figura 33) evidenzia un valore in linea con altre annate medio alte.

I dati medi mensili a confronto con i valori medi calcolati su lungo periodo (1917-2024) evidenzia alcuni scostamenti positivi, il più evidente ad aprile e scostamenti negativi nei mesi di giugno e luglio. (Figura 34).

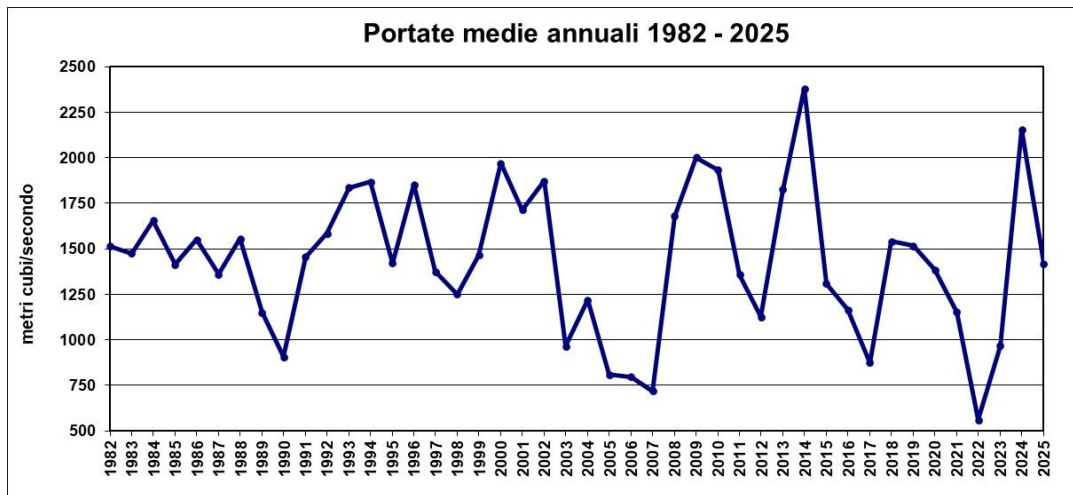


Figura 33 – Valori medi di portata del Po rilevati a Pontelagoscuro (FE) dal 1982 al 2025

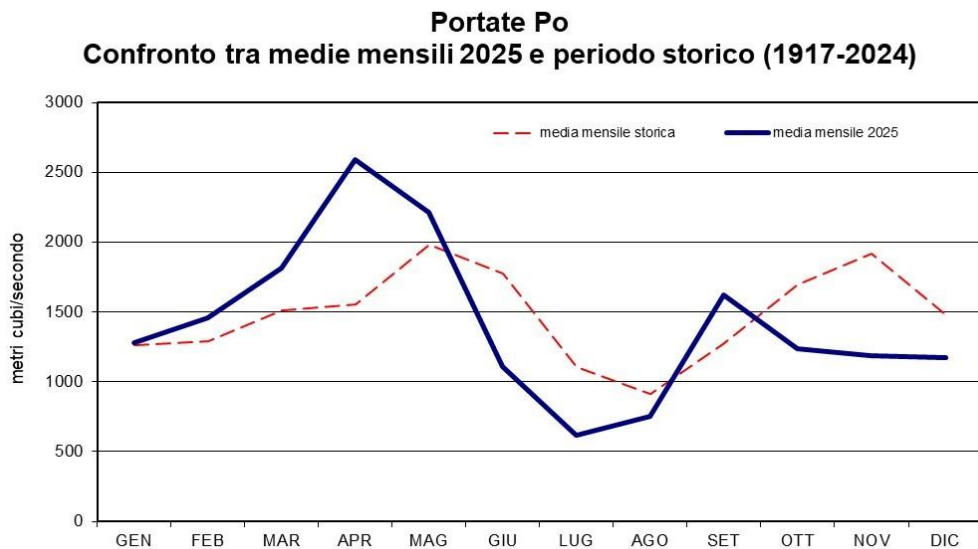


Figura 34 – Confronto delle medie mensili delle portate del Po rilevate a Pontelagoscuro (FE) nel 2025 (linea continua) e nel periodo storico 1917-2024 (linea tratteggiata)

A livello locale, rispetto agli anni precedenti al 2024, si è osservato un maggior numero di giornate di pioggia caduta anche se in piccole quantità. Il pluviometro installato a Cesenatico ha misurato 126 giorni di pioggia (di cui 93 con precipitazioni > 0.5 mm); si sono verificate giornate isolate con precipitazioni molto intense nel mese di giugno e giornate di pioggia intensa in scia a giornate a minor intensità.

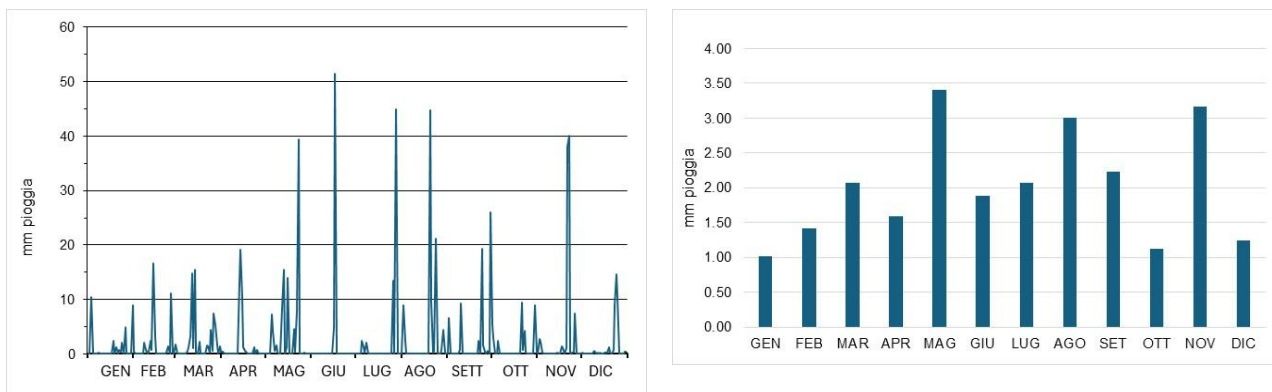


Figura 35 – Stazione pluviometrica di Cesenatico: A) Pioggia registrata nel 2025; B) Medie mensili di pioggia

Il contributo delle acque dolci immesse dai fiumi, soprattutto in corrispondenza di portate alte, contribuisce a influenzare la qualità dell’ecosistema marino in particolare nei primi metri della colonna d’acqua. Da sempre lungo la costa dell’Emilia-Romagna i valori di salinità in superficie delle acque marine, mostrano fluttuazioni strettamente correlate proprio ai carichi immessi dai bacini costieri regionali e in particolare dal bacino padano. L’area a nord della costa risente maggiormente degli input provenienti dal Po a causa della sua posizione geografica. Le medie stagionali calcolate nelle stazioni costiere evidenziano il netto gradiente nord sud, più marcato in primavera ed estate (Figura 36).

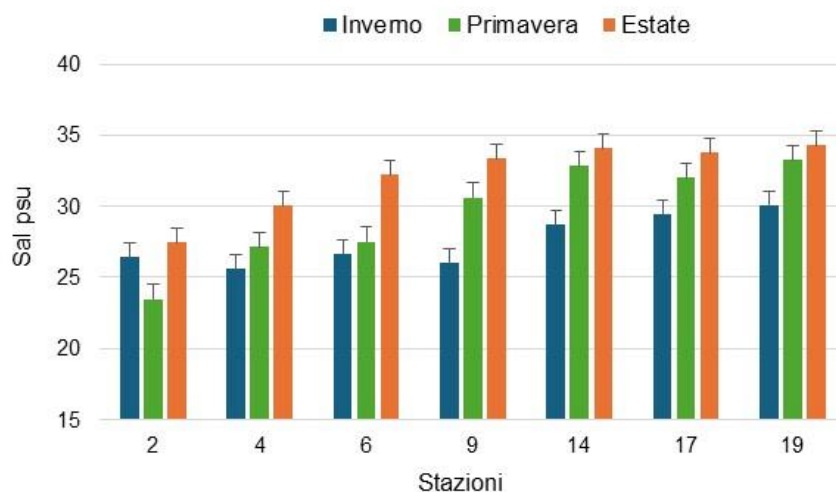


Figura 36 – Valori medi stagionali e deviazioni standard della salinità in superficie calcolati in alcune stazioni costiere

L’andamento annuale rileva una maggior variabilità da gennaio ad aprile e fluttuazioni più ampie nelle stazioni posizionate nella parte più settentrionale della costa rispetto a quelle a sud (Figura 37).

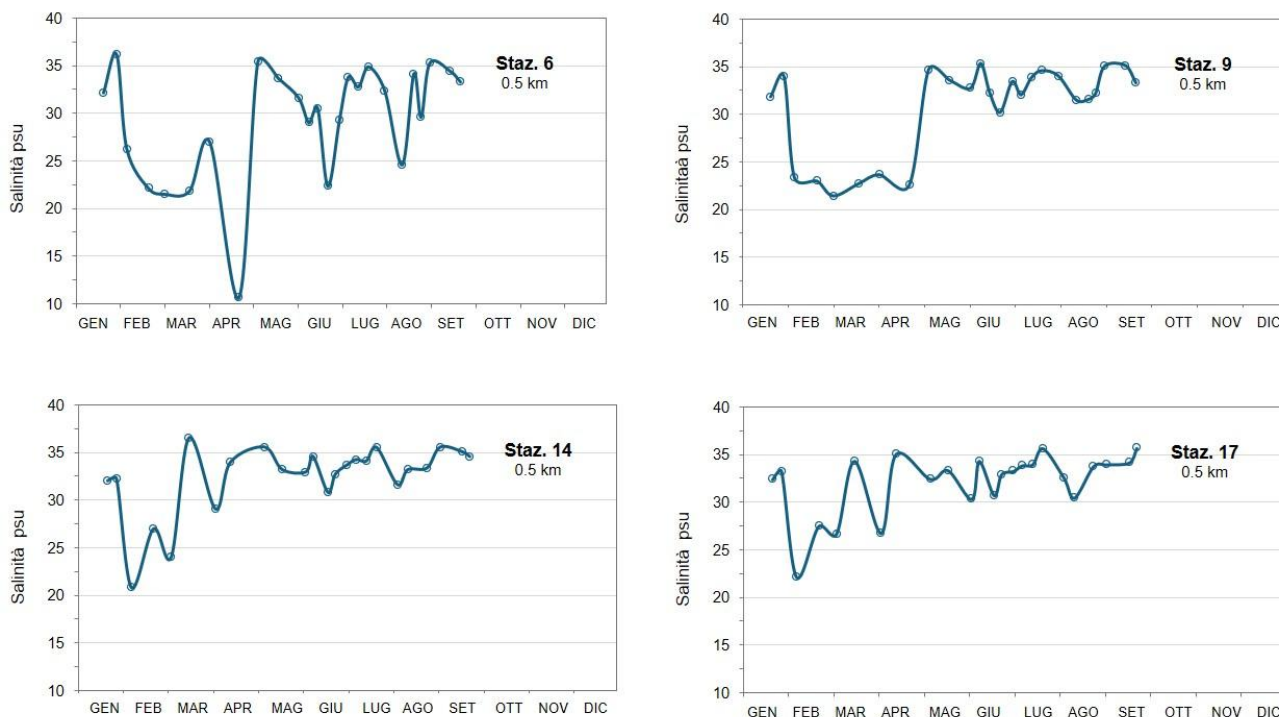


Figura 37 – Andamenti temporali della salinità in superficie in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa (6 Casalborsetti, 9 Lido Adriano, 14 Cesenatico, 17 Rimini)

Questa condizione si osserva bene mettendo a confronto i dati misurati nella stazione 2, a 0.5 km davanti a Lido di Volano a nord, con i dati della stazione 19 a 0.5 km davanti a Cattolica nella parte più meridionale della costa (Figura 38).

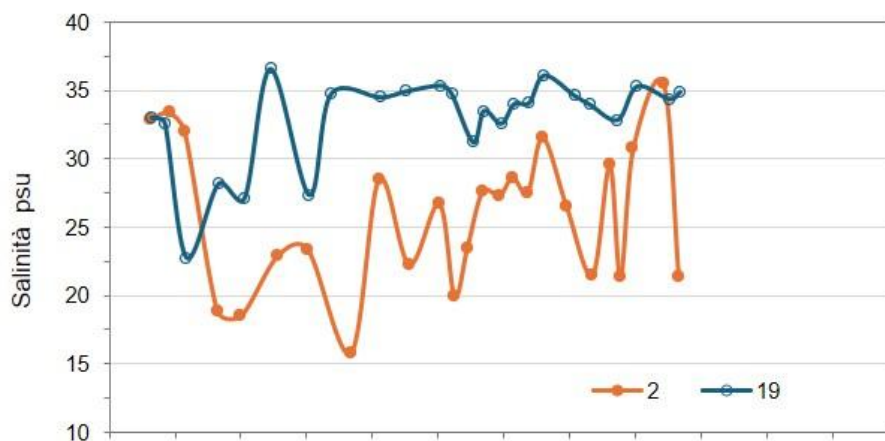


Figura 38 – Andamenti temporali della salinità in superficie nelle stazioni 2 (Lido di Volano) e 19 (Cattolica)

Nel corso del 2025 i valori più bassi si sono registrati durante il campionamento del 23 aprile. Per condizioni meteo marine particolari il monitoraggio non è stato completato e si è potuti solo monitorare le stazioni da Zadina a Lido di Volano, fino a 10 km al largo (Figura 39A). Nell'area a nord compresa tra Casalborsetti e Lido di

Volano, fino a 10 km al lago, i valori di salinità in superficie rimanevano inferiori ai 18 psu. Il minimo assoluto, nel 2025 pari a 7.3 psu, si è registrato nella stazione 306 sempre durante il monitoraggio del 23 aprile (Figura 39 B).

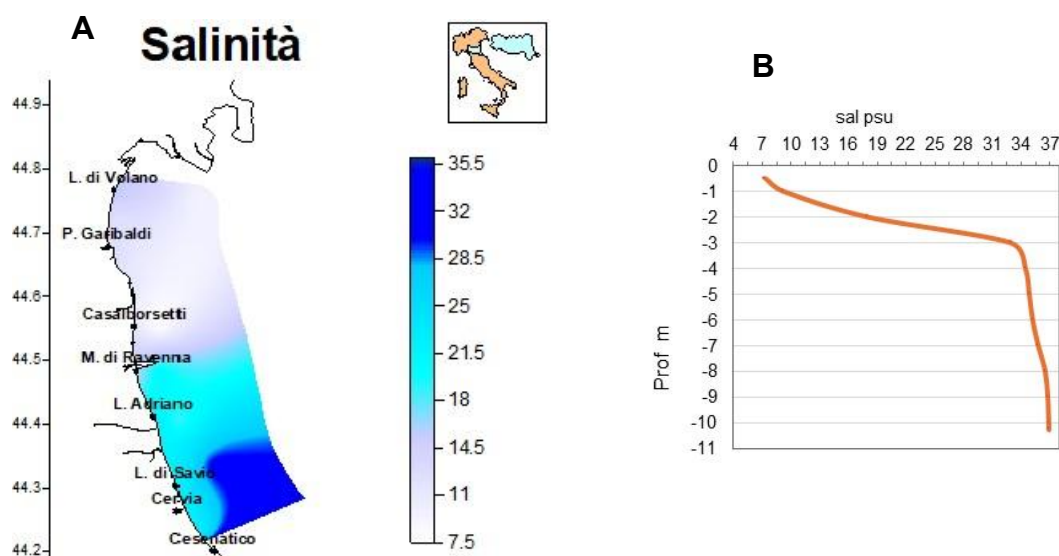


Figura 39 – A) Mappa di distribuzione della salinità (psu) in superficie fino a 10 km da Zadina a Lido di Volano durante i controlli del 23 aprile; B) Profilo della salinità misurato nella stazione 306

Ad aprile si sono verificati eventi di pioggia intensa su tutto il territorio regionale (Figura 40) e nazionale con conseguente incremento delle portate dei fiumi (Figura 32) a nord che hanno diluito molto le acque marine nei primi metri lungo la colonna condizionando la qualità ambientale dell'ecosistema marino.

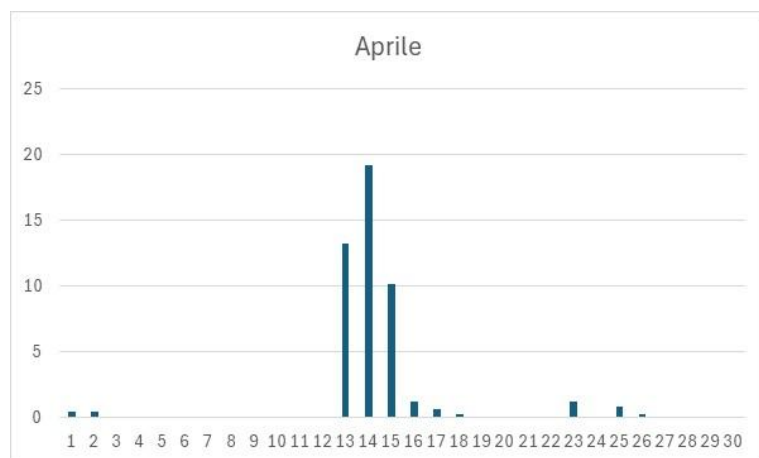


Figura 40 – Andamento delle precipitazioni nel mese di aprile misurate nella stazione di Cesenatico

Le acque dolci dai fiumi hanno un impatto diretto e quindi maggiore nelle acque più superficiali. In Figura 41 sono rappresentati gli andamenti del parametro salinità misurato in superficie e sul fondo nelle stazioni a 3, 10 e 20 km lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico: sul fondo le fluttuazioni sono nettamente più contenute

per una maggior stabilità delle masse d'acqua e in superficie diminuiscono spostandosi verso il largo. Il grafico mette in evidenza, nei primi mesi dell'anno, la presenza di aloclini (stratificazioni saline) più marcati lungo la direttrice di Porto Garibaldi localizzata nella parte a nord della costa.

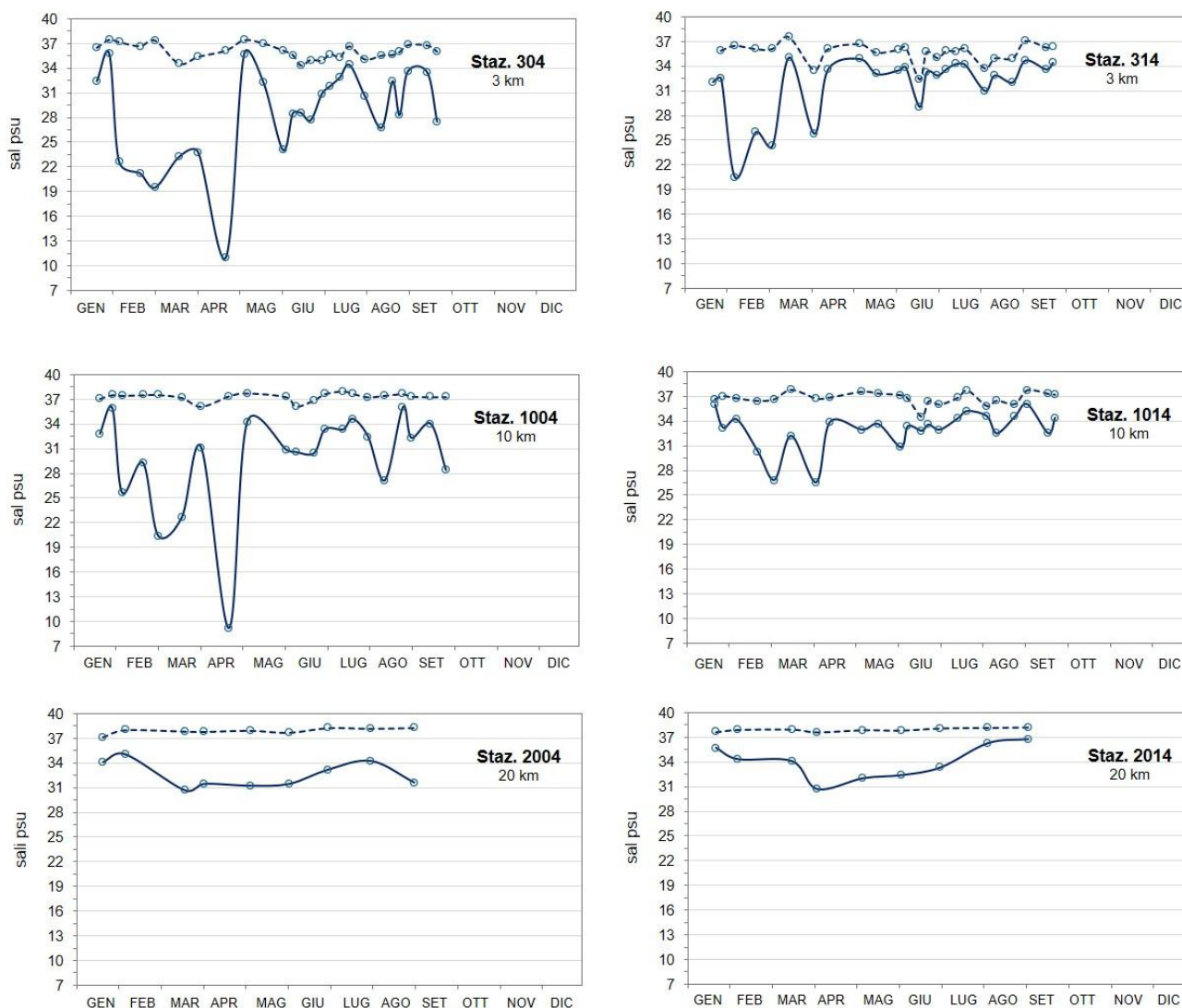


Figura 41 – Andamenti temporali della salinità in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) nelle stazioni a 3, 10 e 20 km lungo le direttrici di Porto Garibaldi

I profili di Figura 42 mostrano l'andamento della salinità nelle stazioni a 10 km davanti a Lido di Volano e Cattolica sottolineando una condizione diversa delle acque marine a nord della costa rispetto a quelle a sud.

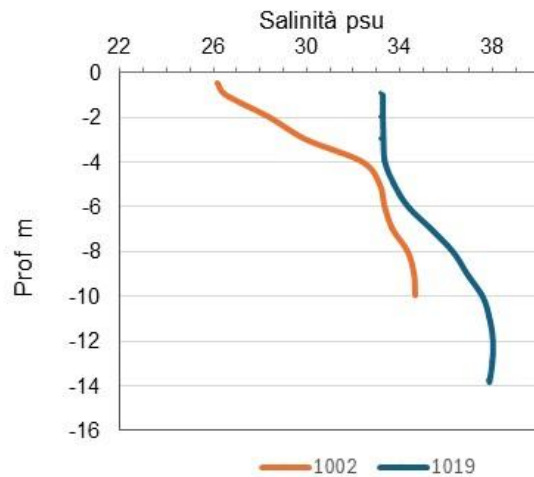


Figura 42 – Profili di salinità nelle stazioni a 10 km davanti a Lido di Volano e Cattolica durante i controlli del 1-2 luglio

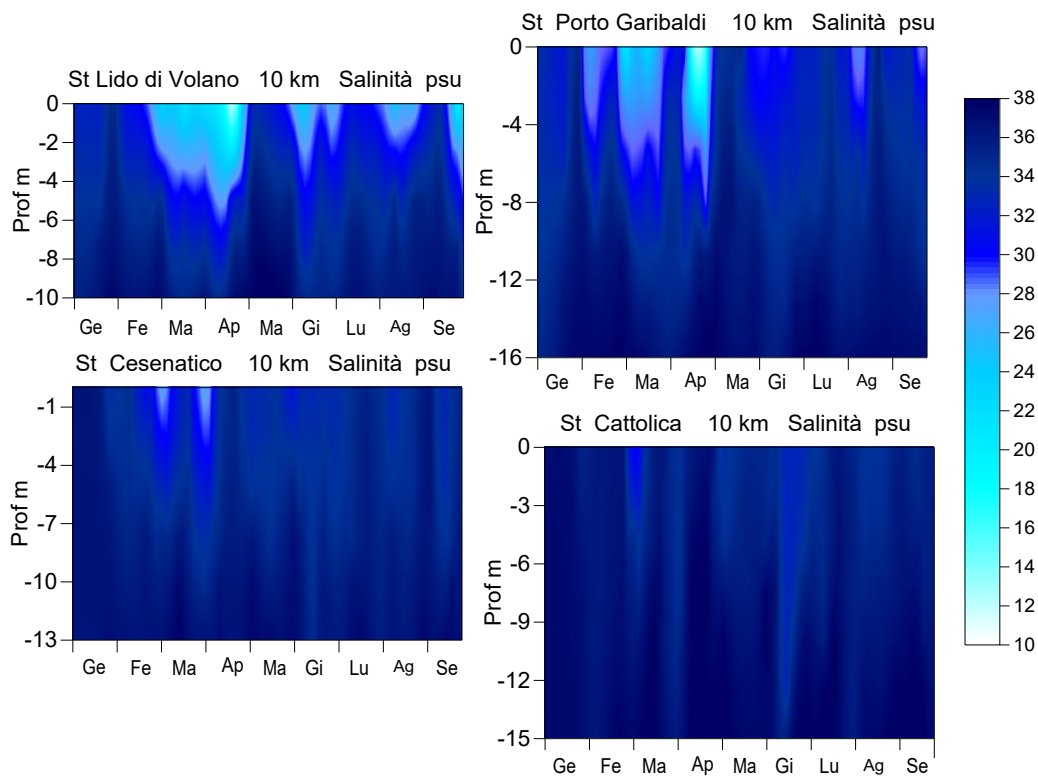


Figura 43 – Isolinee di salinità (psu) nelle stazioni a 10 km davanti a Lido di Volano, Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica da gennaio a settembre

Le isoline di Figura 43 illustrano l'andamento della salinità lungo la colonna nelle stazioni a 10 km dalla costa lungo i quattro transetti di Lido di Volano, Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica. Nelle stazioni 1002 e 1004 si osserva la presenza in alcuni momenti di stratificazioni saline importanti con diluizione che coinvolgono anche quote non superficiali. Le stazioni di Cesenatico e Cattolica al contrario mostrano un profilo più omogeneo, con valori di salinità medio-alti e costanti per tutto l'anno.

4.3.1.c Ossigeno disciolto

La concentrazione di ossigeno disciolto rappresenta un parametro ecologico importante per determinare lo stato trofico e la qualità degli ecosistemi marini in quanto strettamente correlato alla presenza di fitoplancton, la biomassa autotrofa presente in mare. Le acque marine prospicienti la costa dell'Emilia-Romagna si distinguono da sempre per un'elevata produttività biologica, dovuta allo sviluppo di fenomeni eutrofici che si verificano in alcuni periodi dell'anno e che variano d'intensità nel corso delle stagioni. Quando queste fioriture microalgali si estendono nel tempo e nello spazio lungo la costa in concomitanza a particolari condizioni meteo marine, possono innescare anomalie ambientali. Nello specifico, durante le fasi di crescita microalgale di una fioritura si osserva inizialmente una produzione di ossigeno in superficie grazie all'attività fotosintetica che può arrivare anche alla saturazione; successivamente, a fine ciclo di vita, il progressivo accumulo di materia organica sul fondale aumenta l'attività dei decompositori. Questi organismi detritivori, che vivono a stretto contatto con il fondale marino, nel metabolizzare i composti organici consumano l'ossigeno presente negli strati profondi, portando potenzialmente a stati di ipossia o anossia. Condizioni di ipossia lieve possono causare stress alla biocenosi di fondo che può avere effetti negativi più gravi se dall'ipossia si passa all'anossia (concentrazioni di ossigeno inferiori a 1 µg/l). Una condizione di questo tipo, estesa sia nel tempo che nello spazio, può portare ad alterazioni degli equilibri delle comunità bentoniche. Queste situazioni critiche trovano solitamente risoluzione grazie all'intervento di fattori come venti forti e mareggiate che innescano una maggior idrodinamicità delle masse d'acqua con un conseguente rimescolamento lungo la verticale capace di ossigenare nuovamente il fondo e ripristinare l'equilibrio dell'intero sistema costiero.

Le concentrazioni di ossigeno disciolto nelle acque marine davanti all'Emilia Romagna hanno rilevato anche nel 2025 fluttuazioni strettamente legate alla presenza di fioriture microalgali più o meno estese. Questa condizione si è osservata sia in superficie, più marcata, che sul fondo interessando sia la fascia costiera che il largo (Figura 44).

Picchi di ossigeno in superficie coincidono sempre alla presenza di fitoplancton abbondante e quindi elevate concentrazioni di clorofilla "a", come si può evidenziare in Figura 45. Durante queste fioriture, la biomassa e l'attività fotosintetica crescono esponenzialmente: la produzione di ossigeno supera il consumo generando una condizione di sovrasaturazione negli strati superficiali. Durante i controlli del 6 febbraio nella stazione 14, a 0.5 km davanti a Cesenatico si è osservata una condizione di sovrasaturazione che ha interessato tutta la colonna d'acqua. I valori di clorofilla "a" superiori a 30 µg/l hanno confermato un'altissima produttività dal fondo alla superficie, sostenuta principalmente da fioriture di *Skeletonema spp.* (Figura 8).

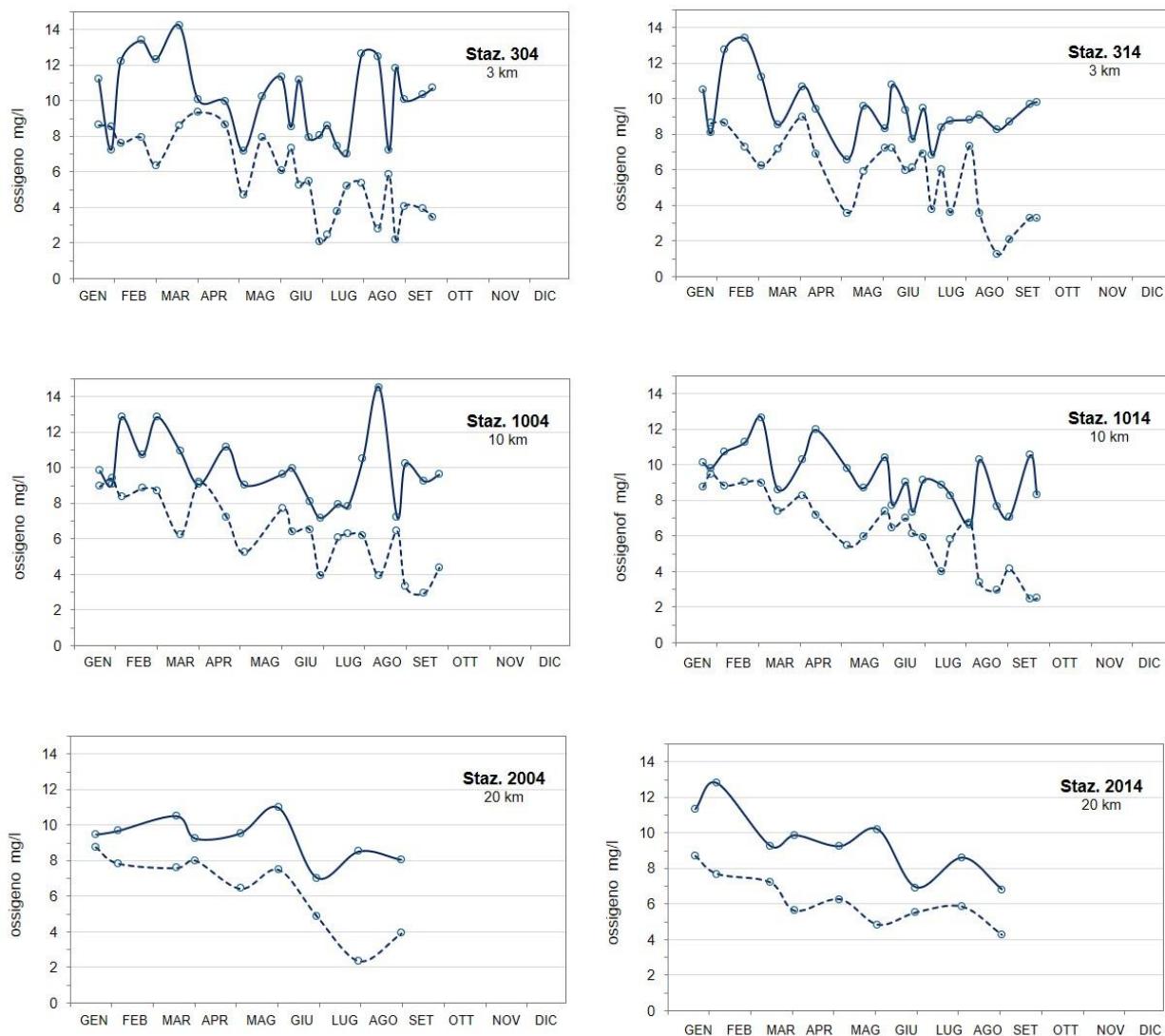


Figura 44 – Andamenti temporali della temperatura in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) nelle stazioni a 3,10 e 20 km lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico

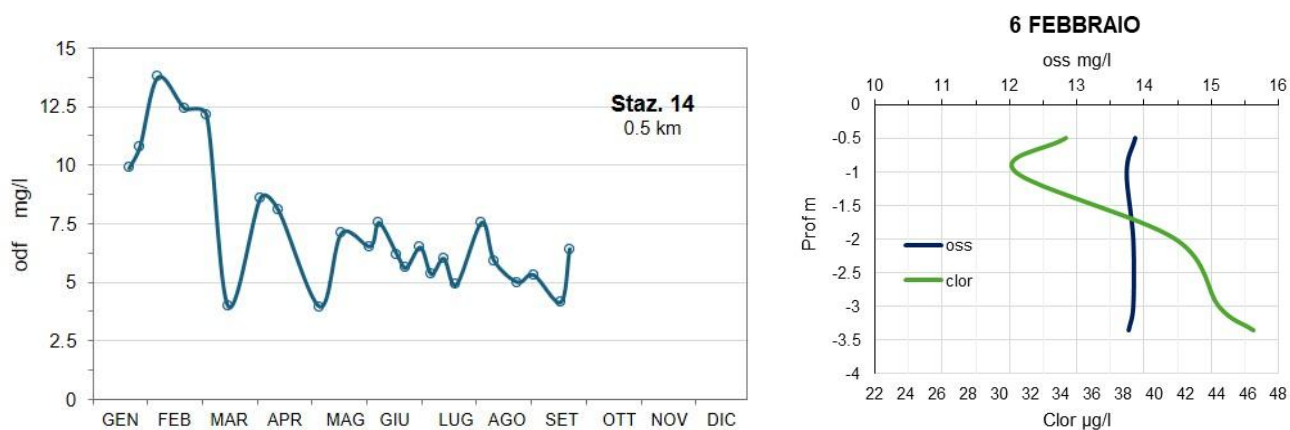


Figura 45 – A) Andamento temporale dell'ossigeno sul fondo nella stazione 14; B) Profili di ossigeno e clorofilla "a" nella stazione 14 misurati durante i controlli del 6 febbraio

A partire dalla fine di giugno (23-24) i controlli hanno incominciato a rilevare una diminuzione dei valori di ossigeno disciolto a livello del fondale, localizzata in alcune aree costiere settentrionali con valori tendenti all'ipossia (Figura 46). Concentrazioni al di sotto di 3 $\mu\text{g/l}$ si sono registrate in alcune stazioni anche tra luglio ed agosto. In alcune stazioni questa condizione si è protratta al mese di settembre con concentrazioni anche al di sotto di 1 $\mu\text{g/l}$ (condizione di anossia Figura 17).

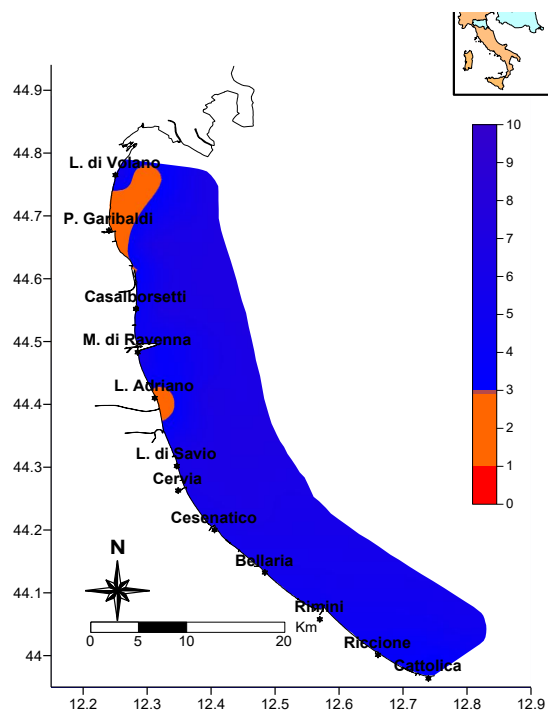


Figura 46 – Mappe di distribuzione dell'ossigeno (mg/l) sul fondo lungo la costa fino a 10 km al largo nei monitoraggi del 23-24 giugno

Durante la settimana dal 18 al 22 agosto l'attività di campionamento si è svolta solo nella giornata del 21 fino ad una distanza da costa di 3 km lungo la parte più settentrionale della costa da Zadina a Lido di Volano. La Figura 47A mostra la mappa di distribuzione dell'ossigeno disciolto misurato a livello del fondale confermando la presenza di una zona di criticità da Zadina a Lido Adriano. Il profilo verticale misurato nella stazione 13 (0.5 km davanti a Zadina) indica livelli di ossigeno bassi confinati alla quota più profonda (Figura 47B).

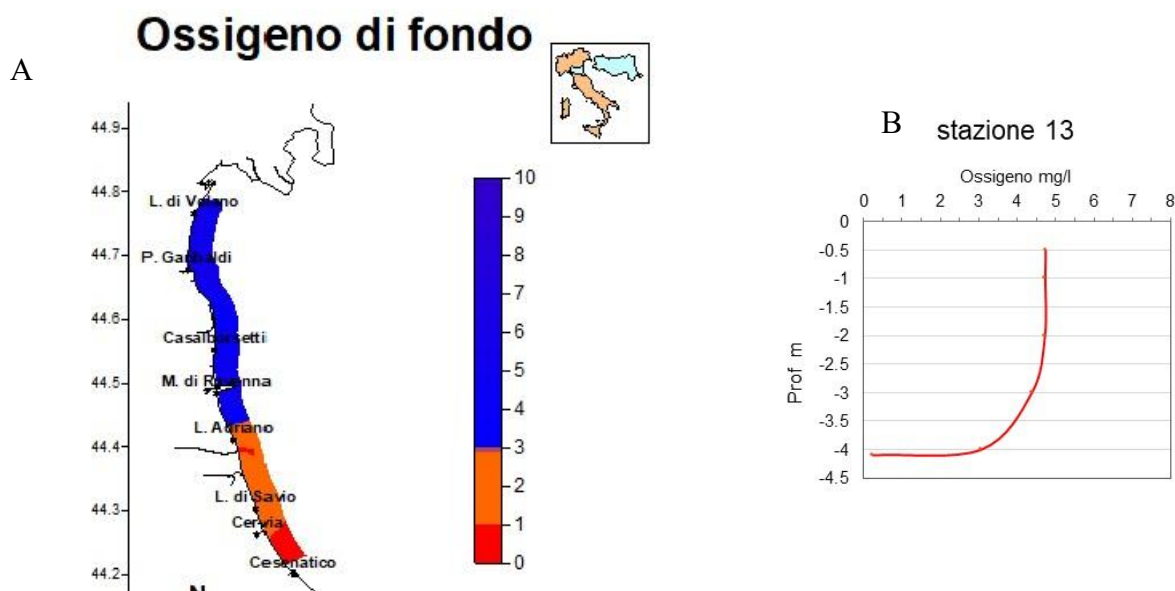


Figura 47 – A) Mappa di distribuzione dell’ossigeno sul fondo (mg/l) fino a 3 km durante i controlli del 21 agosto; B) profilo dell’ossigeno registrato nella stazione 13

Il grafico di Figura 48 mette a confronto valori di ossigeno disciolto misurati sul fondo durante tutto l’anno nelle stazioni 2 e 19 posizionate rispettivamente nella parte più settentrionale della costa e in quella più meridionale. A Lido di Volano (st. 2) si osservano da agosto a settembre alcuni valori che raggiungono concentrazioni tendenti all’anossia inferiori a 1 mg/l con fluttuazioni molto ampie correlate anche alla presenza di fioriture microalgali. Ad esempio, nei controlli del 1° agosto a valori elevati di ossigeno sul fondo si associano valori elevati di clorofilla lungo tutta la colonna d’acqua confermando un’intensa attività di produzione primaria. L’analisi al microscopio ottico dei campioni prelevati ha evidenziato la presenza di abbondante fitoplancton marino rappresentato sia da Diatomee (*Chaetoceros* sp. e piccole *Thalassiosira* sp.) che da Dinoflagellate (gruppo *Gymnodiniales*).

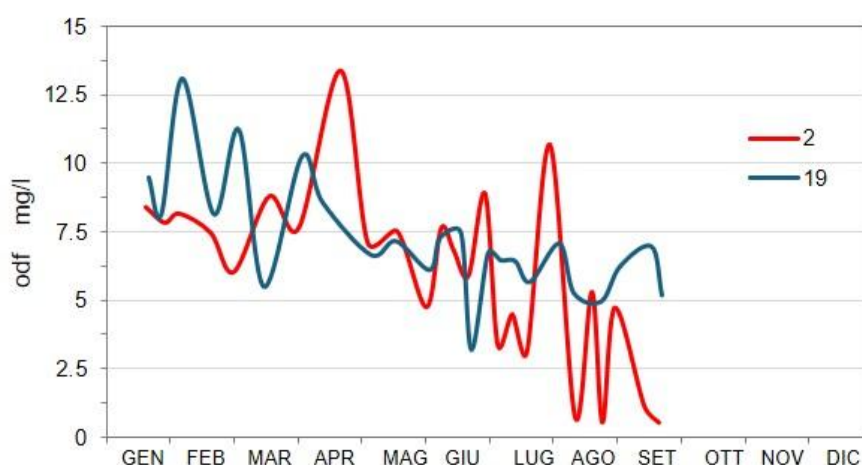


Figura 48 – Andamento temporale dell’ossigeno di fondo nelle stazioni 2 e 19

In alcuni momenti si evidenzia una correlazione tra valori bassi di ossigeno e temperature elevate. Durante l'estate, la scarsa circolazione delle masse d'acqua (idrodinamicità ridotta) unita al forte riscaldamento delle acque superficiali favorisce la stratificazione della colonna d'acqua: questa condizione limita gli scambi gassosi tra superficie e fondo. In questa situazione, l'attività degli organismi detritivori consuma rapidamente l'ossigeno per degradare la sostanza organica depositatasi a livello del fondale marino. Senza un ricambio d'acqua efficace la progressiva mancanza di ossigeno determina degli squilibri all'ecosistema con conseguente sofferenza per tutte le biocenosi di fondo. La Figura 49 mette a confronto gli andamenti temporali di ossigeno misurato sul fondo e la temperatura in superficie nella stazione 9, a 0.5 km davanti a Lido Adriano.

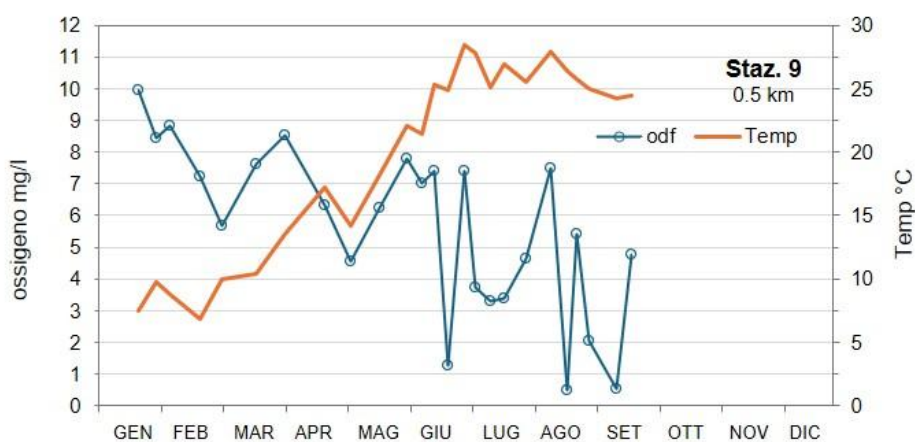


Figura 49 – Andamenti temporali dell'ossigeno disciolto di fondo (mg/l) e della temperatura (°C) nella stazione 9 a 0.5 km davanti a Lido Adriano

Diminuzioni di ossigeno a livello del fondale si sono misurate anche nelle stazioni più al largo della costa, diminuzioni sempre limitate alle quote più profonde come si evidenzia nella Figura 50 per le stazioni 1004 e 1014 a 10 km davanti a Porto Garibaldi e Cesenatico durante il monitoraggio del 15-18 settembre.

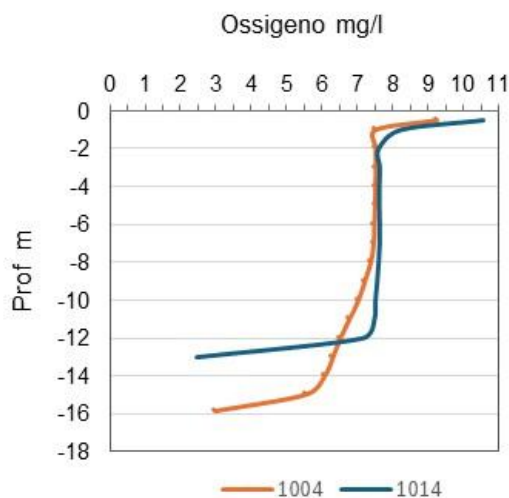


Figura 50 – Profili dell'ossigeno nelle stazioni 1004 e 1014 durante i controlli del 15-18 settembre

4.3.1.d Clorofilla “a”

La concentrazione di clorofilla “a” fornisce la misura del principale pigmento fotosintetico delle microalghe presenti nelle acque. Viene utilizzata per stimare indirettamente la biomassa fitoplanctonica e rappresenta un efficace indicatore della produttività del sistema determinando il livello di eutrofizzazione delle acque. È una componente fondamentale degli indici trofici (valutazione della produzione primaria) come, ad esempio, il TRIX e l'indice di torbidità TRBIX, entrambi applicati nella valutazione delle caratteristiche trofiche del corpo idrico e dello stato ambientale dell'ecosistema.

Il numero e l'ubicazione delle stazioni d'indagine permettono di effettuare una valutazione sufficiente dell'ampiezza e dell'impatto generato (blooms algali) e delle pressioni esistenti sulla fascia costiera.

Essendo la costa emiliano romagnola molto sensibile ai fenomeni eutrofici, il monitoraggio viene effettuato con frequenza elevata; l'indagine è quindicinale (1° e 3° settimana di ogni mese) e non bimestrale come prevede il D.M. 260/10. Una maggior frequenza d'indagine, rispetto a quanto richiesto dal decreto, deriva da una maggior attenzione da parte dell'Agenzia e dalla necessità di monitorare al meglio le diverse fasi eutrofiche. L'analisi delle serie temporali del fitoplancton, degli elementi chimici e più in generale dei fattori trofici lungo la costa dell'Emilia-Romagna risultante dai dati acquisiti in trent'anni di monitoraggi, mostrano infatti una scala temporale di variazione ben più accentuata rispetto alla frequenza di misure prevista dal D.M. 260/10.

I grafici riportati nell'immagine di Figura 51 presentano l'andamento temporale della concentrazione di clorofilla “a” in superficie per le diverse stazioni di monitoraggio nel corso dell'anno 2025. Si osservano picchi marcati in specifici periodi dell'anno, sia nelle stazioni costiere sia in quelle più al largo. In particolare, nel mese di febbraio la clorofilla “a” raggiunge valori superiori ai 40 µg/l presso le stazioni del transetto di Cesenatico.

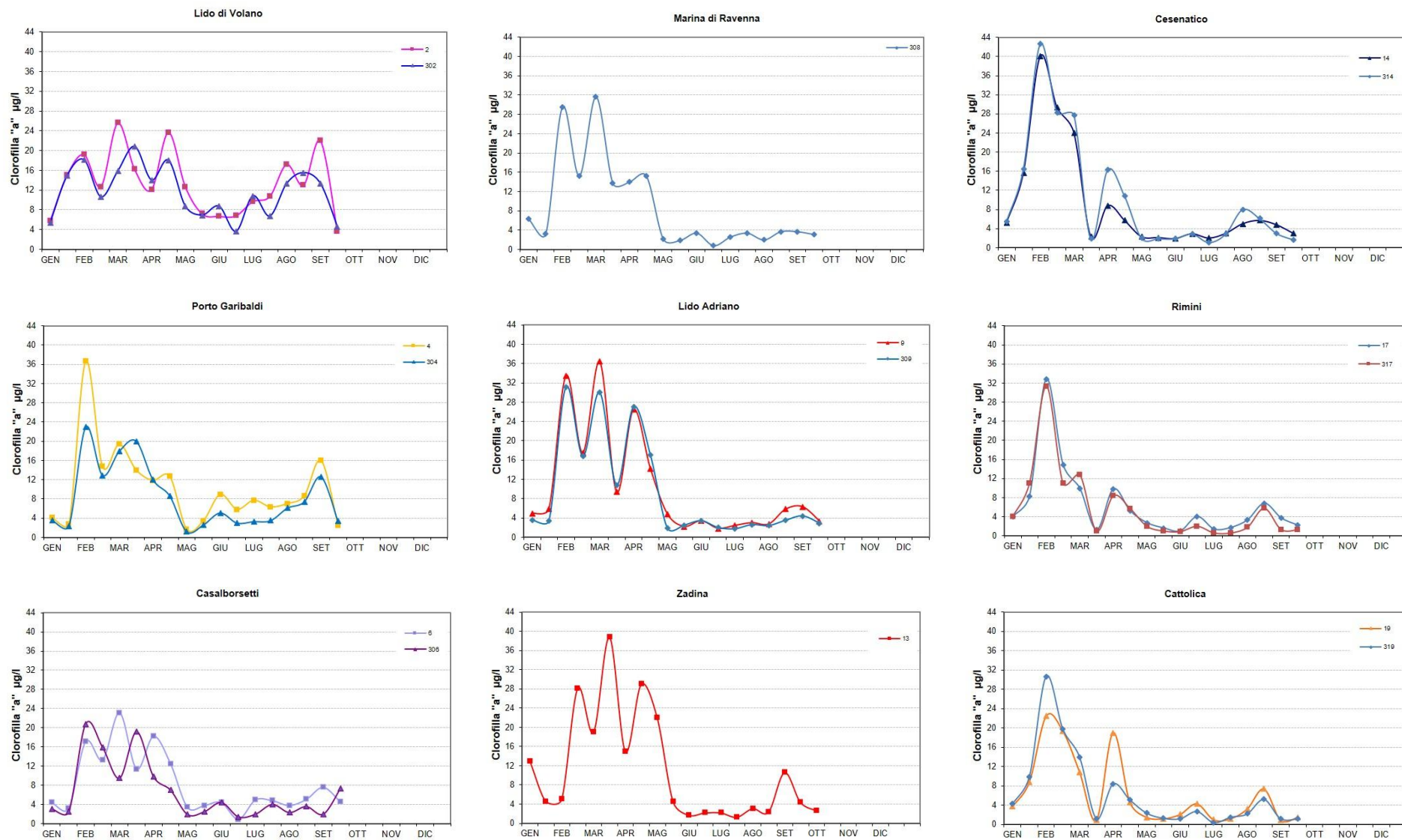


Figura 51 – Andamenti temporali della clorofilla “a” (µg/l) in superficie nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa dei corpi idrici CD1 (stazioni 2, 302, 4, 304, 6, 306) e CD2 (stazioni 308, 9, 309, 13, 14, 314, 17, 317, 19, 319): anno 2025

In Figura 52 si riportano le mappe di distribuzione delle medie stagionali di clorofilla “a” in superficie, da costa fino a 10 km al largo, riportate per stagione. Le concentrazioni sono espresse in $\mu\text{g/l}$ e rappresentate con una scala cromatica da blu (valori più bassi) a rosso (valori intermedi) e verde (valori più alti), con contorni isometrici per facilitare la lettura spaziale.

L'andamento medio stagionale nel 2025 evidenzia che durante l'inverno si sono registrate concentrazioni medie superiori ai 14-16 $\mu\text{g/l}$ nel tratto di costa tra Marina di Ravenna e Cesenatico, mentre nelle aree più meridionali i valori si sono mostrati più contenuti con medie pari a 9-10 $\mu\text{g/l}$. La distribuzione risulta piuttosto uniforme, ad eccezione delle zone al largo di Lido Adriano e Cattolica, dove si registrano valori medi minimi inferiori a 7 $\mu\text{g/l}$.

In primavera si osservano valori medi di clorofilla contenuti lungo l'intero litorale emiliano romagnolo, comunque inferiori ai 10-11 $\mu\text{g/l}$. La distribuzione appare omogenea lungo tutta la costa, incluse le acque aperte, ad eccezione della zona di mare antistante Rimini e Cattolica, dove si riscontrano concentrazioni medie con minimi fino a 1-2 $\mu\text{g/l}$.

Durante l'estate le concentrazioni risultano sensibilmente più basse, con ampie aree marine, soprattutto al largo, che mostrano valori compresi tra 1 e 2 $\mu\text{g/l}$. Le zone costiere più prossime alla riva mantengono valori leggermente superiori (2-6 $\mu\text{g/l}$) nel tratto tra Casalborgsetti e Cattolica, mentre nel tratto settentrionale, tra Lido di Volano e Casalborgsetti, si evidenziano valori più elevati sotto costa e al largo (12-14 $\mu\text{g/l}$), a indicare una maggiore produttività e un apporto di nutrienti più consistente.

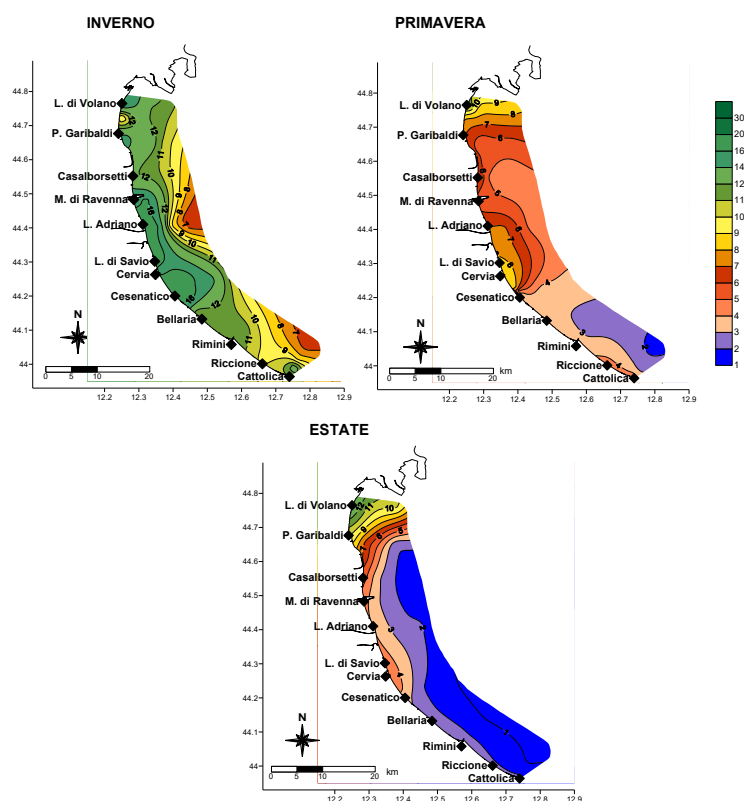


Figura 52 – Mappe di distribuzione della clorofilla “a” ($\mu\text{g/l}$) da costa a 10 km al largo in superficie (medie stagionali 2025)

4.3.2 Elementi nutritivi

Le attività di monitoraggio condotte dalla struttura Daphne II per l'anno 2025 si riferiscono al periodo compreso tra gennaio e settembre. Di seguito vengono analizzati gli andamenti dei principali parametri chimico-ambientali rilevati.

4.3.2.a Azoto nitrico ($N-NO_3$)

L'azoto nitrico rappresenta la forma più ossidata e stabile di azoto inorganico disciolto presente negli ambienti marini. Questo parametro, insieme agli altri, è un importante indicatore delle pressioni antropiche esercitate sul bacino idrografico costiero e quindi sul carico trofico proveniente da terra (dilavamento terreni agricoli/scarichi civili depurati), veicolato principalmente dalle portate dei fiumi regionali e in particolare dal Po.

L'elaborazione delle medie annuali dell' $N-NO_3$ lungo i transetti, nelle acque marine superficiali, evidenzia un chiaro gradiente decrescente nord sud e costa largo (Figura 53). Fa eccezione il transetto di Lido di Volano a nord della costa (2) dove le concentrazioni rimangono simili a 0.5, 3 e 10 km dalla riva. Questa condizione è strettamente correlata all'influenza diretta del bacino padano sull'intera area; il flusso di acque dolci provenienti dal Po, come del resto anche per gli altri fiumi regionali, è il veicolo che trasporta i nutrienti a mare e nei periodi di piena (portate elevate) l'apporto è maggiore. Il bacino padano da sempre contribuisce maggiormente, rispetto ai bacini regionali, al carico totale di nutrienti immessi in ambiente marino per metricubi di acque immesse. Lungo la direttrice di Cesenatico si riscontra invece un netto gradiente costa-largo: nella stazione a 20 km si è registrata la concentrazione media annua più bassa del 2025 pari a 66.4 $\mu g/l$. Porto Garibaldi (4) e Casalboretto (6) mostrano valori medi particolarmente elevati nelle stazioni a 500 m determinati principalmente dai picchi registrati durante il monitoraggio di fine febbraio.

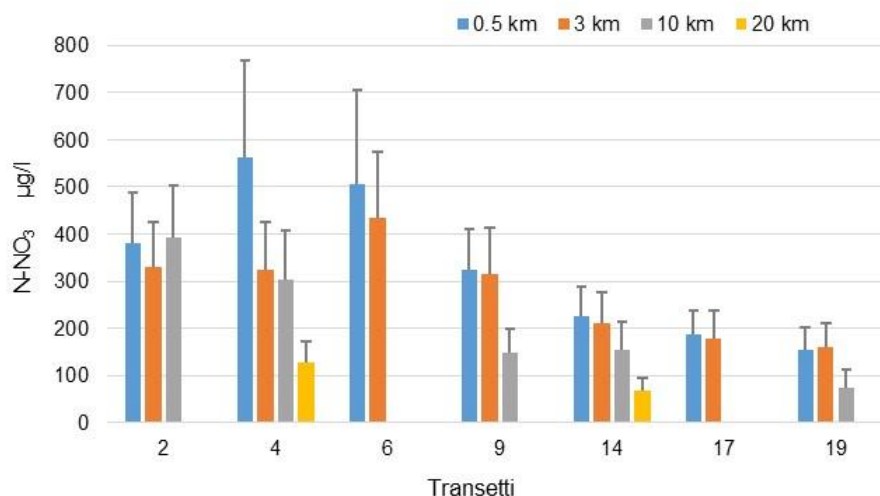


Figura 53 – Medie annuali e deviazione standard (gennaio-settembre) di $N-NO_3$ calcolate in alcune stazioni e 0.5, 3, 10 20 km dalla costa

Durante i controlli del 20 e 21 febbraio, infatti, si sono registrati valori alti nelle stazioni a 500 metri dalla costa prevalentemente nella parte settentrionale della costa: la mappa di Figura 54 mostra la distribuzione dell' N-NO_3 nelle acque marine superficiali misurate durante il monitoraggio con concentrazioni nettamente più elevate proprio nella stazione 4 e 6 (Figura 55A): questa condizione risulta in correlazione ad una forte diluizione della salinità in superficie a conferma di apporti importanti di acque dolci dai fiumi (Figura 55B).

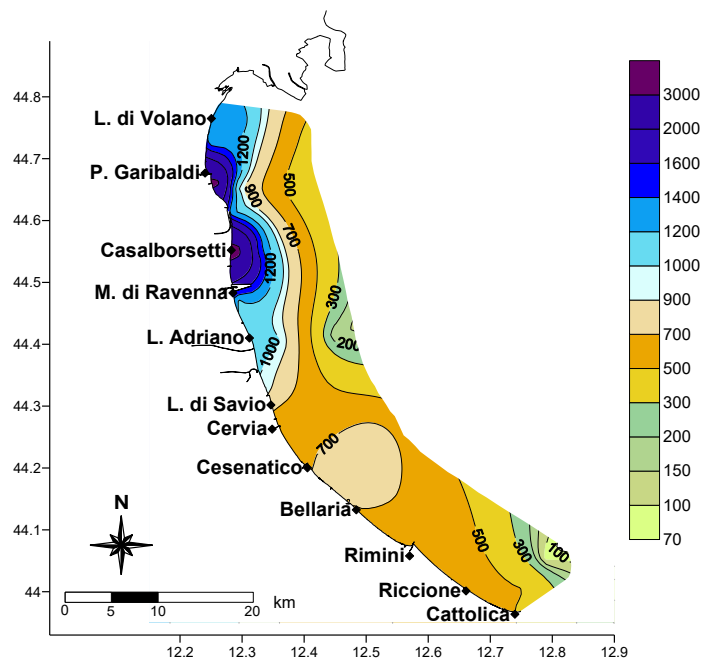


Figura 54 – Mappa di distribuzione dell’azoto nitrico in superficie lungo la costa fino a 10 km durante il monitoraggio del 20-21 febbraio

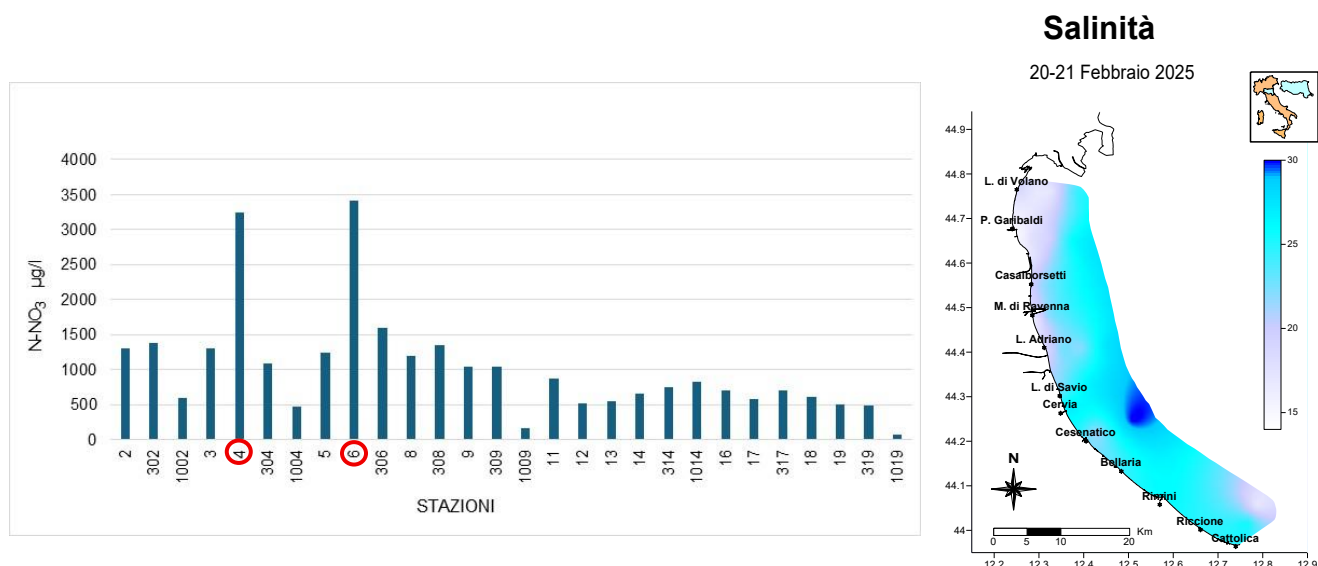


Figura 55 – A) Andamento dell’azoto nitrico nelle stazioni controllate durante il monitoraggio del 20-21 febbraio; B) Mappa di distribuzione della salinità (psu) in superficie

Gli andamenti annuali dell'azoto nitrico mostrano concentrazioni maggiori nel periodo gennaio-aprile e valori bassi tra maggio e settembre (Figura 56). Nelle stazioni 4 e 6 si sono registrati picchi superiori a 3000 $\mu\text{g/l}$ mentre nel settore meridionale i valori massimi sono rimasti inferiori a 1000 $\mu\text{g/l}$.

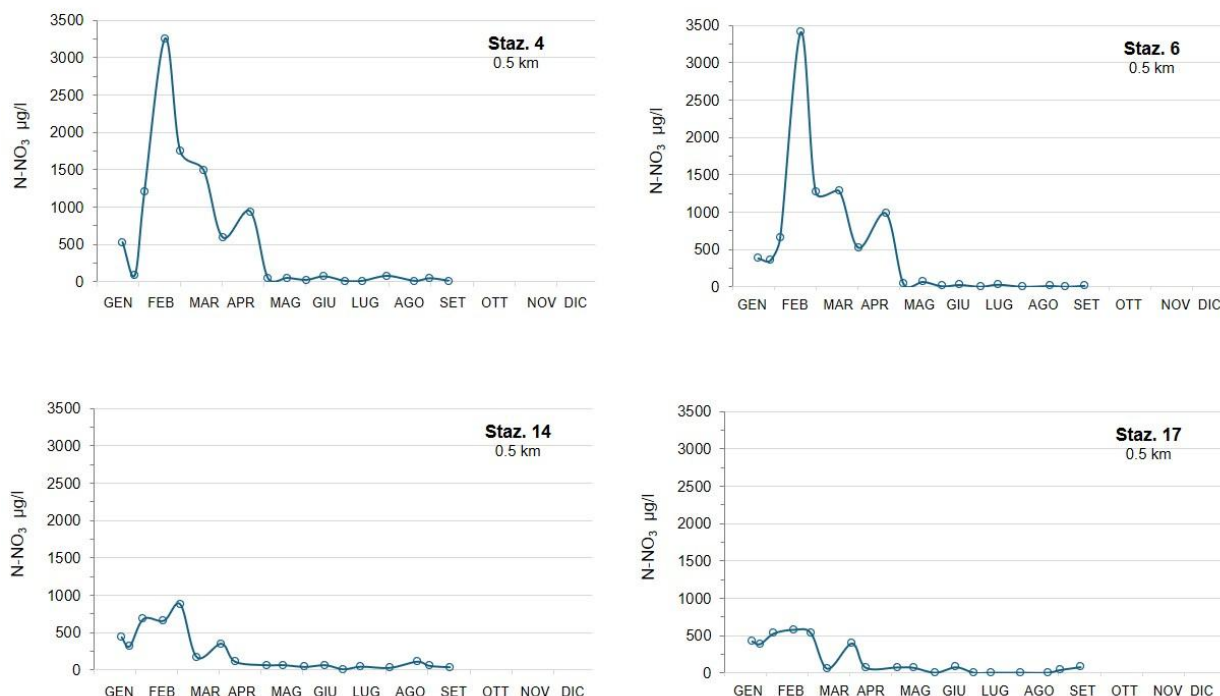


Figura 56 – Andamento dell'azoto nitrico misurato durante il monitoraggio del 20-21 febbraio

In Figura 57 si confronta l'andamento dell' N-NO_3 misurato nelle stazioni 2 e 19 localizzate rispettivamente nella parte più settentrionale e meridionale della costa. A Lido di Volano (2) le fluttuazioni risultano più ampie con concentrazioni nettamente superiori tra febbraio e aprile rispetto a Cattolica (19). In entrambe le stazioni l'azoto nitrico è sceso a livelli minimi da maggio a settembre.

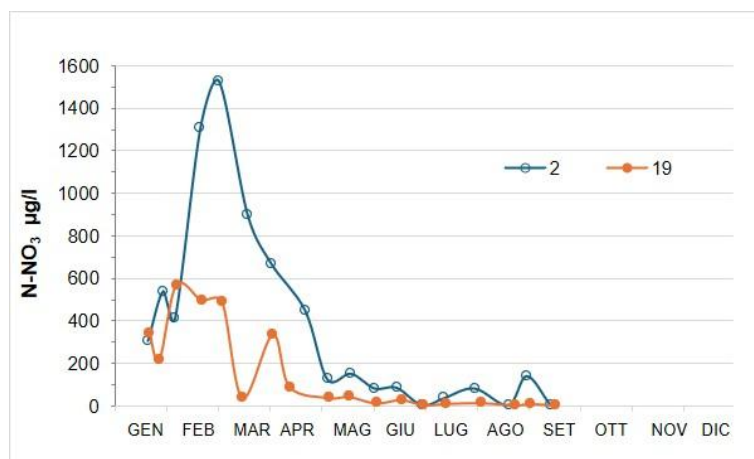


Figura 57 – Andamenti temporali dell'azoto nitrico in superficie nelle stazioni 2 e 19 a 0.5 km davanti a Lido di Volano e Cattolica

L'elaborazione stagionale evidenzia una netta separazione tra i dati invernali più elevati e quelli primaverili ed estivi (Figura 58).

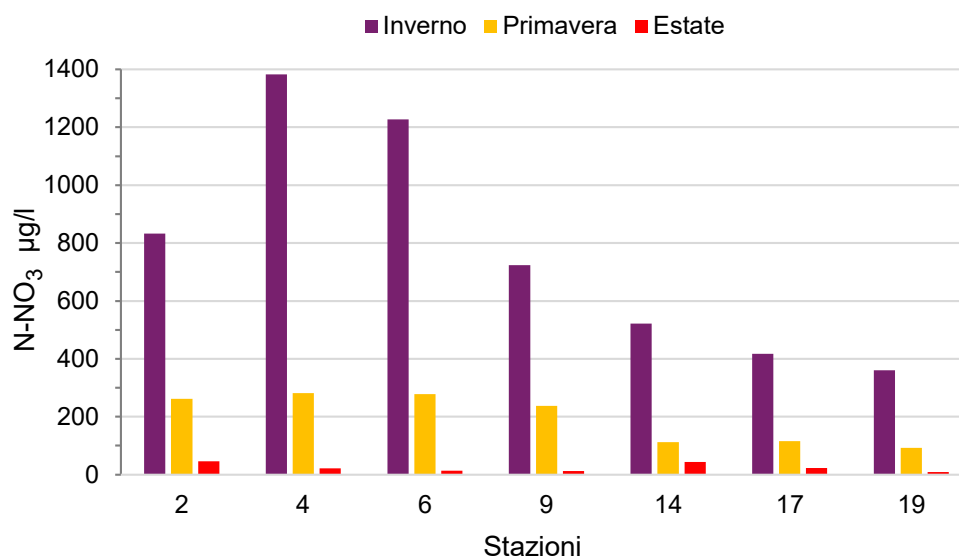


Figura 58 – Medie stagionali dell'azoto nitrico nelle stazioni costiere

Rispetto al 2024 il 2025 (Figura 59) ha mostrato, nelle acque superficiali, incrementi più o meno marcati in inverno. In estate si è osservato al contrario una diminuzione generale ad eccezione della stazione 14 (Cesenatico).

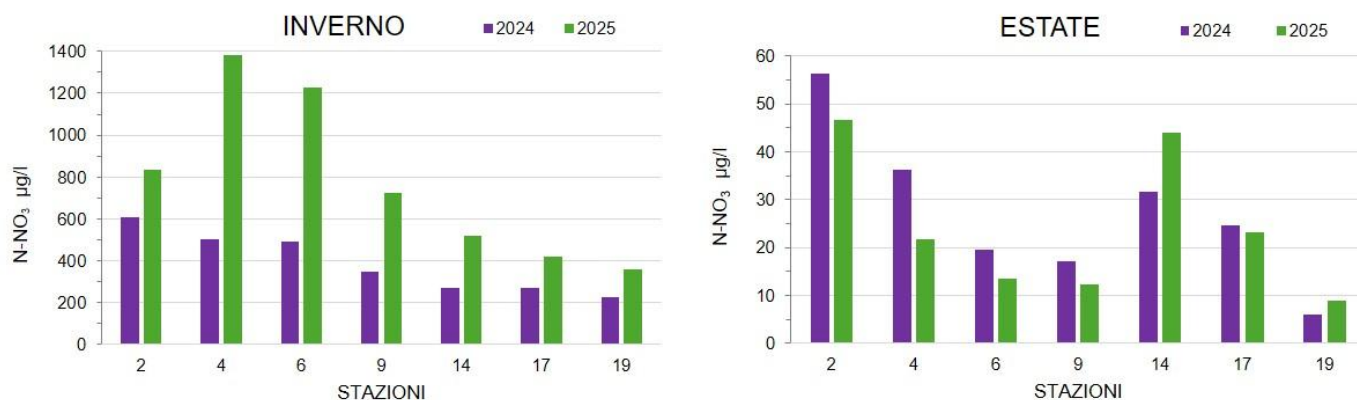


Figura 59 – Medie stagionali di azoto nitrico nelle stazioni costiere calcolate nel 2024 a confronto con quelle calcolate nel 2025

In Figura 60 sono rappresentati gli andamenti misurati nelle acque marine in superficie e a livello del fondale lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico da 3 a 20 km al largo. Si conferma che l'azoto nitrico è stabilmente più elevato in superficie e decresce verso il largo. Sul fondo i valori si mantengono bassi e sempre inferiori a quelli di superficie.

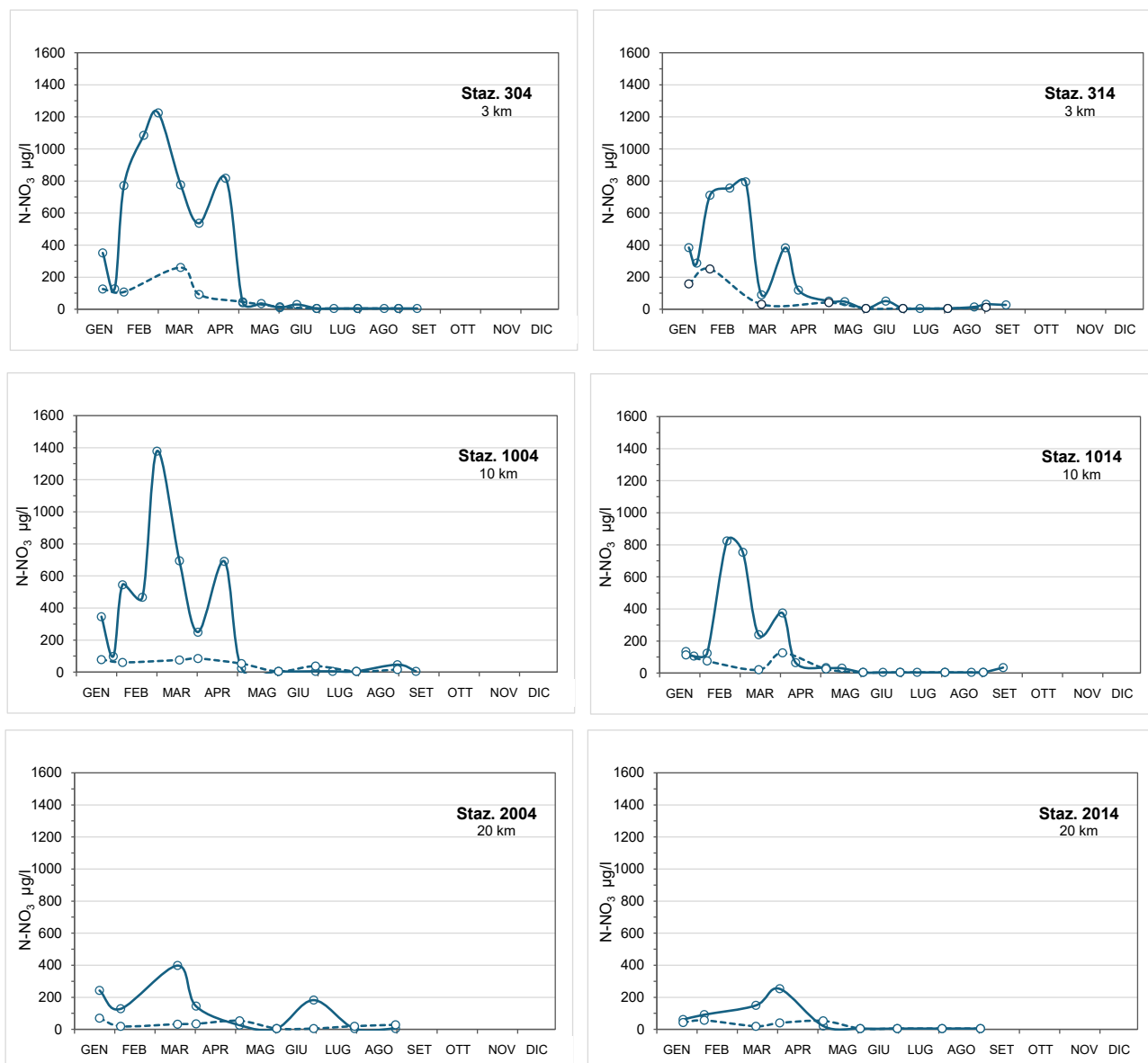


Figura 60 – Andamenti temporali dell'azoto nitrico in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) nelle stazioni a 3, 10 e 20 km lungo i transeiti di Porto Garibaldi e Cesenatico

4.3.2.b Azoto nitroso ($N-NO_2$)

L'azoto nitroso è una forma intermedia dell'azoto inorganico e il suo comportamento durante l'anno è analogo a quello dei nitrati con concentrazioni massime nei primi mesi dell'anno e un netto calo nel periodo estivo. Anche per l' $N-NO_2$ si segnalano, durante il secondo monitoraggio di febbraio, concentrazioni particolarmente elevate in alcune stazioni a nord della costa in particolare davanti a Porto Garibaldi (staz.4) dove si è misurato il valore più alto del 2025 pari a 71.7 $\mu\text{g/l}$.

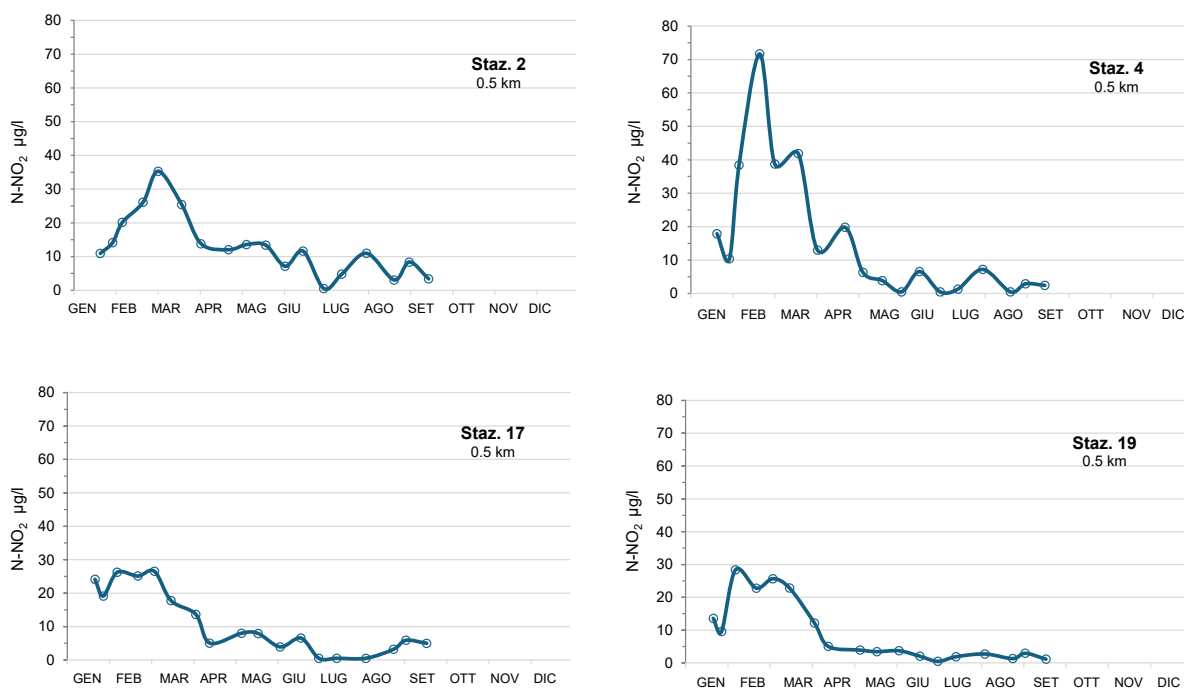


Figura 61 – Andamento annuale dell'azoto nitroso in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

L'elaborazione delle medie annuali conferma la diminuzione nord-sud e costa-largo, confermando l'impatto maggiore degli apporti dai fiumi nelle stazioni posizionate vicine alle foci. Nelle stazioni localizzate nella parte più settentrione i valori medi a 3 e 10 km risultano allineati.

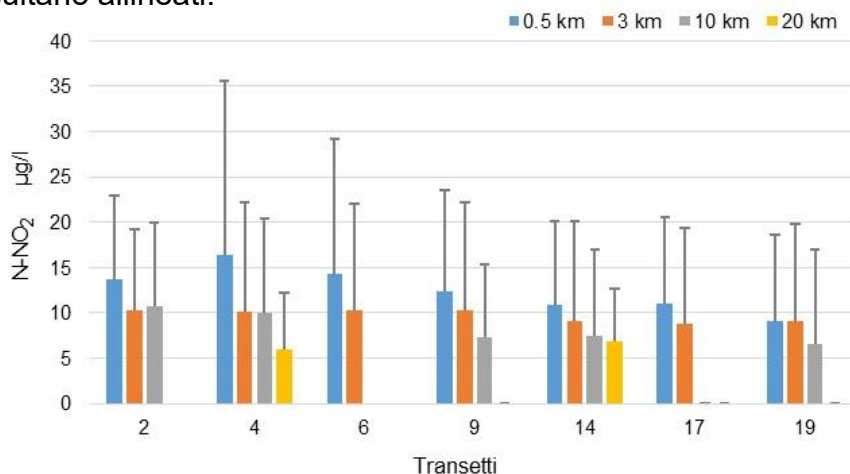


Figura 62 – Medie annuali e deviazione standard (gennaio-settembre) di azoto nitroso in alcune stazioni e 0.5, 3, 10 20 km dalla costa

Le medie stagionali confermano valori alti in inverno e minimi in estate con concentrazioni più elevate nelle stazioni a nord rispetto a quelle misurate nella parte meridionale della costa.

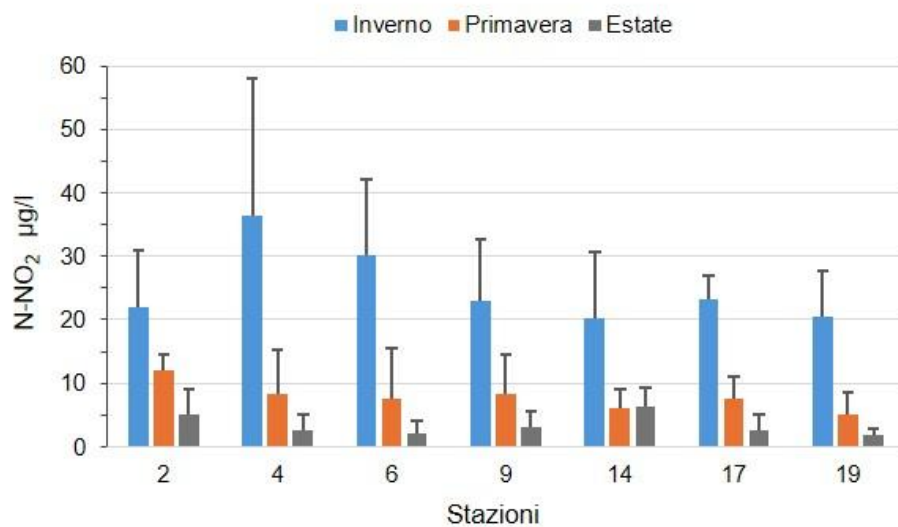


Figura 63 – Medie stagionali e deviazione standard dell’azoto nitroso in alcune stazioni localizzate a 0.5 km dalla costa

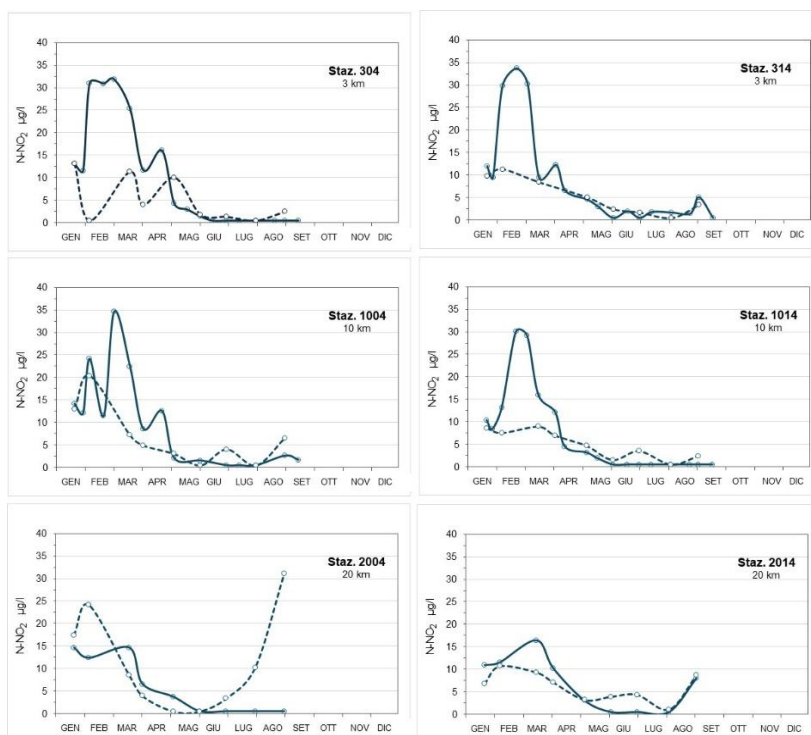


Figura 64 – Andamenti temporali dell’azoto nitroso in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico

L'andamento dell'azoto nitroso misurato in superficie a confronto con quello sul fondo conferma diminuzioni importanti nelle stazioni più al largo e tendenzialmente valori più bassi alle quote più profonde lungo la colonna d'acqua contemporaneamente a variazioni più contenute. In alcuni campionamenti si sono registrate però concentrazioni più elevate sul fondo rispetto alla superficie e questa condizione è correlata alla carenza di ossigeno (ipossia/anossia) rilevata sul fondale. L'aumento dell'attività metabolica degli organismi detritivori bentonici incrementa il consumo di ossigeno disciolto e accelera la mineralizzazione della sostanza rilasciando forme solubili di azoto, tra cui i nitriti. La presenza di stratificazioni termiche durante i mesi più caldi porta ad una stabilizzazione della colonna d'acqua con ridotto rimescolamento lungo la verticale delle acque e conseguentemente ridotta capacità di scambio di nutrienti tra il fondo e la superficie.

4.3.2.c Azoto ammoniacale ($N-NH_3$)

L'azoto ammoniacale è la forma chimica più ridotta dell'azoto inorganico e nelle acque marine il carico maggiore è generalmente di origine antropica (dilavamenti dei terreni agricoli trattati con fertilizzanti, allevamenti zootecnici e acque reflue urbane) veicolato in mare dai fiumi. Livelli elevati di $N-NH_3$ nelle acque marine superficiali sono spesso strettamente riconducibile alle piene fluviali dopo intensi eventi di pioggia che incrementano le portate in mare e di conseguenze ai carichi di nutrienti. Le stazioni a 0.5 km dalla costa presentano concentrazioni di azoto ammoniacale superiori rispetto alle stazioni a 3, 10 e 20 km. L'elaborazione dei valori medi per il 2025 conferma questo andamento (Figura 65) e mostra un decremento generale dei valori nei transetti meridionali lungo la costa.

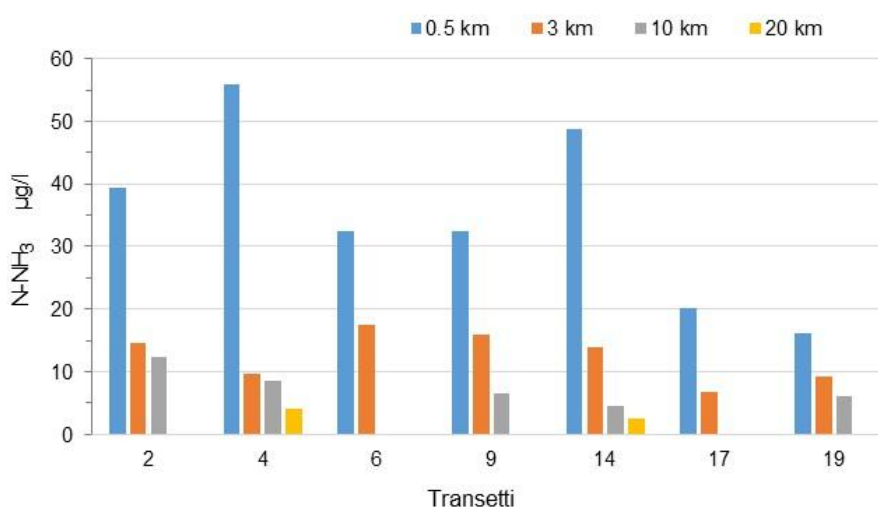


Figura 65 – Medie annuali (gennaio-settembre) dell'azoto ammoniacale in superficie in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

Nel 2025 in superficie si sono registrati due picchi importanti in due occasioni a 500 m dalla costa: il 20 febbraio nella stazione 4 davanti (Porto Garibaldi) con 360.4 µg/l e il 15 settembre a Lido di Volano (stazione 2) con a 305.7 µg/l.

A livello del fondale i valori massimi sono stati rilevati durante i primi controlli a maggio nelle stazioni a 3 km davanti a Porto Garibaldi e Cesenatico pari a 82.5 e 95.6 µg/l (Figura 66). Mentre in superficie l' NH_3 è legata principalmente alle attività antropiche a livello del fondale la fonte primaria è soprattutto la decomposizione biologica della sostanza organica. I batteri decompositori (eterotrofi) rompono le proteine e gli acidi nucleici rilasciando ammoniaca come sottoprodotto. Se c'è un eccesso di materia organica (eutrofizzazione), la produzione di ammoniaca supera la capacità del sistema di smaltirla e questo determina nelle acque sul fondo un accumulo per cui spesso possono essere più ricche di ammoniaca rispetto alle acque più superficiali. In Figura 66 è rappresentato l'andamento del parametro lungo le due direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico, da costa fino a 20 km al largo, sia in superficie che sul fondo.

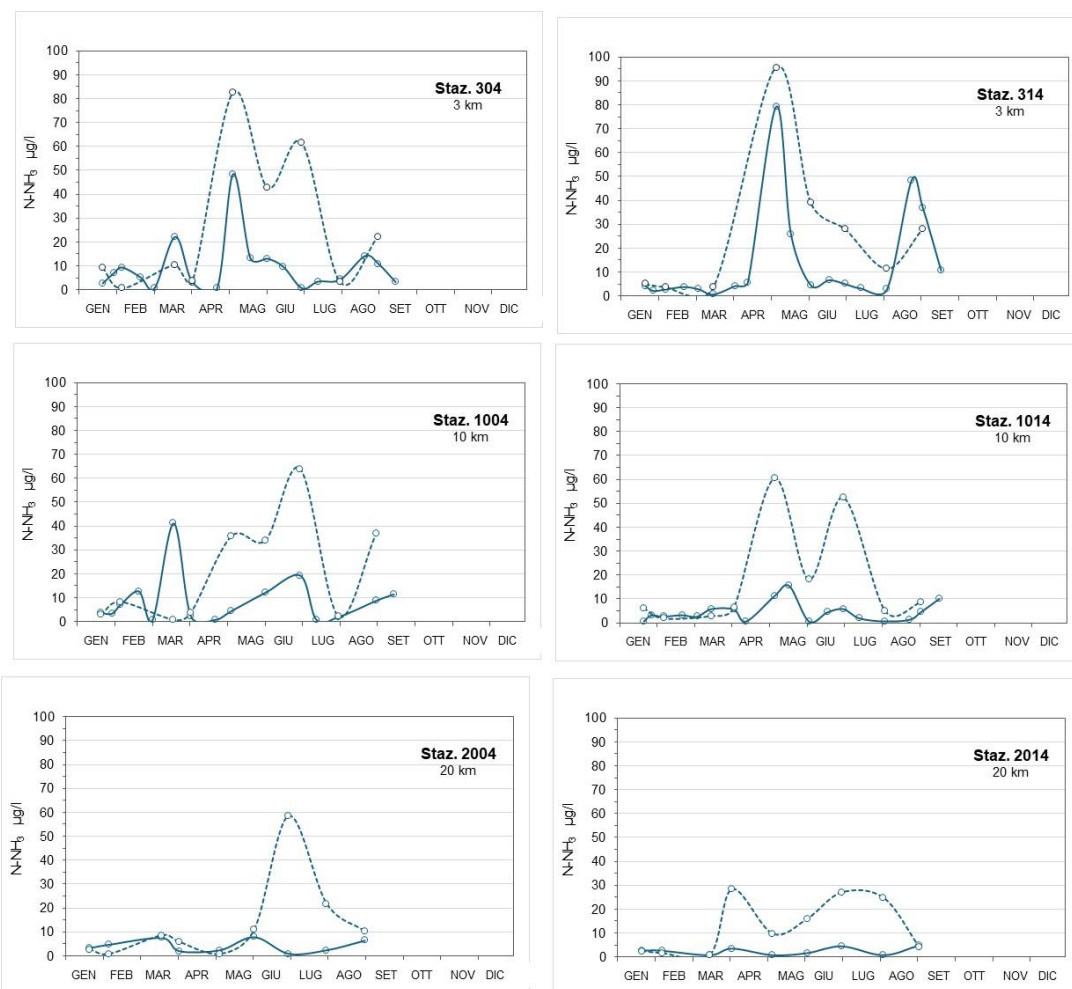


Figura 66 – Andamenti dell'azoto ammoniacale in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico

Gli istogrammi di Figura 67 mostrano le medie stagionali calcolate in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa. In inverno i valori sono generalmente bassi tranne che nelle stazioni 4 e 6 dove la media dei primi tre è notevolmente superiore alle altre specialmente a Porto Garibaldi (4). Le stazioni 2, 9 e 14 mostrano valori più elevati da luglio a settembre (estate). Nella stazione 2 (Lido di Volano) la media estiva è stata fortemente influenzata dal picco isolato di fine settembre $>300 \mu\text{g/l}$. In primavera i valori risultano complessivamente allineati.

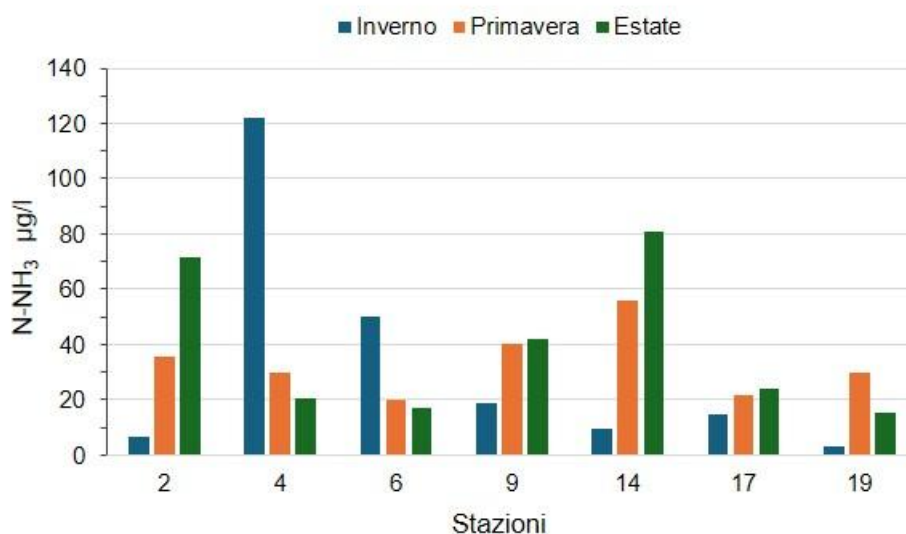


Figura 67 – Medie stagionali di azoto ammoniacale in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

La Figura 68 mostra i valori di NH_3 misurati a Lido di Volano e Cattolica nel corso dei campionamenti effettuati nel 2025 con evidenza del picco misurato a fine settembre nella stazione 2.

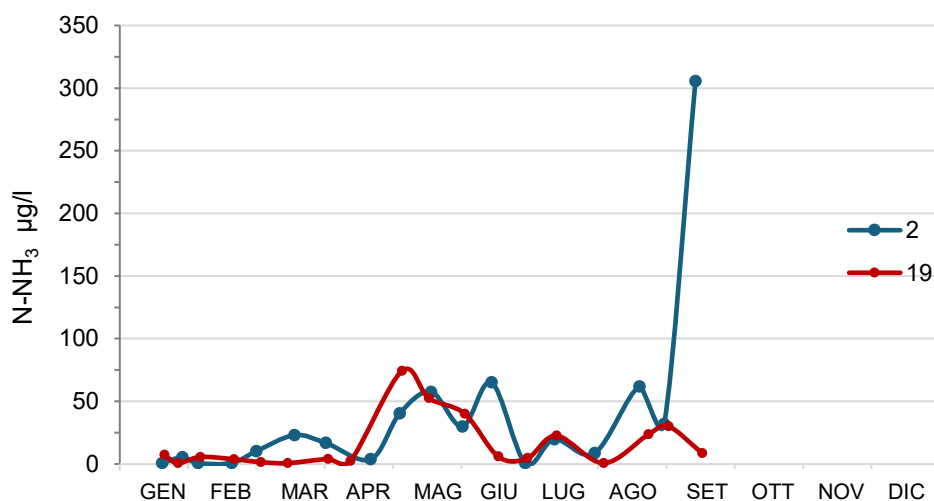


Figura 68 – Andamento annuale dell'azoto ammoniacale nelle stazioni 2 e 19 a 0.5 km davanti a Lido di Volano e Cattolica

In Figura 69 vengono rappresentati invece gli andamenti in altre stazioni sempre a 500 metri dalla riva che mostrano una variabilità significativa e repentina da un monitoraggio all'altro delle concentrazioni di azoto ammoniacale in superficie, più evidente nelle stazioni più a nord della costa.

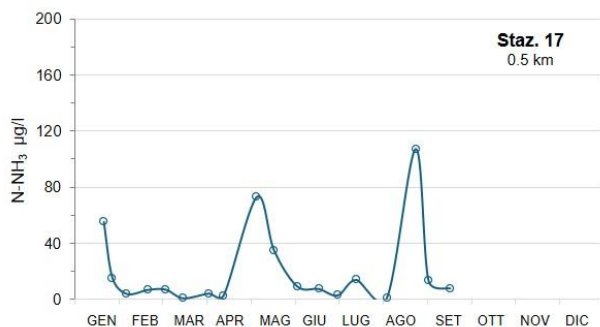
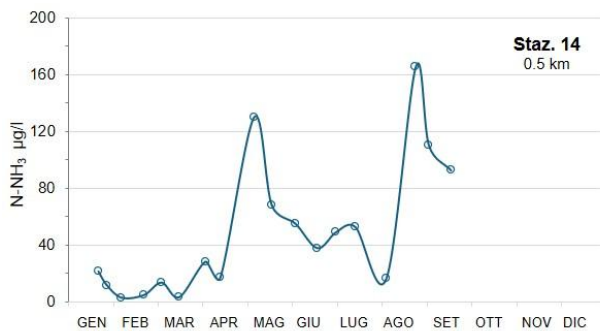
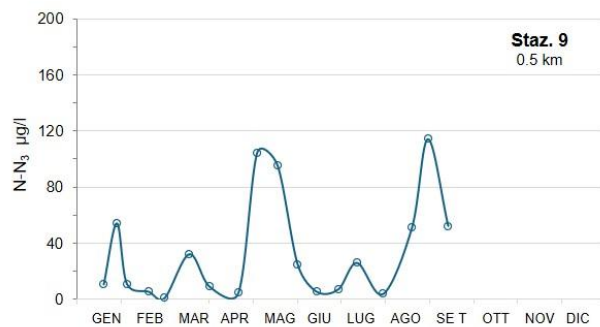
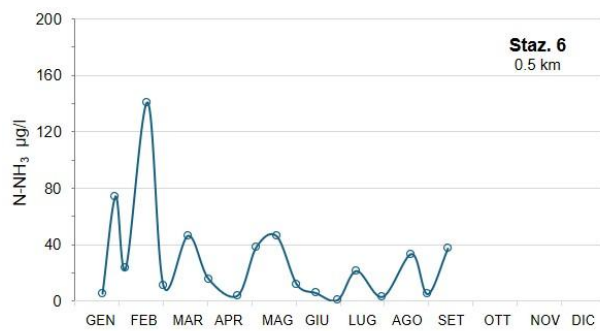


Figura 69 – Andamento temporale dell'azoto ammoniacale in superficie nelle stazioni 6 (Casalborsetti), 9 (Lido Adriano), 14 (Cesenatico) e 17 (Rimini)

4.3.2.d Azoto inorganico disciolto (DIN)

Il DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen), o Azoto Inorganico Disciolto, è un parametro importante per comprendere la qualità ambientale di un ecosistema marino costiero e rappresenta la somma delle tre forme di azoto solubile biodisponibili per gli organismi fotosintetici marini, come fitoplancton e macroalghe: azoto nitrico, azoto nitroso e azoto ammoniacale.

L' N-NO_3 è spesso la componente azotata più rappresentativa nel calcolo del DIN in quanto è la forma più abbondante e relativamente la più stabile in soluzione acquosa rispetto all'azoto ammoniacale e ai nitriti. Gli istogrammi di Figura 70 mostrano i contributi delle diverse componenti azotate nei campioni di acqua prelevati nelle acque superficiali nella stazione 4 a 0.5 km dalla costa. Nei campionamenti del 21 agosto e del 15 settembre soprattutto si osserva un contributo maggiore della componente ammoniacale sulle altre due forme di azoto inorganico disciolto.

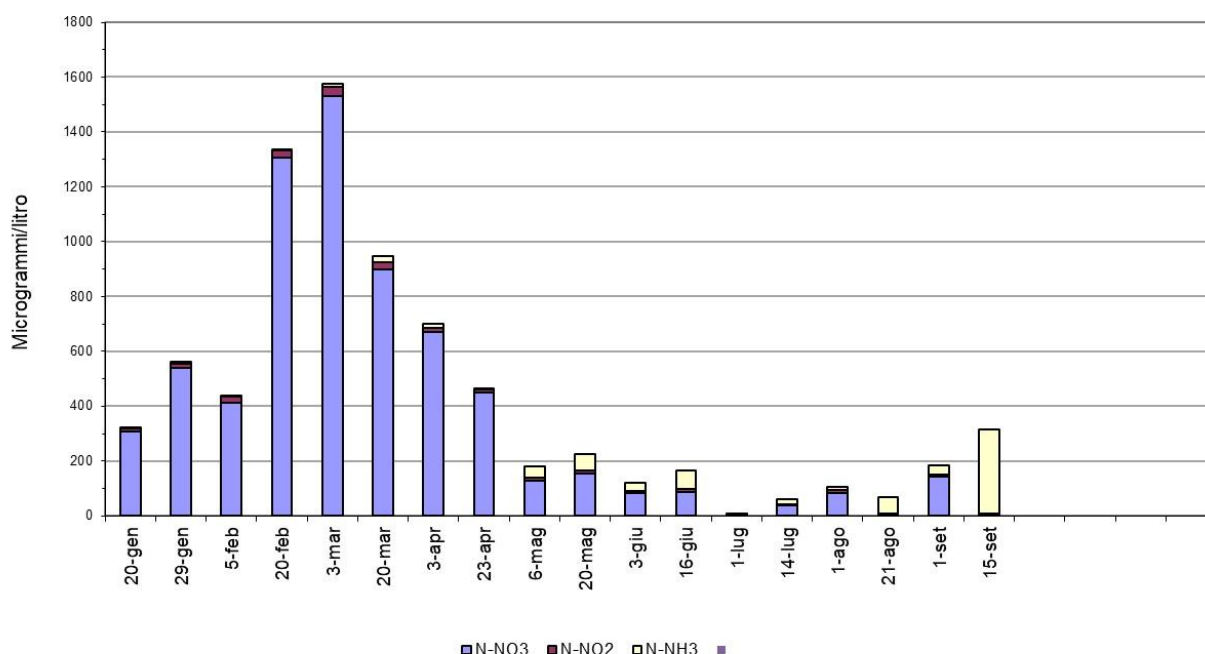


Figura 70 – Istogrammi in pila degli andamenti di nitrati, nitriti e azoto ammoniacale nella stazione 4 a 0.5 km davanti a Porto Garibaldi

Il confronto dei valori medi mensili calcolati nelle stazioni a 3 km davanti a Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica con i valori di riferimento calcolati nel periodo 2003-2022 evidenzia una tendenza alla diminuzione, particolarmente accentuata nella stazione 304. Fa un'eccezione un incremento diffuso a febbraio in tutte le stazioni e il prolungarsi di valori sopra la media a marzo e aprile nella sola stazione di Porto Garibaldi.

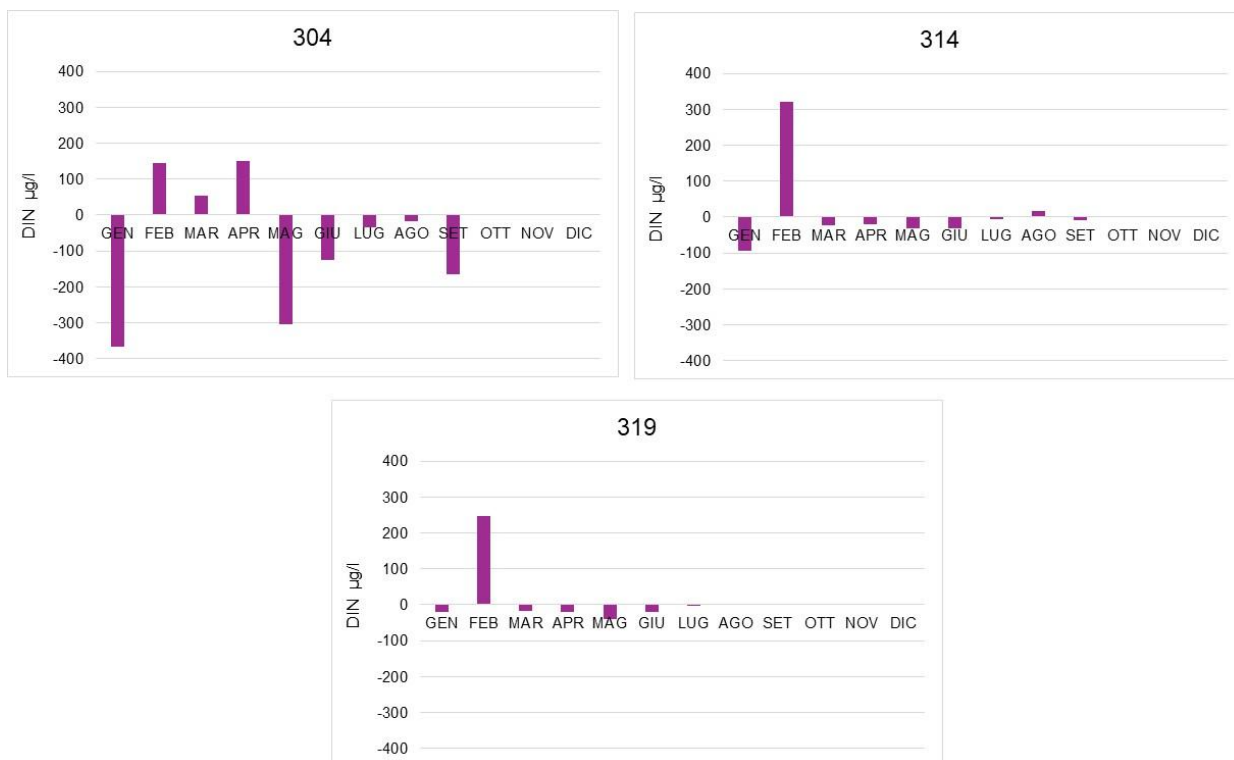


Figura 71 – Variazioni dei valori medi mensili del DIN nelle stazioni a 3 km davanti a Porto Garibaldi (304), Cesenatico (314) e Cattolica (319) a confronto con valori climatologici calcolati nel periodo 2003-2022

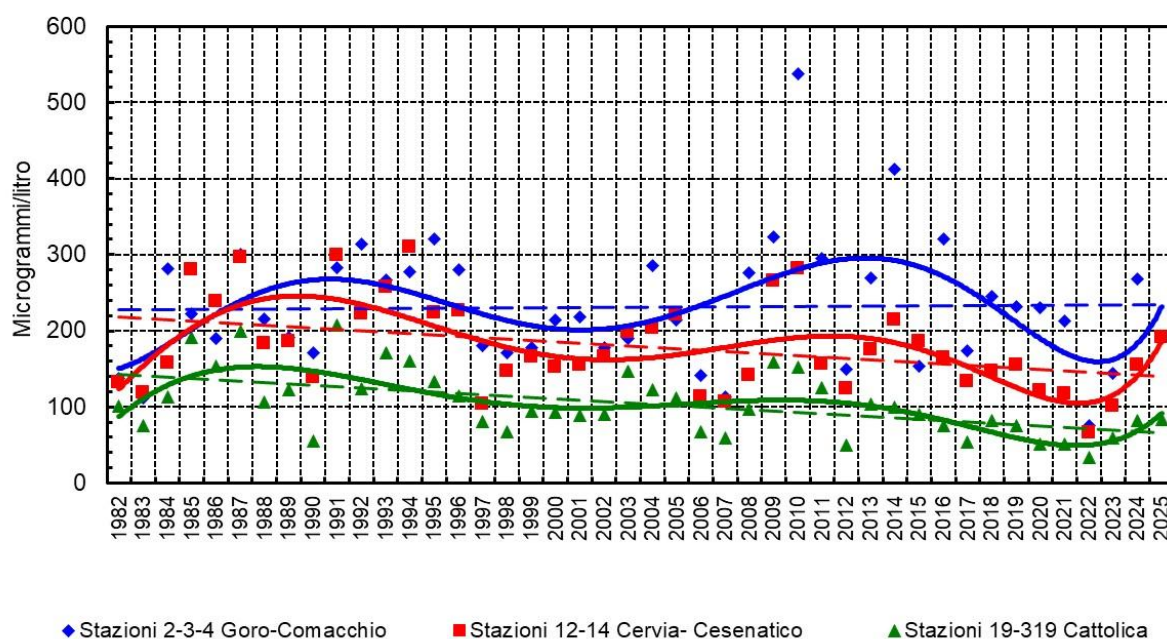


Figura 72 – Medie geometriche annuali per trend evolutivo del DIN nel lungo periodo 1982-2025 in tre aree lungo la costa dell'Emilia-Romagna

In Figura 72 viene rappresentata la tendenza del DIN nel tempo in tre aree rappresentative della costa dell'Emilia-Romagna. Sono state calcolate le medie geometriche tra Lido di Volano e Porto Garibaldi localizzate nell'area più a nord, tra Cervia e Cesenatico nella parte più centrale e davanti a Cattolica, l'area più

meridionale della costa da costa fino a 3 km. Le linee tratteggiate indicano le linee di tendenza di tipo lineare che mostrano l'evoluzione complessiva del sistema mentre le linee continue evidenziano eventuali fenomeni di ciclicità interannuale. Nel 2025 si osserva una tendenza ad un decremento nelle aree centro meridionali della costa, mentre nell'area settentrionale la tendenza è pressoché invariata rispetto agli ultimi anni.

4.3.2.e Azoto totale (N tot)

L'azoto totale rappresenta la totalità dell'azoto presente in ambiente marino ed è un parametro molto importante per valutare lo stato produttivo dell'ecosistema.

Il comportamento dell'azoto totale rispecchia quello visto per le altre forme di azoto con fluttuazioni più o meno marcate lungo la costa. La Figura 73 indica l'andamento nella stazione 2, nella parte più a nord della costa, a confronto con la stazione 19 localizzata nella parte più meridionale: a Lido di Volano i valori sono risultati sempre più alti in particolare da febbraio ad aprile. Nel corso dei controlli del 17-20 marzo si sono misurate concentrazioni molto diverse con 1316.5 µg/l nella stazione 2 e 188.3 µg/l a Cattolica.

Il valore più alto nel 2025 pari a 4690.2 µg/l è stato registrato il 20 febbraio davanti Casalborgsetti (stazione 6), seguito da un altro valore alto, sempre durante il monitoraggio di febbraio, nella stazione 4, davanti a Porto Garibaldi, con 3798.3 µg/l.



Figura 73 – Andamenti temporali dell'azoto totale nelle stazioni a 0.5 km davanti a Lido di Volano e Cattolica

Le stazioni localizzate nel settore più settentrionale tendono, anche nel 2025, a valori più elevati sia in costa che al largo rispetto alle stazioni meridionali. La Figura 74 riporta le concentrazioni medie calcolate da gennaio a settembre confermando una diminuzione nord sud e costa largo.

Il confronto delle medie mensili del 2025 con quelle di riferimento calcolate su un data set di 20 anni (2003-2022) rileva una diminuzione generale più accentuata nella stazione 304 (Figura 75). Fa eccezione il mese di aprile per quest'ultima e il mese di febbraio per le stazioni 314 e 319 dove si rileva un incremento dell'azoto totale rispetto ai valori medi di riferimento.

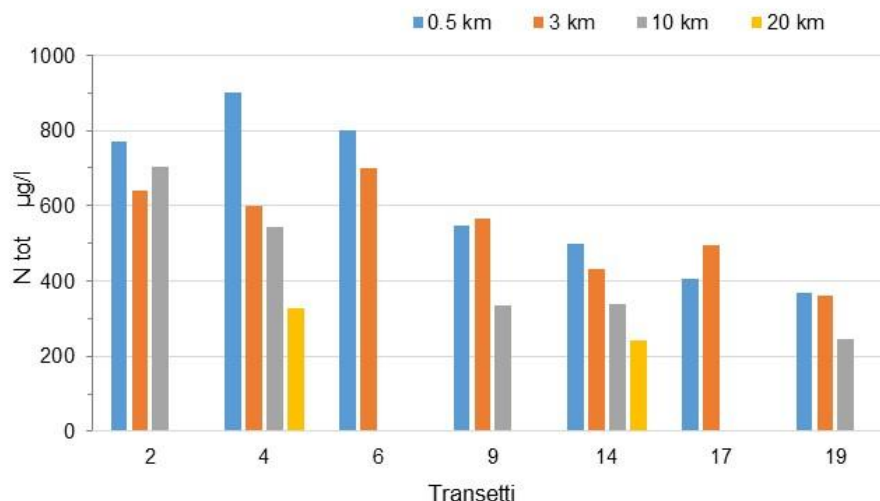


Figura 74 – Medie annuali dell'azoto totale (gennaio-settembre) in alcune stazioni e 0.5, 3, 10 20 km dalla costa

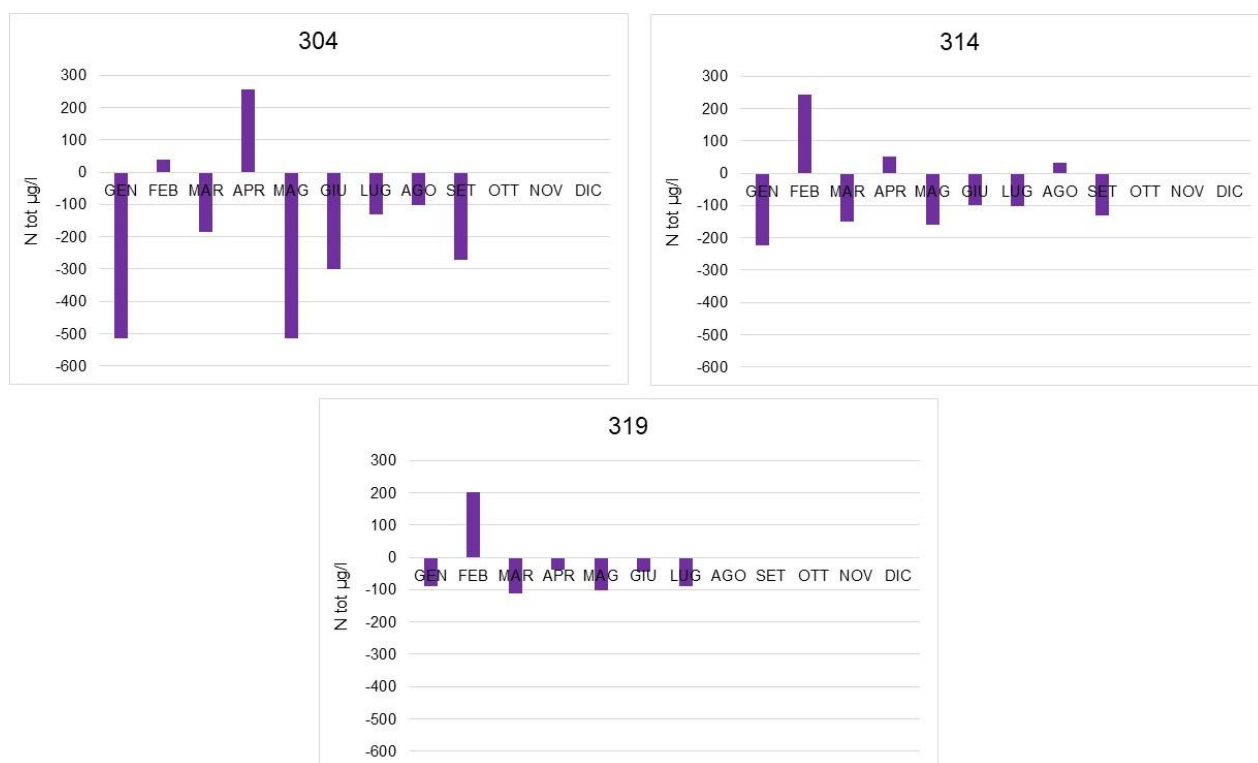


Figura 75 – Variazioni dei valori medi mensili dell'azoto totale nelle stazioni a 3 km davanti a Porto Garibaldi (304), Cesenatico (314) e Cattolica (319) a confronto con valori climatologici calcolati nel periodo 2003-2022

L'elaborazione delle medie stagionali dell'azoto totale in superficie nelle stazioni costiere (0.5 km) (Figura 76) indica valori elevati in inverno, superiori a quelli del 2024, e sempre maggiori nell'area più settentrionale della costa rispetto a quella meridionale.

In superficie le concentrazioni rimangono in generale sempre superiori rispetto ai valori misurati nelle acque di fondo come indicato in Figura 77. L'input è

prevalentemente di origine antropica e legata alle acque immesse in ambiente marino dai fiumi che influenzano maggiormente le acque marine in superficie e quelle più vicine alla costa rispetto a quelle al largo più lontane. Sul fondo le fluttuazioni rimangono sempre più contenute e i valori molto più bassi anche nelle stazioni a 3 km dalla costa.

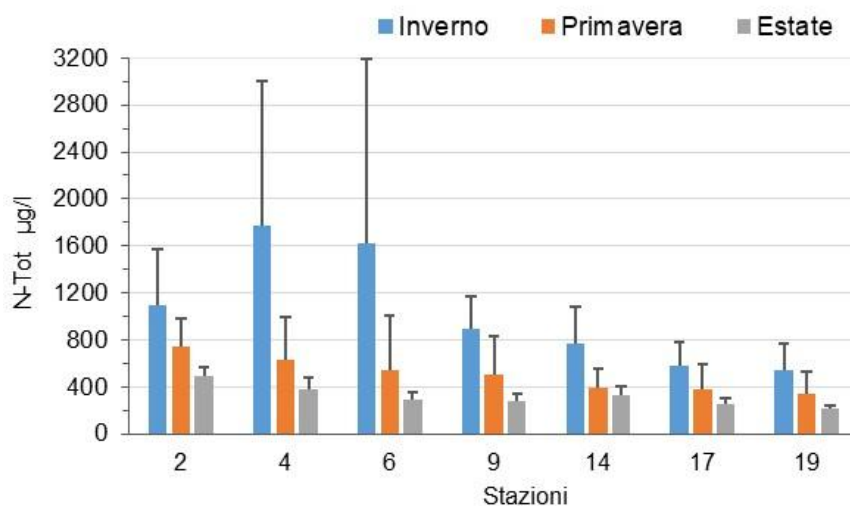


Figura 76 – Medie stagionali e deviazione standard (gennaio-settembre) di azoto totale in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

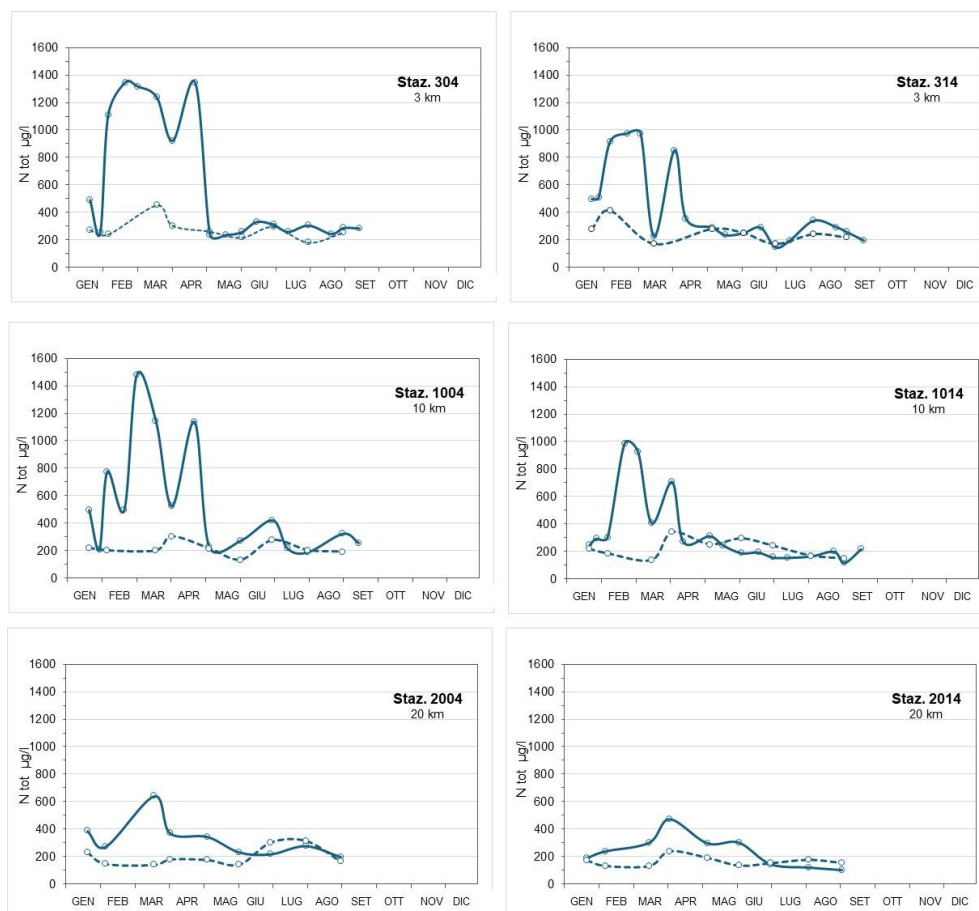


Figura 77 – Andamenti temporali dell'azoto totale in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) nelle stazioni a 3, 10 e 20 km dalla costa lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico

4.3.2.f Fosforo reattivo ($P-PO_4$)

Gli andamenti del fosforo reattivo, come accade anche per gli altri nutrienti, sono fondamentali per una valutazione dello stato trofico dell'ecosistema costiero. Da sempre e come già citato precedentemente il potenziale eutrofizzante delle acque dolci, convogliate nelle zone costiere, condiziona la qualità ambientale in mare soprattutto in corrispondenza di eventi di precipitazioni intense. Il fosforo reattivo rappresenta la quota di fosforo inorganico solubile immediatamente biodisponibile per i produttori primari.

L'andamento del fosforo reattivo nelle acque superficiali si rivela in tendenza con quello riscontrato negli ultimi anni e con valori medi tendenzialmente più alti nella parte centro settentrionale della costa rispetto a quelli misurati nell'area meridionale (Figura 78) e comunque con una forte variabilità durante l'anno (Figura 79).

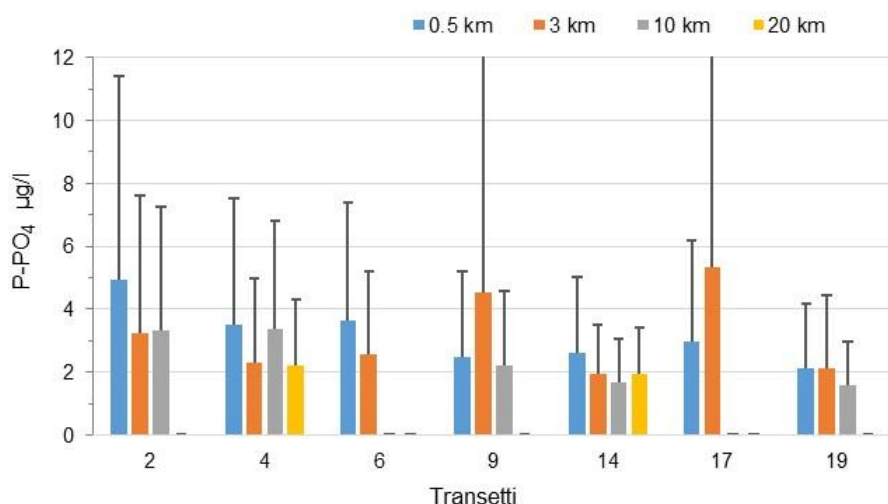


Figura 78 – Andamento annuale e deviazione standard del fosforo reattivo nelle stazioni a 0.5, 3, 10 e 20 km al largo

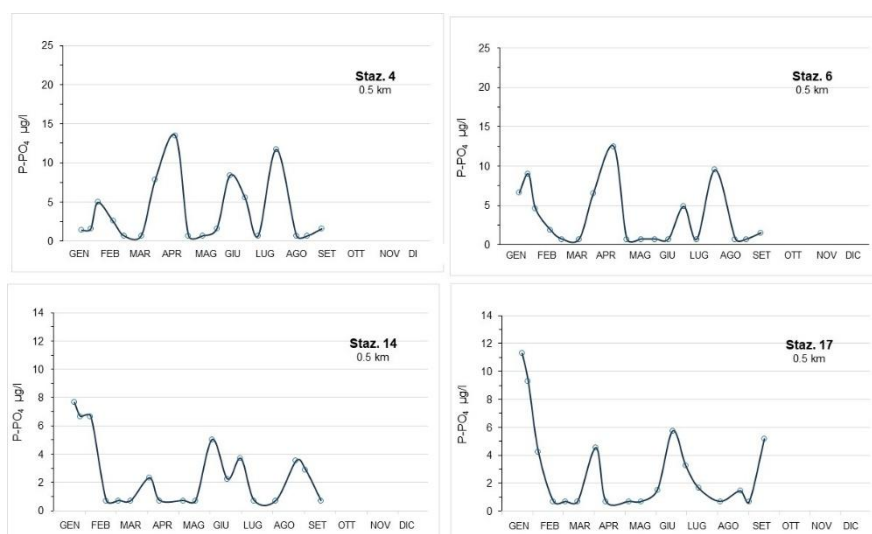


Figura 79 – Andamenti temporali del fosforo reattivo in superficie in alcune stazioni localizzate a 0.5 km dalla costa

La Figura 80 illustra l'andamento del fosforo reattivo da gennaio a settembre nella stazione 2, localizzata nella parte più a nord della costa a confronto con la stazione più meridionale 19 situata davanti a Cattolica. Analizzando l'andamento annuale a Lido di Volano (2) si evidenziano due picchi importanti in aprile ed agosto con valori compresi tra 15.5 e 20 $\mu\text{g/l}$.

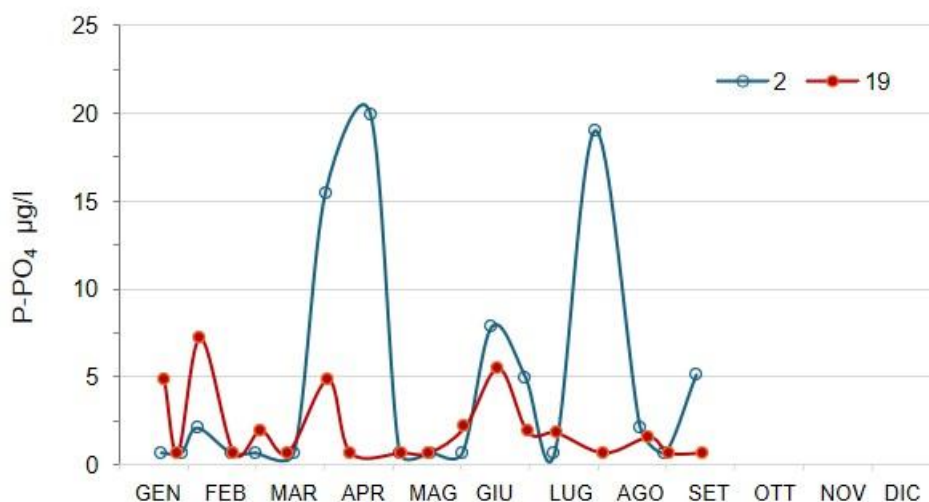


Figura 80 – Andamento temporale del P-PO₄ nelle stazioni 2 e 19 a 0.5 km dalla costa davanti a Lido di Volano e Cattolica

L'elaborazione delle medie stagionali a 0.5 km dalla costa rivela come le stazioni 2 e 4 abbiano valori più elevati in primavera ed estate e più bassi in inverno in particolare nella stazione 2 (Lido di Volano) con una media invernale inferiore a tutte le altre. Essendo questa stazione molto vicina al delta del Po risente delle variazioni di portata tanto che qui si è anche registrato il valore più alto in primavera e in estate (Figura 81).

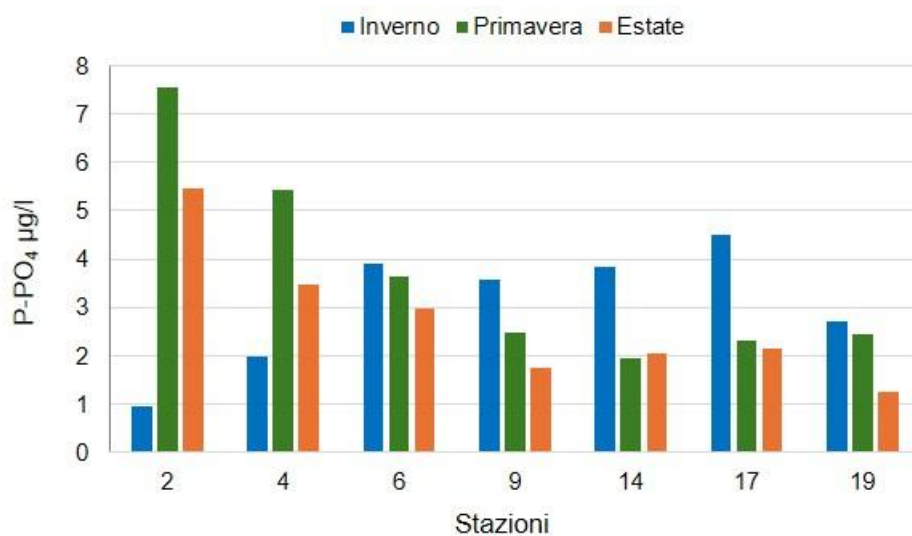


Figura 81 – Andamento stagionale del fosforo reattivo nelle stazioni a 0.5 km dalla costa

Gli andamenti del fosforo reattivo misurato nelle acque di superficie e sul fondo nelle stazioni lungo i transetti di Porto Garibaldi e Cesenatico presenta fluttuazioni maggiori nelle stazioni 304, 1004 e 2004. In alcuni momenti i valori sono risultati essere maggiori nelle acque più profonde rispetto a quelli misurati in superficie (Figura 82). Il fosforo sul fondo è spesso il risultato dell'attività metabolica degli organismi detritivi che decomponendo la sostanza organica presente a livello del fondale rimette in circolazione nutrienti tra i quali anche il fosforo reattivo; quest'ultimo, se non consumato dagli organismi marini, si accumula negli ultimi strati profondi anche in concomitanza a situazioni di stabilità della colonna d'acqua che ne limitano la risospensione.

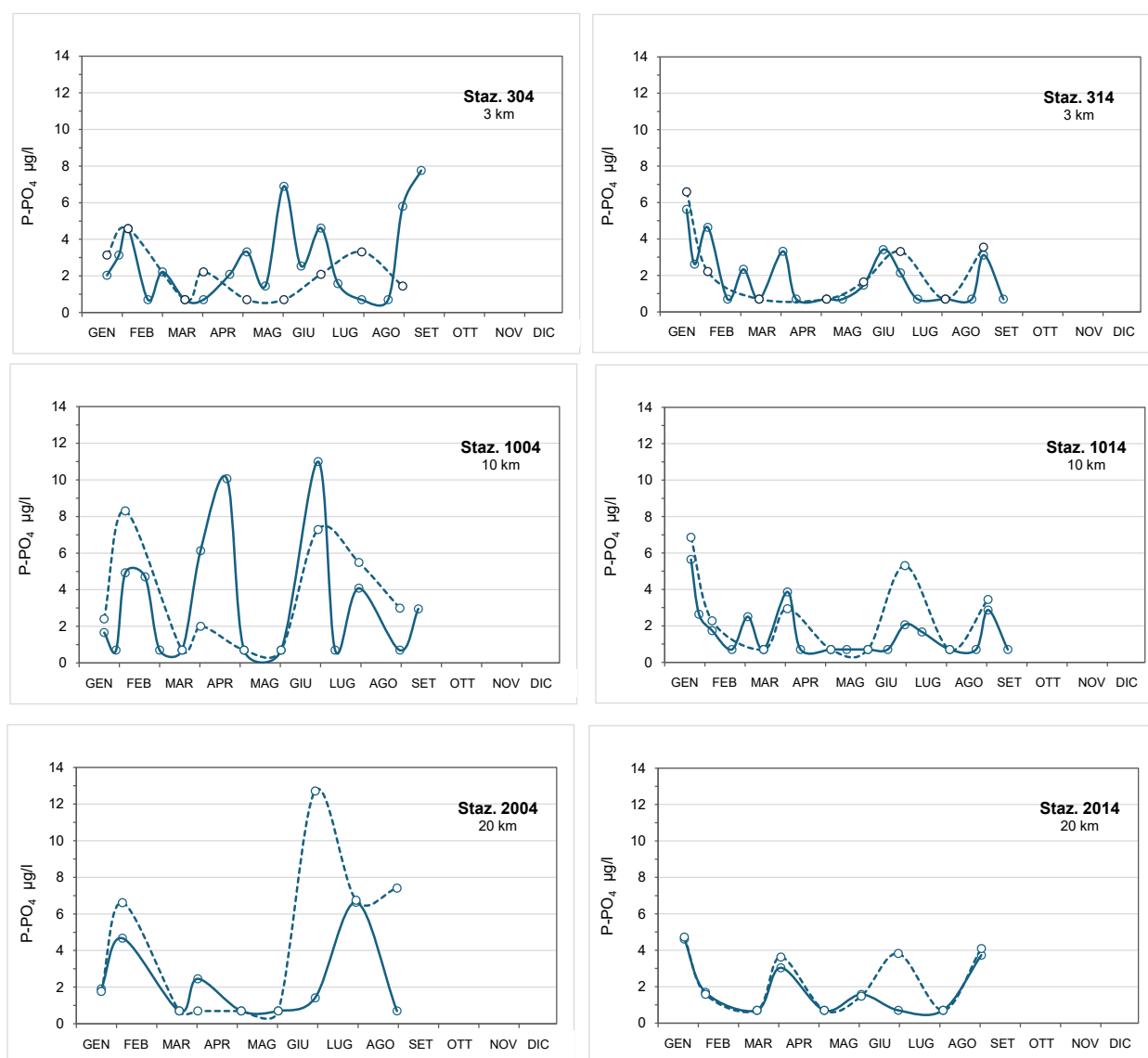


Figura 82 – Andamenti temporali del fosforo reattivo in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) lungo i transetti di Porto Garibaldi e Cesenatico a 3, 10 e 20 km

Le medie mensili del P-PO₄ in superficie in tre stazioni posizionate a 3 km dalla costa davanti a Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica sono state confrontate con valori di

riferimento calcolati su lungo periodo (2003-2022) (Figura 83). Per tutte le stazioni si evidenzia una tendenza alla diminuzione dei valori più accentuato nelle stazioni 304 e 314. Nella stazione 304, posizionata davanti a Porto Garibaldi in aprile e in agosto si osserva una condizione opposta con valori superiori alla media climatologica di riferimento.

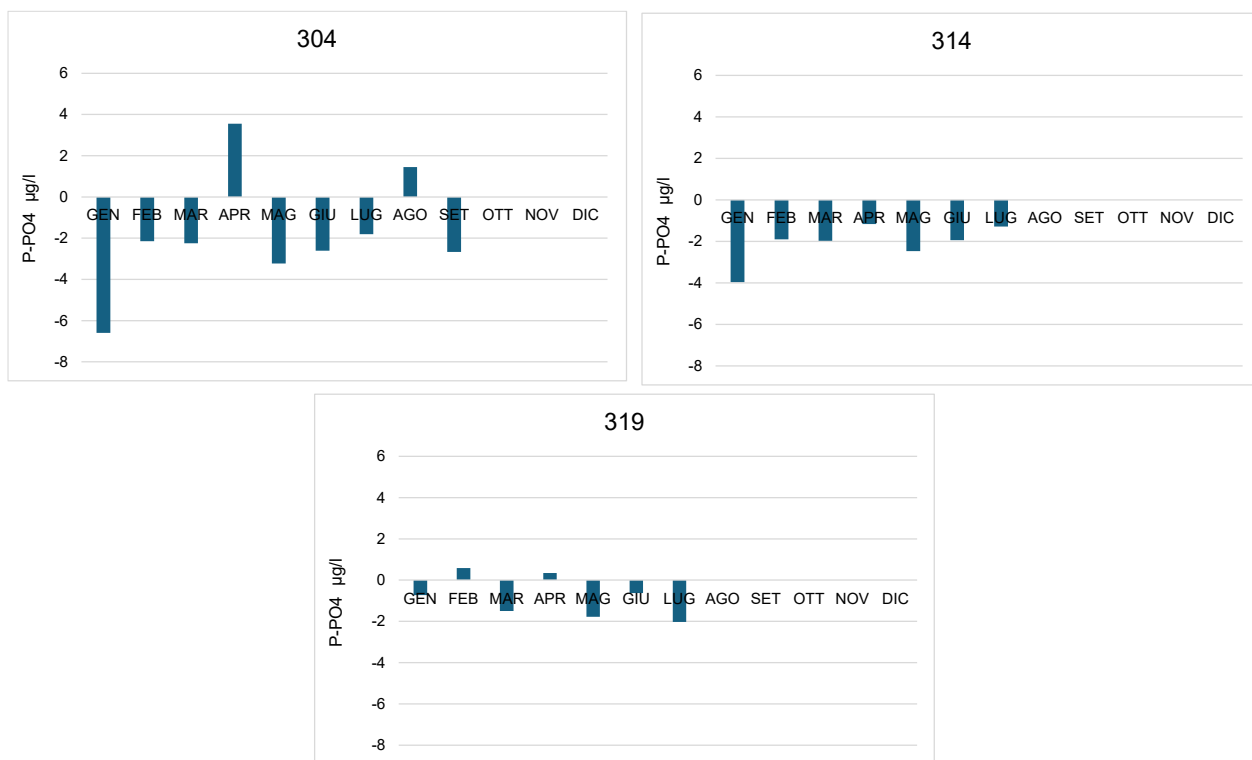


Figura 83 – Variazione dei valori medi mensili del fosforo reattivo nelle stazioni a 3 km dalla costa a confronto con il valore medio climatologico (periodo 2003-2022)

4.3.2.g Fosforo totale (P tot)

Il fosforo totale rappresenta la somma di tutto il fosforo presente in ambiente marino, organico e inorganico, disciolto e sospeso. Il carico che arriva in mare ha origine prevalentemente antropica (agricoltura/zootecnia e scarichi urbani/industriali) ed è strettamente correlato all'andamento delle portate dai fiumi regionali e dal Po.

Gli andamenti di Figura 84 mostrano il comportamento del parametro nelle acque superficiali nelle stazioni 2, localizzata più a nord della costa e 19 localizzata invece nella parte più meridionale: a Lido di Volano si sono misurate concentrazioni più elevate e fluttuazioni molto marcate soprattutto durante i controlli di aprile e maggio rispetto ai valori misurati a Cattolica.



Figura 84 – Andamenti temporali del fosforo totale nelle stazioni 2 (Lido di Volano) e 19 (Cattolica)

L'analisi delle medie calcolate da gennaio a settembre, evidenzia la tendenza ad una diminuzione nord sud e costa largo anche se meno marcata soprattutto nei primi 10 km dalla riva (Figura 85). Il transetto davanti a Lido di Volano presenta valori molto simili nelle tre stazioni a 0.5, 3 e 10 km, confermando un'influenza dal fiume Po che interessa tutta l'area soprattutto le stazioni più a largo direttamente interessate dalla plume di acqua dolce nei momenti di maggior apporto.

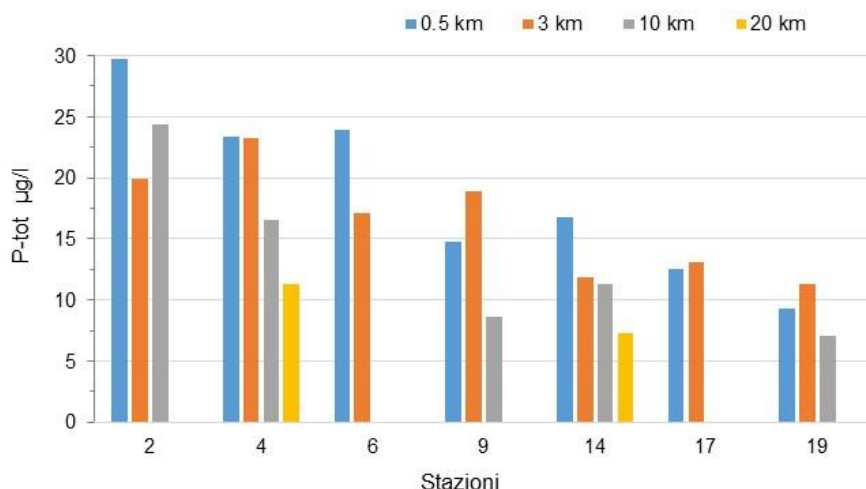


Figura 85 – Medie annuali (gennaio-settembre) del fosforo totale in superficie in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

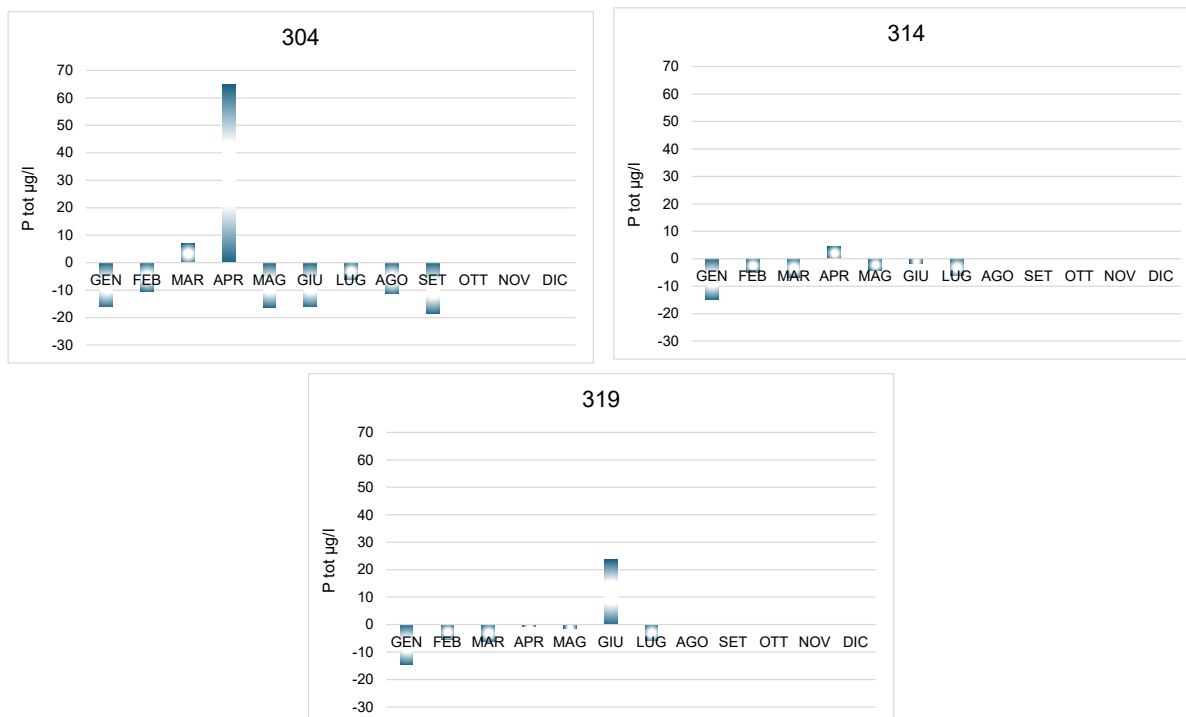


Figura 86 – Variazione dei valori medi mensili del fosforo totale nelle stazioni a 3 km dalla costa a confronto con il valore medio climatologico (periodo 2003-2022)

Nei grafici di Figura 86 sono messe a confronto le medie stagionali del fosforo totale misurato in superficie in tre stazioni posizionate a 3 km davanti (Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica) con un valore medio di riferimento calcolato sul lungo periodo. I grafici mostrano una tendenza generale a rimanere in linea con i valori medi mensili calcolati negli ultimi 20 anni (2003-2022). Si evidenziano alcune eccezioni come, ad esempio, in aprile per la stazione 304 (Porto Garibaldi) e a giugno per la stazione 319.

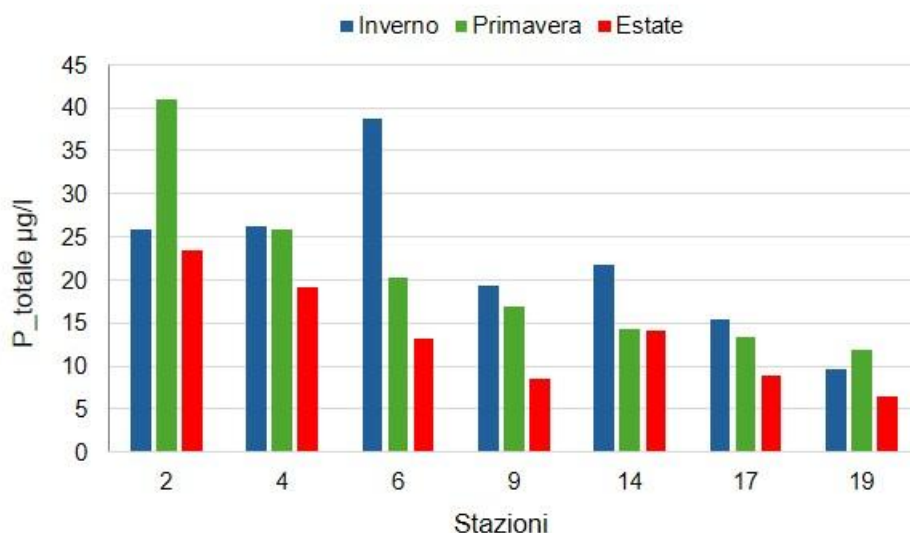


Figura 87 – Andamenti delle medie stagionali in alcune stazioni posizionate a 0.5 km dalla costa

Le medie stagionali calcolate nel 2025 rivelano in generale concentrazioni più elevate in inverno e primavera rispetto all'estate, con tendenza decrescente da nord a sud lungo la costa (Figura 87). In primavera si confermano, in analogia con il comportamento visto per il fosforo reattivo, concentrazioni maggiori nella stazione 2 e in inverno nella stazione 6, a 0.5 km davanti a Casalborgorsetti. In alcune stazioni le variazioni delle medie stagionali sono minime come a Cattolica dove le concentrazioni rimangono comunque sempre più basse rispetto ai dati calcolati nelle altre stazioni.

L'andamento dei valori del fosforo totale nelle acque marine di superficie diminuiscono allontanandosi dalla costa e rimangono in generale superiori rispetto alle concentrazioni misurate sul fondo (Figura 88). Si verificano comunque condizioni dove al contrario le concentrazioni sono maggiori a quote più profonde, in particolare durante i mesi più caldi. In estate contemporaneamente ad una maggior stabilità della colonna d'acqua la presenza di una stratificazione termica porta ad una diminuzione della piena circolazione lungo la verticale. Questa condizione porta ad un incremento dei nutrienti sul fondo prodotti dal metabolismo degli organismi detritivori che rimangono "bloccati" negli strati di acqua di fondo più densa. Questa situazione è più evidente nelle stazioni più lontane dalla costa dove la profondità è maggiore e dove i termoclini sono più stabili.

In autunno e inverno, con il raffreddamento delle acque superficiali e l'aumento dei venti, questa stratificazione si rompe, permettendo il rimescolamento e riportando in circolo i nutrienti nello strato superficiale.

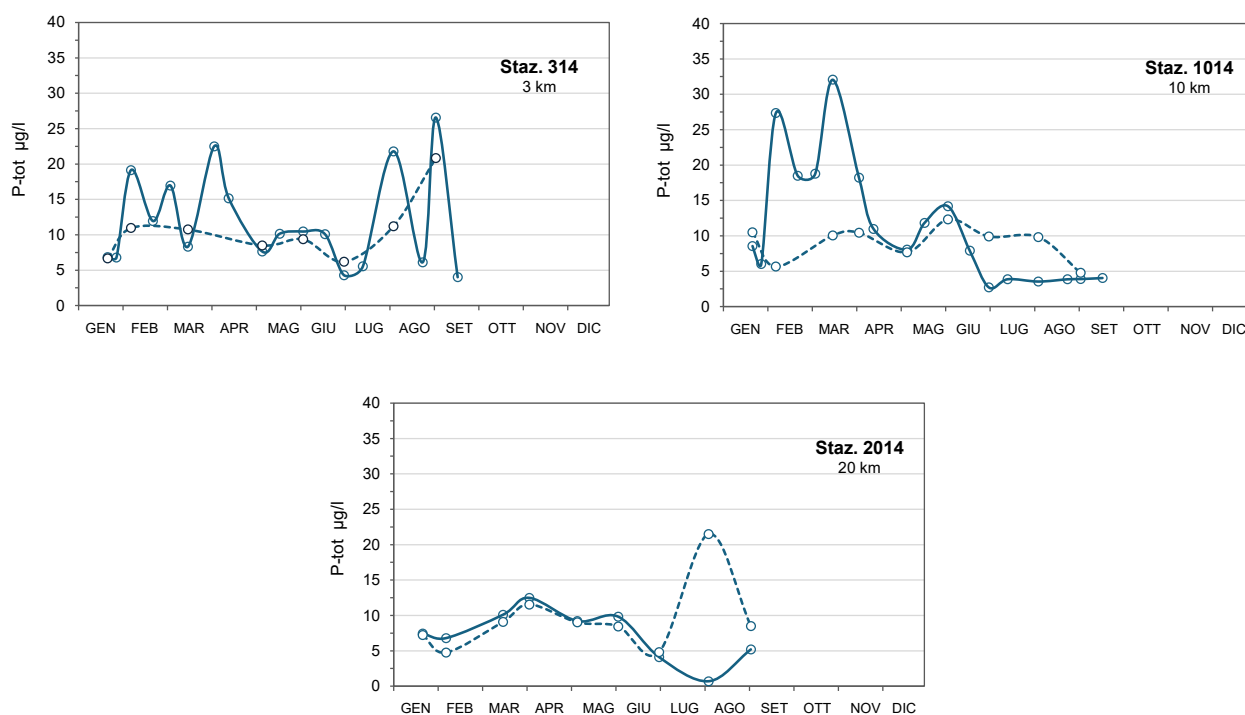


Figura 88 – Andamenti temporali del fosforo totale in superficie e sul fondo nelle stazioni da 3 a 10 km lungo il transetto di Cesenatico

Gli istogrammi di Figura 89 indicano i valori di fosforo totale a confronto con quello reattivo davanti a Porto Garibaldi: il P-PO₄ rappresenta generalmente una piccola porzione del fosforo totale in mare condizione determinata dal fatto che è una forma facilmente assimilabile dalla componente fitoplanctonica e quindi in certi momenti è difficile stimarla realmente.

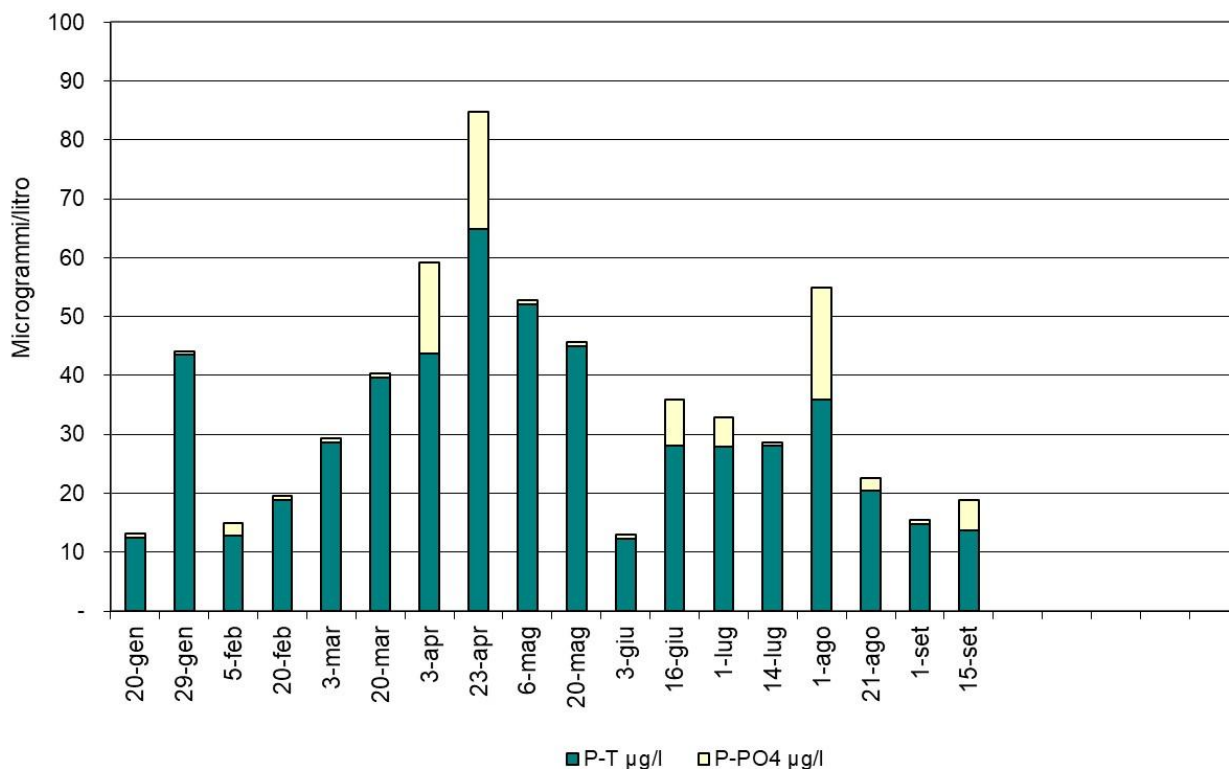


Figura 89 – Istogrammi in pila relativi agli andamenti temporali di fosforo totale e fosforo reattivo in superficie nella stazione 4

4.3.2.h Silice reattiva (Si-SiO_2)

La variabilità della silice nelle acque marine è in relazione da una parte all'andamento del regime idrologico dei fiumi e dall'altra alla presenza di fioriture microalgali: la silice ha come fonte primaria e più significativa l'apporto fluviale prevalentemente di origine naturale ed è un nutriente essenziale nella vita di organismi marini soprattutto per le Diatomee.

Le fluttuazioni della silice reattiva sono più ampie e marcate nelle stazioni localizzate nella parte più a nord della costa rispetto a quelle a sud come si evidenzia in Figura 90 dove si apprezza l'andamento annuale, nelle acque superficiali a Lido di Volano a confronto con quelle di Cattolica.

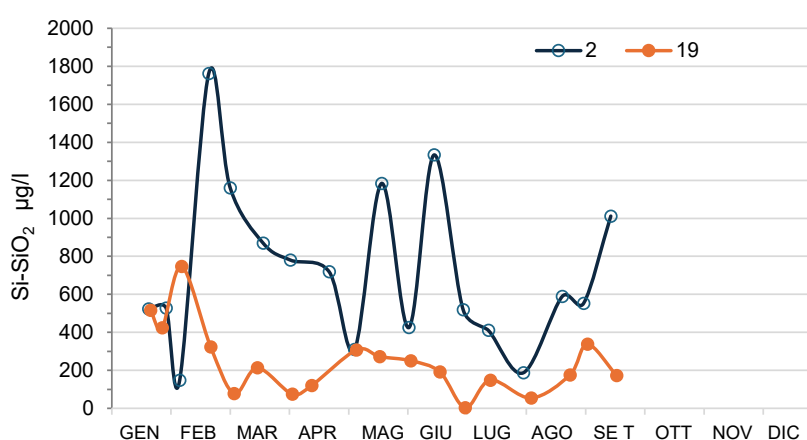


Figura 90 – Andamento temporale della silice reattiva in superficie nelle stazioni 2 e 19 a 0.5 km davanti a Lido di Volano e Cattolica

Gli istogrammi di Figura 91 riportano i valori medi calcolati lungo i transetti confermando la tendenza ad una diminuzione lungo la costa da nord a sud e verso il largo. Il transetto 2 davanti a Lido di Volano presenta un andamento diverso in relazione alla sua vicinanza alla foce del Po che influenza direttamente anche le stazioni a 10 km.

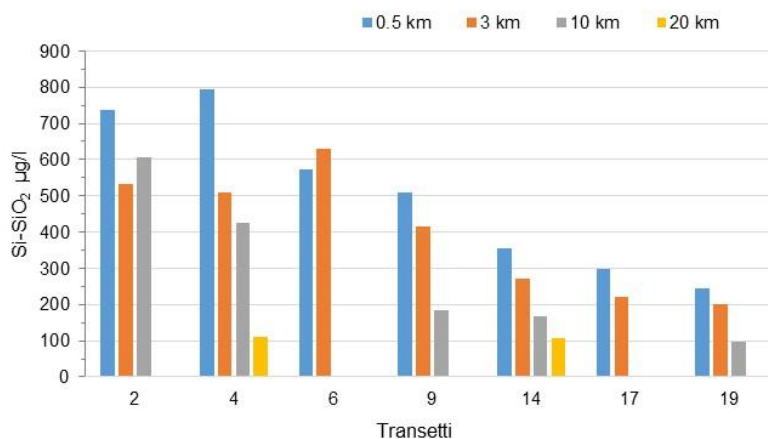


Figura 91 – Andamento annuale (gennaio-settembre) della silice reattiva in superficie nelle stazioni a 0.5, 3 10 e 20 km dalla costa

Nel 2025 durante il monitoraggio del 20 febbraio si sono registrati i valori più alti, in particolare nella parte più settentrionale della costa. Concentrazioni superiori ai 2000 $\mu\text{g/l}$ si sono misurate nelle acque marine superficiali davanti a Porto Garibaldi (2920.8 $\mu\text{g/l}$) e a 3 km davanti a Casalborsetti (2125.2 $\mu\text{g/l}$).

L'andamento stagionale della concentrazione della silice reattiva in mare, specialmente nelle aree costiere, è direttamente correlato al regime idrologico dei fiumi. Le portate dei fiumi non sono costanti ma variano in funzione degli apporti pluviometrici. Questo porta a un'immissione in mare che segue generalmente un andamento stagionale, con picchi di carico che tendono a verificarsi in inverno e primavera.

Gli istogrammi di Figura 92 illustrano le medie stagionali calcolate in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa. Si evidenzia un forte gradiente negativo da nord a sud più accentuato nella stagione invernale. L'area settentrionale è quella più interessata da apporti di acque dolci che, come abbiamo ricordato più volte, influenzano direttamente la qualità ambientale. Questa condizione viene rappresentata bene nelle mappe di Figura 93 che riportano la distribuzione della silice reattiva in superficie da costa fino a 10 km al largo.

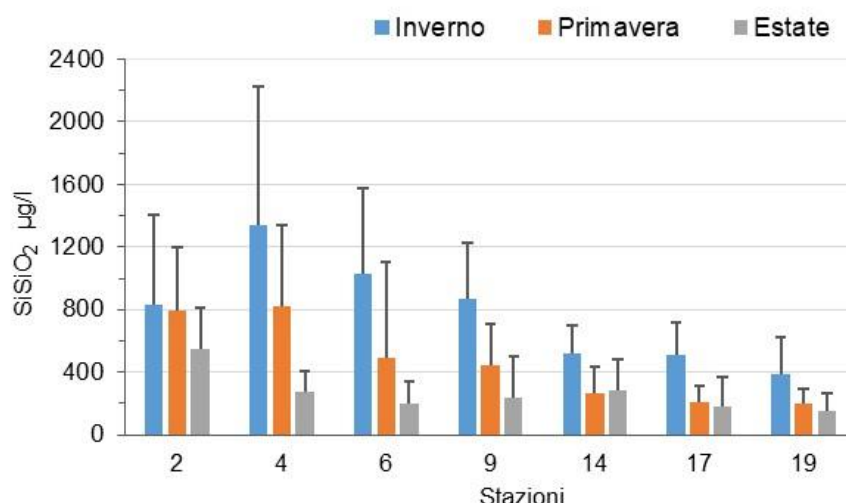


Figura 92 – Medie stagionali della silice reattiva in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

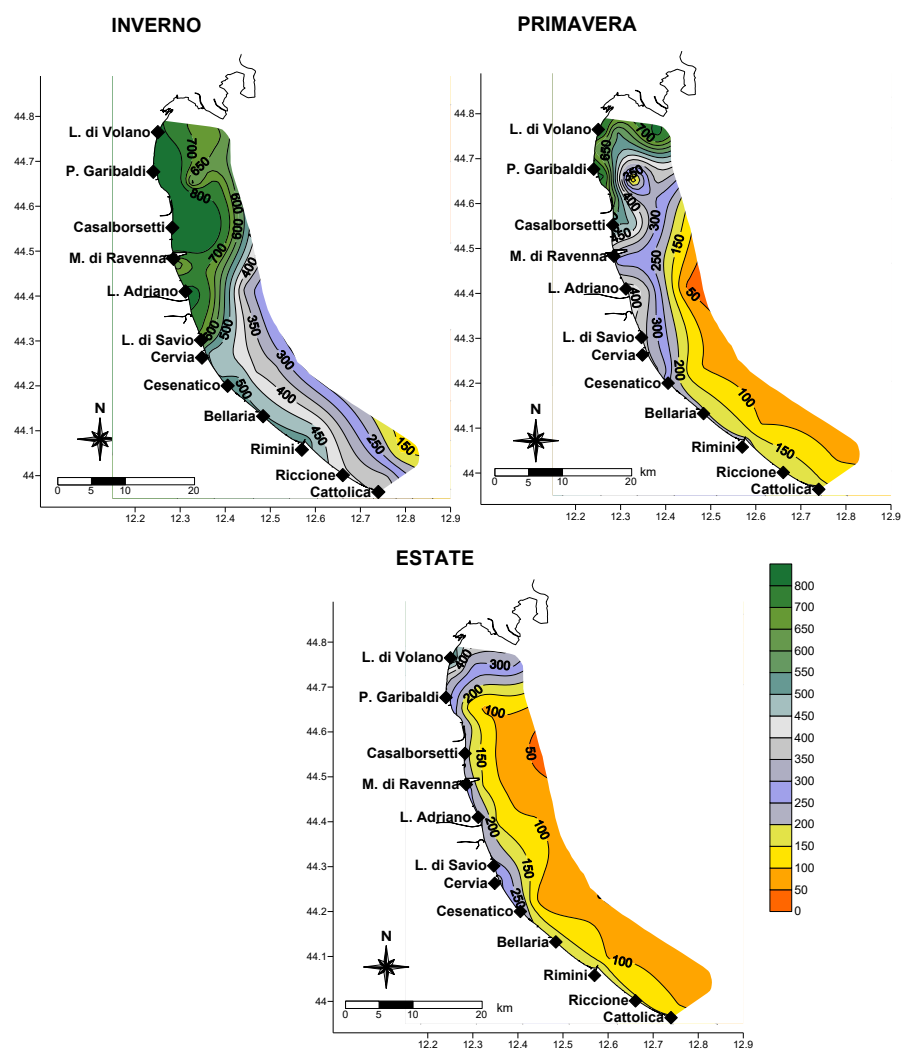


Figura 93 – Mappe di distribuzione della Si-SiO_2 (µg/l) in superficie lungo la costa fino a 10 km al largo (medie stagionali)

4.3.2.i Rapporto N/P (frazione solubile)

Il rapporto N/P scaturisce dalla seguente equazione:

$$\text{N/P Ratio} = \frac{\text{N}-(\text{NO}_3+\text{NO}_2+\text{NH}_3)}{\text{PO}_4} = \frac{\text{DIN}}{\text{DIP}}$$

La componente DIN viene utilizzata con il P-PO₄ nel calcolo del rapporto N/P importante per valutare la produttività delle acque marine. Nelle acque costiere emiliano romagnole il fosforo da sempre risulta l'elemento chiave nella determinazione del livello trofico in quanto risulta essere il fattore limitante la crescita algale. Questa condizione di fosforo limitazione rappresenta la quasi totalità dei casi mentre l'azoto riveste un ruolo non limitante. Il processo alla base di questa considerazione è legato al meccanismo secondo il quale il fitoplancton assume i nutrienti in soluzione secondo lo stesso rapporto molare che questi elementi hanno all'interno della biomassa algale, cioè N/P elementare = 16, riferito al peso atomico N/P = 7.2. Se il rapporto nell'acqua di mare supera il valore N/P di 7.2 si afferma che il fosforo è il fattore limitante la crescita algale e l'azoto in eccesso presente nelle acque non può essere utilizzato dalle alghe. Questo significa che gli interventi mirati al miglioramento dello stato qualitativo delle acque eutrofiche devono prevedere una riduzione degli apporti di fosforo per abbassare il livello trofico.

Anche nel 2025 la fosforo limitazione è il fattore che caratterizza lo stato qualitativo delle acque marine antistante l'Emilia-Romagna in quasi tutti i monitoraggi strettamente correlato ai livelli trofici in media elevati che contraddistinguono l'intera area.

Come si è verificato anche in altri anni qualche eccezione a questa condizione si rileva durante la stagione estiva più accentuata nelle stazioni 19 e 319.

La distribuzione del rapporto N/P elaborato in alcune stazioni campione posizionate in un'area più settentrionale (Lido di Volano, stazioni 2-302), in una centrale (Cesenatico, stazioni 14-314) e una meridionale (Cattolica, stazioni 19-319) conferma un'elevata variabilità con i valori più alti nei primi mesi dell'anno e più bassi tendenzialmente nei mesi più caldi (Figura 94).

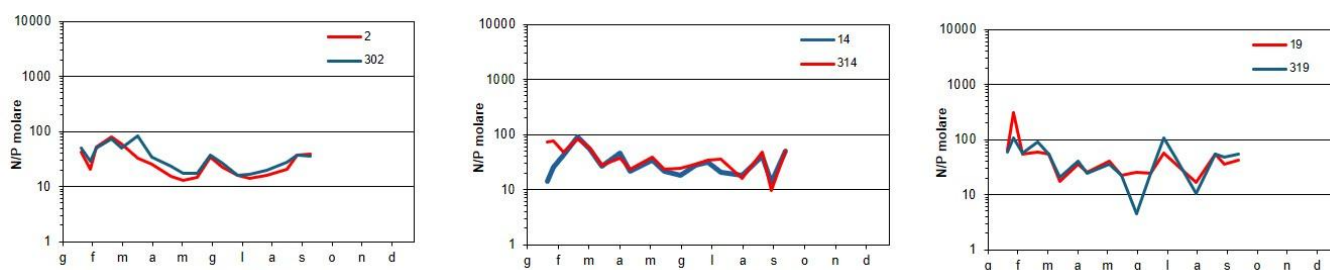


Figura 94 – Andamento del rapporto N/P in alcune stazioni; linea blu per le stazioni a 0.5 km (2, 14, 19), linea rossa per quelle a 3 km dalla costa (302, 314 e 319)

Anche per il rapporto N/P si è rappresentato il trend evolutivo considerando la media geometrica in tre aree considerate le più rappresentative lungo la costa. Il confronto con l'anno precedente evidenzia un aumento nell'area centro settentrionale e una diminuzione nella parte meridionale (Figura 95).

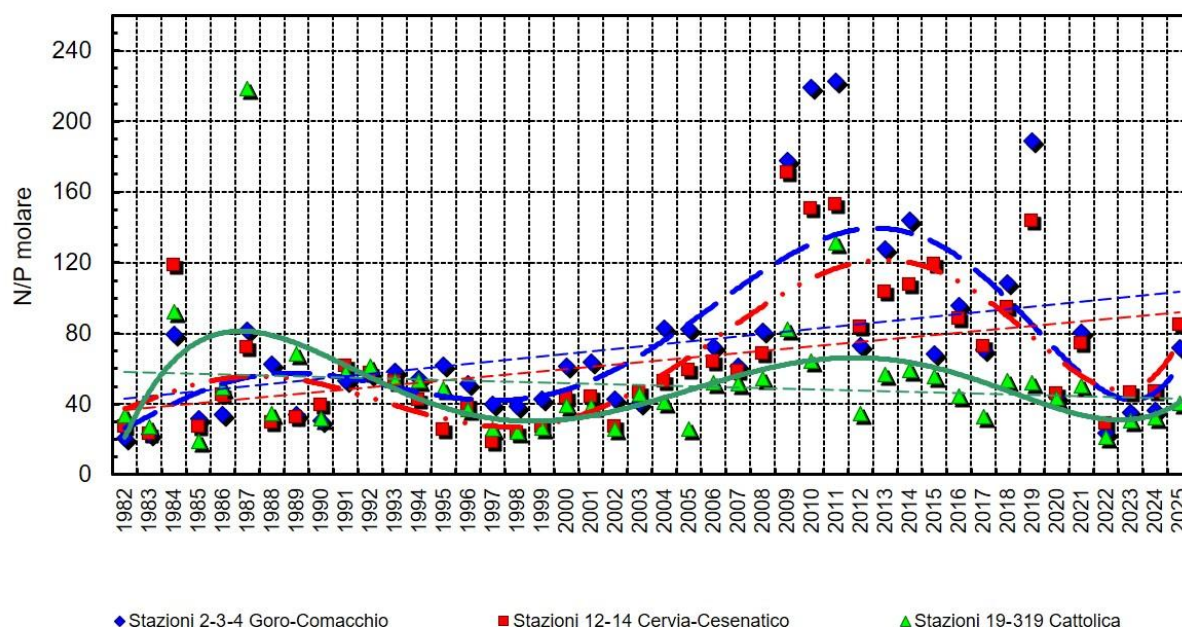


Figura 95 – Medie geometriche annuali per trend evolutivo del rapporto N/P in tre aree della costa emiliano romagnola (periodo 1982-2025)

4.4 DEFINIZIONE DELLO STATO TROFICO

4.4.1 Approccio metodologico di sviluppo e applicazione dell'Indice Trofico (TRIX)

Per la classificazione dello stato ambientale delle acque marino-costiere l'Indice Trofico TRIX, unitamente alla relativa scala trofica, è considerato un elemento importante per definire e classificare lo stato qualitativo dell'ecosistema costiero, ripreso anche dalla normativa D.M. 260/10 recante i criteri di classificazione dello stato dei corpi idrici.

La scala trofica consente di impostare il sistema di classificazione di riferimento e di esprimere un giudizio di qualità, che scaturisce da condizioni riferite ai livelli di produttività ed agli effetti ambientali.

L'introduzione dell'Indice Trofico TRIX e dell'Indice di Torbidità TRBIX consente l'abbandono della categorizzazione trofica tradizionale e rende possibile la misura di livelli trofici in termini rigorosamente oggettivi.

L'Indice TRIX permette infatti di ottenere un sistema di sintesi dei parametri trofici fondamentali in un insieme di semplici valori numerici in modo da rendere le informazioni comparabili su un largo range di condizioni trofiche, evitando nello stesso tempo l'uso soggettivo di denominatori trofici tipici della terminologia limnologica.

I parametri fondamentali che concorrono alla definizione di un indice di trofia devono rispondere ai seguenti requisiti:

- essere pertinenti ad un disegno di Indice Trofico per le acque marino-costiere e quindi devono essere rappresentativi in termini sia di produzione di biomassa fitoplanctonica che di dinamica della produzione stessa, identificando i fenomeni in maniera significativa e inequivocabile;
- prendere in considerazione i principali fattori causali ed esprimere la massima variabilità complessiva del sistema;
- essere basati su misure e parametri di routine solitamente rilevati nella maggior parte delle indagini marine e nell'ambito di campagne di monitoraggio costiero.

Il set di parametri utilizzati per il calcolo dell'Indice Trofico (TRIX) si dividono in due categorie:

a) Fattori che sono espressione diretta di produttività:

- Clorofilla "a" in mg/m^3
- Ossigeno disciolto espresso in percentuale, come deviazione in valore assoluto dalla saturazione: $\text{Ass}[100 - \text{O.D. \%}] = |\text{O.D. \%}|$

b) Fattori nutrizionali:

- Fosforo totale espresso in $\mu\text{g/l}$
- DIN azoto minerale disciolto ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NO}_2 + \text{N-NH}_3$) in $\mu\text{g/l}$

L'analisi dei dati mostra che nessuno dei parametri selezionati per il TRIX si distribuisce in maniera normale. L'esperienza insegna che per i parametri di

interesse, la semplice trasformazione Log-decimale è più che indicata per approssimare alla distribuzione normale quella dei dati grezzi.

Ricorrendo dunque ai logaritmi (Log_{10}), la struttura base dell'Indice TRIX diventa:

Indice Trofico TRIX = $(\text{Log}[\text{Cha} \times |\text{OD}\%| \times \text{N} \times \text{P}] - [-1.5])/1.2$

Numericamente tale indice è differenziato in classi da 0 a 10 che coprono l'intero spettro di condizioni trofiche che vanno dalla oligotrofia (acque scarsamente produttive tipiche di mare aperto), alla eutrofia (acque fortemente produttive tipiche di aree costiere eutrofizzate).

Va comunque precisato che nella quasi totalità dei casi i valori di TRIX ricavati dai dati rilevati nelle diverse aree costiere sono compresi tra 2 e 8 unità.

In definitiva l'utilizzo del TRIX risponde a tre esigenze fondamentali:

- integrare più fattori indicatori del livello di trofia ed eliminare valutazioni soggettive basate su singoli parametri;
- ridurre la complessità dei sistemi costieri consentendo di assumere un valore quantitativo;
- discriminare tra diverse situazioni spazio-temporali, rendendo possibile un confronto di tipo quantitativo.

Una più dettagliata definizione dei criteri che hanno ispirato tale approccio potrà essere acquisita nella pubblicazione:

R.A.Vollenweider, F.Giovanardi, G.Montanari, A.Rinaldi (1998) Characterization of the trophic condition of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. Envirometrics Vol 9 issue 3 : 329-357.

L'Indice TRIX viene inoltre richiesto nel D.M. 260/10, come elemento di qualità fisico-chimica (con i relativi limiti di classe) a supporto nella classificazione dello stato ecologico delle acque marino costiere. In base ai valori medi annui sono stati indicati i limiti di classe tra lo stato "Buono" e quello "Sufficiente" per ciascuno dei macrotipi individuati su base idrologica. Per il macrotipo "Alta stabilità" (in cui ricade l'area emiliano romagnola) il limite di classe TRIX, tra lo stato "Buono" e quello "Sufficiente", è 5.0.

In Figura 96 sono riportate le medie annuali del TRIX nelle stazioni ubicate a 0.5 e 3 km dalla costa per il 2025*(*gennaio-settembre). Appare evidente un gradiente del valore medio/annuo in diminuzione da nord verso sud e da costa verso il largo. Lo stato buono è raggiunto solo nelle stazioni a 500 metri e a 3 km di Rimini e Cattolica.

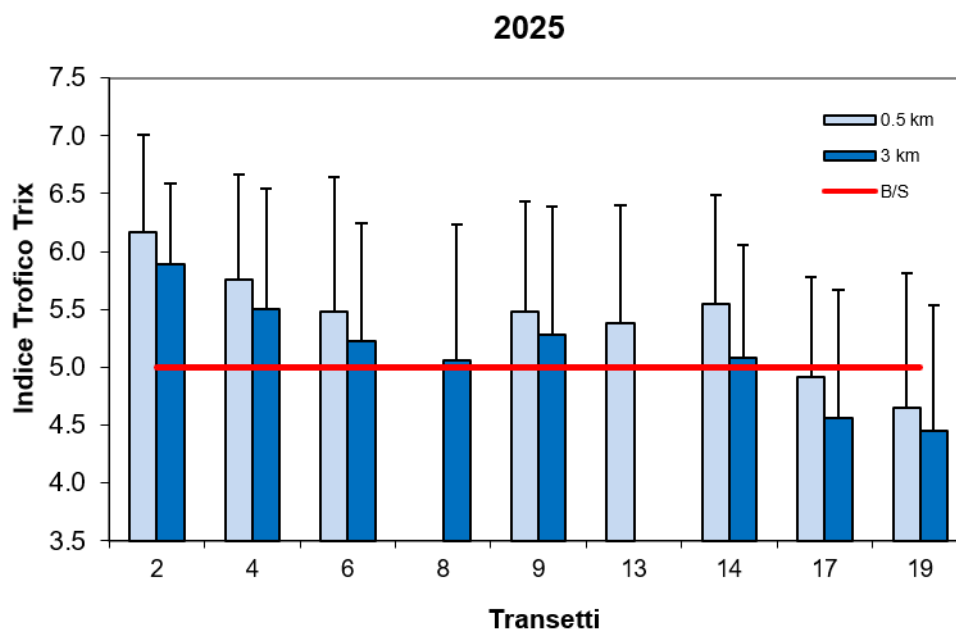


Figura 96 – Medie annuali del TRIX nel 2025*(*gennaio-settembre) nelle stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa (B/S=Buono/Sufficiente)

Per i corpi idrici CD1 e CD2, individuati in applicazione del D.Lgs.152/06 (Figura 97), nel 2025 i valori medi annui del TRIX si sono mantenuti sui valori di sono 5.7 e 5.1 rispettivamente.

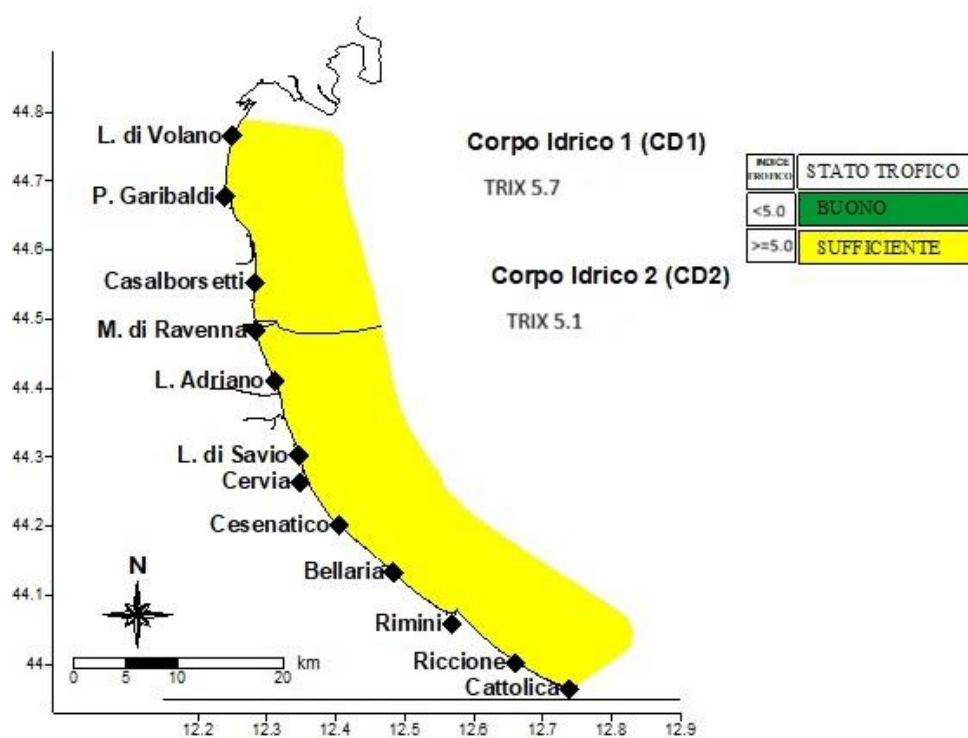


Figura 97 – Valori medi annuali 2025*(*gennaio-settembre) di TRIX nei due corpi idrici

Confrontando i valori medi annuali dell'Indice Trofico TRIX nel periodo 2007-2025 rilevati in tre stazioni situate a 0,5 km dalla costa (Figura 98), si osserva un incremento dei valori rispetto a quelli registrati negli ultimi due anni a Porto Garibaldi e a Cesenatico. Nella stazione di Cattolica, il valore medio del TRIX decresce e presenta, come negli anni precedenti, un valore inferiore a 5.

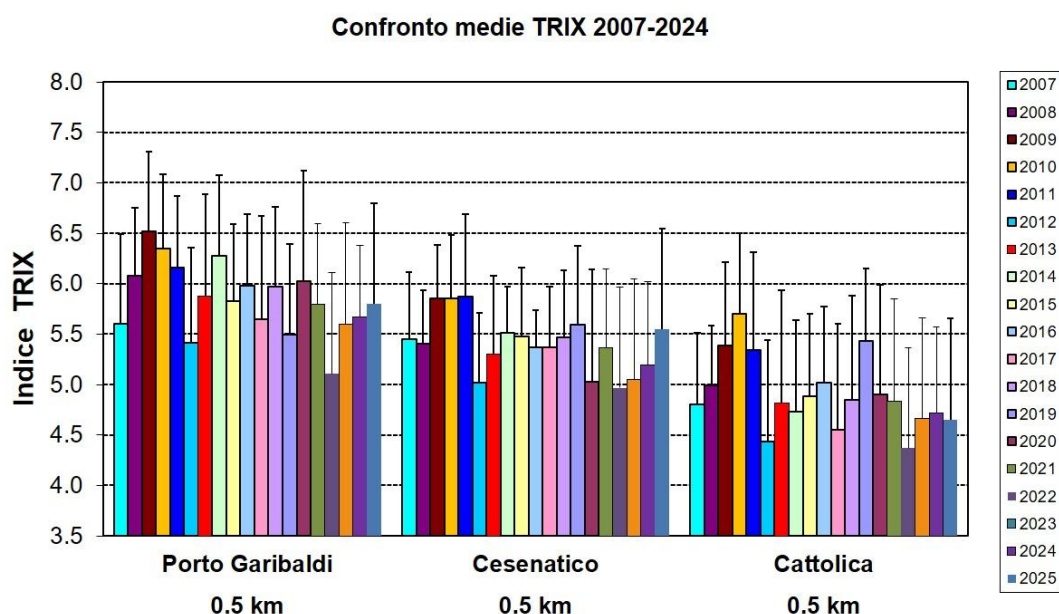


Figura 98 – Confronto tra il valore medio del TRIX rilevato dal 2007 al 2025*(*gennaio-settembre) nelle stazioni costiere a 0.5 km di Porto Garibaldi (stazione 4), Cesenatico (stazione 14), Cattolica (stazione 19)

L'elaborazione dell'indice TRIX lungo l'intera fascia costiera, fino a 10 km al largo, ha evidenziato una condizione trofica "Sufficiente" (valori ≥ 5) durante il periodo invernale su gran parte della costa.

In primavera, tale condizione si è limitata al tratto centro settentrionale del litorale. Come nel 2024, nel periodo estivo, si è osservata una condizione di stato trofico "Buono" (valori < 5) lungo l'intero tratto di mare antistante la costa emiliano romagnola, fatta eccezione per l'area a nord di Casalborgsetti (Figura 99).

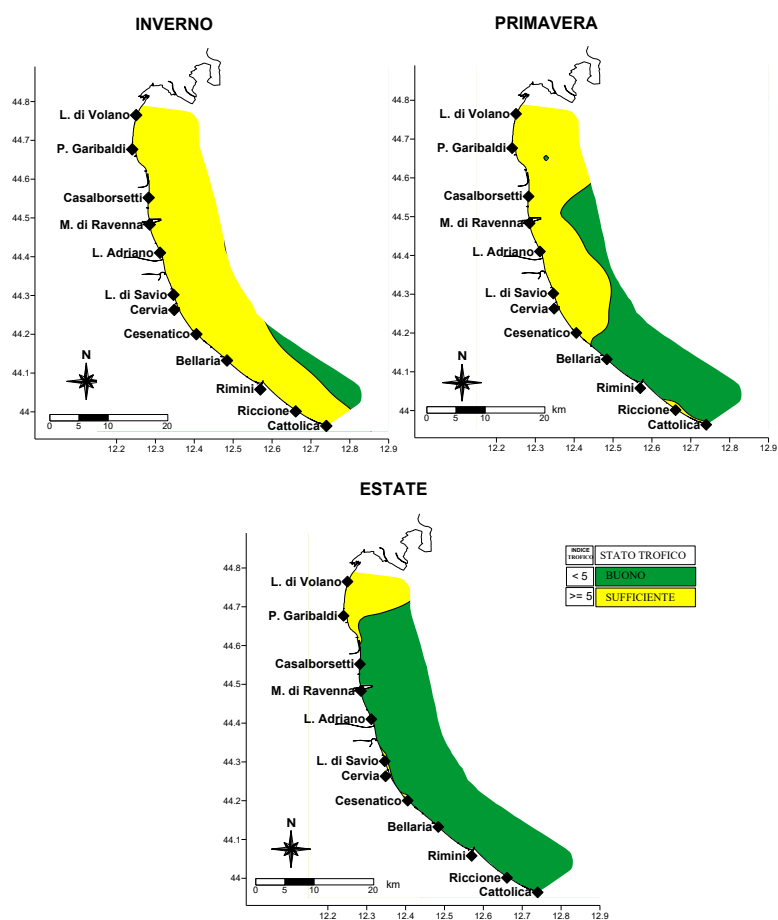


Figura 99 – Mappe di distribuzione dell'Indice TRIX lungo la costa emiliano romagnola da costa fino 10 km al largo (medie stagionali 2025)

4.4.2 Indice di Torbidità (TRBIX)

L'Indice di Torbidità (TRBIX) rappresenta un interessante fattore ad integrazione per la valutazione delle condizioni ambientali dell'ecosistema costiero.

Facendo riferimento agli algoritmi impiegati si è cercato di applicare tale indice alle stazioni costiere confrontando contestualmente il suo andamento con quello del TRIX.

La trasparenza dell'acqua misurata con disco di Secchi costituisce un importante parametro nella definizione delle caratteristiche di qualità delle acque costiere in quanto esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della zona eufotica; nello stesso tempo questa misura non può essere incorporata in un Indice Trofico usando gli stessi algoritmi utilizzati per gli altri fattori. Questo perché la trasparenza è la risultante di almeno tre componenti che determinano l'assorbimento della luce e processi di "scattering": a) le sostanze organiche disciolte (ad esempio gli acidi umici); b) la biomassa fitoplanctonica; c) la torbidità dovuta al particolato minerale.

Si può assumere che, eccetto particolari situazioni, le sostanze organiche disciolte non contribuiscono a breve scala temporale alla variabilità della trasparenza nelle acque marine; quest'ultima è determinata essenzialmente dalla biomassa fitoplanctonica e dal particolato inorganico minerale in sospensione.

Dalla elaborazione dei dati derivati dall'"EOCD Program" è stata ricavata una semplice relazione tra clorofilla "a" e trasparenza:

$$TRSP_{(p)} = 30 / (1 + Ch^{(0.7)})$$

La relazione Torbidità/Clorofilla "a" viene definita come il rapporto tra la trasparenza potenziale (p) e quella misurata (a):

$$TRBR = TRSP_{(p)} / TRSP_{(a)}$$

e l'indice di torbidità (TRBIX) è calcolato come logaritmo a base 2 del TRBR:

$$TRBIX = \log_2 (TRBR)$$

Una semplice interpretazione di questo indice è che le acque sono otticamente biosature riguardo la clorofilla se il TRBIX = 0, se il TRBIX = 1, il contributo della clorofilla e del particolato inorganico risulta equivalente mentre se TRBIX = 2 la clorofilla dovrebbe contribuire per 1/4 ecc.

In Figura 100 sono riportati gli andamenti del TRIX in rapporto al TRBIX nella stazione settentrionale (4) a confronto con quella meridionale (19).

In generale valori elevati di TRIX corrispondono a valori di TRBIX superiori a 1 quindi correlati ad alti valori di clorofilla "a". Questo si evidenzia nei grafici sia nella stazione

4 sia nella stazione 19 dove ad alti valori di TRIX corrispondono valori più bassi di TRBIX.

Nel corso del 2025 si osserva una diminuzione di variabilità nel periodo estivo in entrambe le stazioni. Per entrambe si osservano molti valori di TRBIX superiori a 2, in particolare nella stazione di Porto Garibaldi, a testimonianza che nella determinazione della torbidità la componente inorganica particellata è spesso predominante rispetto alla biomassa microalgale.

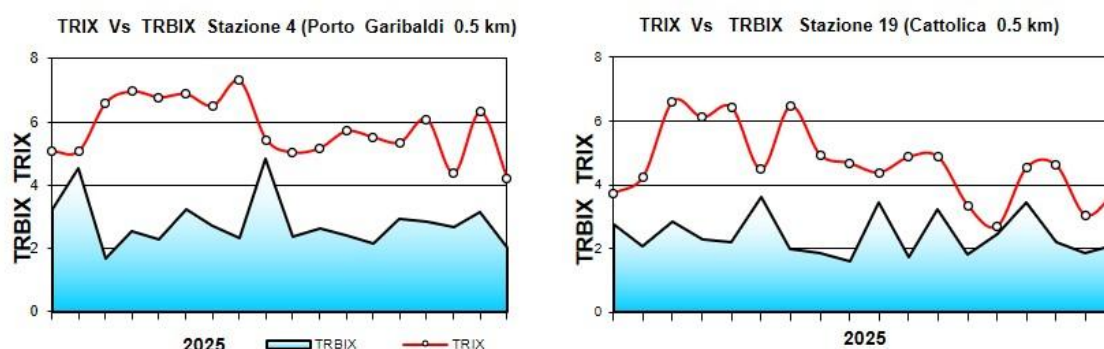


Figura 100 – Confronto tra l'andamento dell'indice trofico TRIX e l'indice di torbidità TRBIX nelle stazioni costiere di Porto Garibaldi (stazione 4) e Cattolica (stazione 19)

I dati dell'andamento annuale vengono ripresi in modo sintetico nella Figura 101 attraverso l'utilizzo di uno scatter plot calcolato utilizzando i dati del TRIX verso il TRBIX nelle stazioni a 0.5 e 3 km all'interno del CD1 e del CD2; il grafico viene diviso in quattro quadranti definiti dal valore medio di TRIX e TRBIX rispettivamente.

La localizzazione della combinazione dei valori all'interno di ciascun quadrante viene interpretata in base alla tabella allegata alla figura stessa.

Il confronto tra i due corpi idrici della costa mostra che per il CD1; quindi, nell'area compresa da Lido di Volano a Casalborsetti, la maggior parte dei valori si distribuisce nel quadrante B che identifica, in termini di TRBIX, acque colorate prevalentemente da fitoplancton; a seguire con poca differenza il quadrante A risulta ben popolato da punti. Nell'area compresa tra Lido Adriano e Cattolica, CD2, i dati si distribuiscono prevalentemente nel quadrante A sottolineando come in questa area le acque siano caratterizzate da una componente minerale e in parte nel quadrante B dove domina la componente fitoplanctonica.

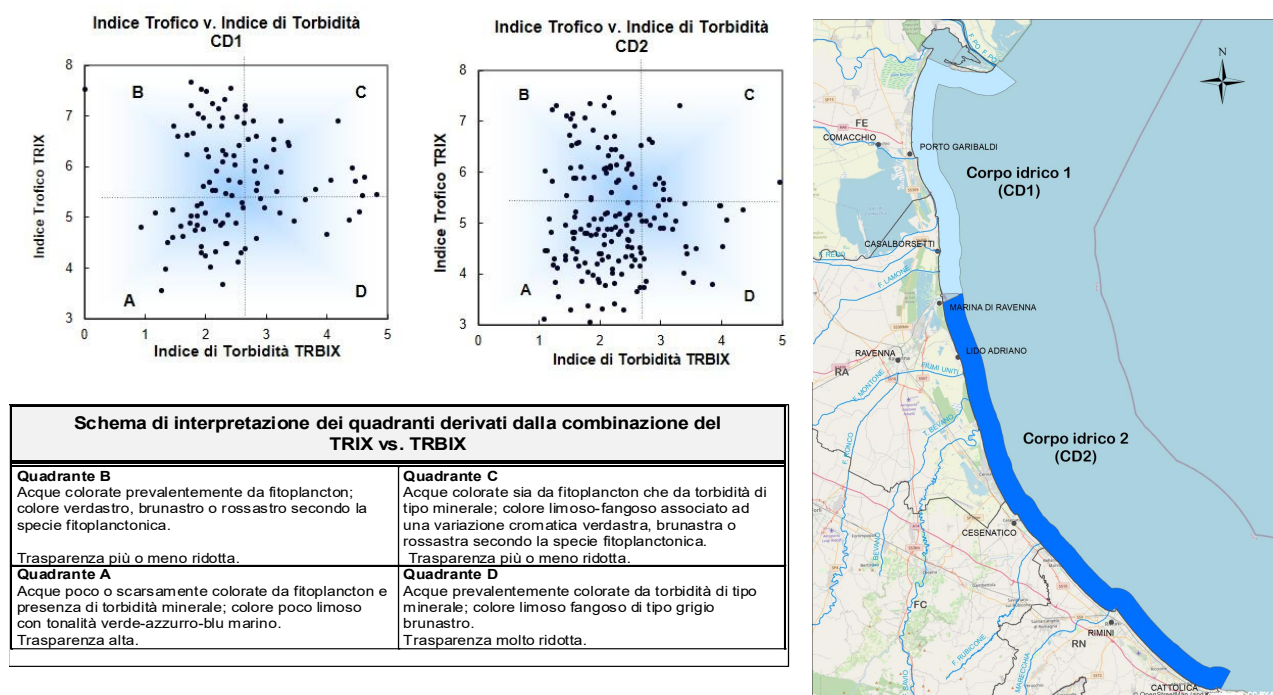


Figura 101 – Diagramma di “Scatter plot” tra l'indice di torbidità TRBX e l'indice trofico TRIX; individuazione dei quadrati e relativa tabella di interpretazione

5 LO STATO DI QUALITÀ AMBIENTALE

La fascia costiera della regione Emilia-Romagna è dichiarata area sensibile (art. 91, D.Lgs. 152/06) in quanto soggetta a fenomeni di eutrofizzazione. Per tale motivo i corpi idrici individuati (CD1 e CD2) sono stati inizialmente identificati come corpi idrici a rischio ai quali è stato applicato il monitoraggio operativo come previsto dal D.M. 260/10.

L'attività di monitoraggio finalizzata alla valutazione dello stato di qualità ambientale delle acque marino costiere si basa sull'analisi di elementi che definiscono lo stato ecologico e lo stato chimico.

Gli elementi che contribuiscono alla definizione dello **stato ecologico** sono:

- ✓ Elementi di Qualità Biologica (EQB);
- ✓ Elementi idromorfologici e fisico-chimici a sostegno degli EQB;
- ✓ Elementi chimico-fisici a sostegno degli EQB;
- ✓ Inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità a sostegno degli EQB (tab. 1/B D.Lgs. 172/15).

Gli elementi che contribuiscono alla definizione dello **stato chimico** sono gli inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità ricercati nell'acqua e/o nel biota (tab. 1/A D.Lgs. 172/15), e nel sedimento (tab. 2/A D.Lgs. 172/15). Per la definizione dello stato chimico, il D.Lgs. 172/15 introduce inoltre l'analisi della tendenza a lungo termine delle concentrazioni di alcune delle sostanze dell'elenco di priorità (tab. 1/A D.Lgs. 172/15), che tendono ad accumularsi nei sedimenti e/o nel biota. Per lo studio della tendenza a lungo termine i dati raccolti durante il 2025 verranno successivamente elaborati nell'insieme dei dati dei monitoraggi annuali per valutare i trend ascendenti o discendenti degli inquinanti nelle diverse matrici.

Lo **stato di qualità ambientale** è l'espressione complessiva dello stato di un corpo idrico superficiale, determinato dal valore più basso del suo stato ecologico e chimico (art. 74, p.to 2, lett. p D.Lgs. 152/06), e viene attribuito al termine di un ciclo di monitoraggio di 3 anni (2023-2025).

Vengono di seguito presentati i dati raccolti durante l'anno di monitoraggio operativo 2025 ed una prima elaborazione per la valutazione ambientale.

5.1 RETE DI MONITORAGGIO

La rete di monitoraggio delle acque costiere della regione Emilia-Romagna istituita ai sensi del D.Lgs. 152/06 è costituita da 22 stazioni di indagine ubicate da Lido di Volano a Cattolica a varie distanze dalla costa (da 500 m fino a 3 km). Nella Tabella 3 si riporta l'anagrafica delle stazioni di campionamento ed in Figura 102 la rappresentazione cartografica della rete di monitoraggio.

L'attività di monitoraggio programmata per il triennio 2023-2025 è schematizzata in Tabella 4. Nello schema si riportano le stazioni di campionamento monitorate, gli elementi qualitativi utili alla definizione dello stato ecologico e dello stato chimico e la relativa frequenza di indagine. Eventuali modifiche o specificazioni sono riportate nelle note alla Tabella 4.

Tabella 3 – Rete di monitoraggio delle acque marino costiere della regione Emilia-Romagna istituita ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

Codice Stazione	Località	Corpo idrico	Distretto idrografico L. 221/15	Lat WGS84 (gg.ppddddd)	Lon WGS84 (gg.ppddddd)	Y ETRS89 fuso 32	X ETRS89 fuso 32	Prof (m)	Distanza costa (km)
2	Lido di Volano	CD1	Fiume Po	44.457656	12.155128	4961763	757882	3.9	0.5
302	Lido di Volano	CD1	Fiume Po	44.456876	12.174088	4961720	760389	6.7	3
4	Porto Garibaldi	CD1	Fiume Po	44.396873	12.154228	4950505	758214	3.7	0.5
SFBC4	Porto Garibaldi	CD1	Fiume Po	44.387070	12.155680	4950549	758405	3.8	1
304	Porto Garibaldi	CD1	Fiume Po	44.396934	12.172888	4950616	760679	9.1	3
Tecno	Porto Garibaldi	CD1	Fiume Po	44.420335	12.177028	4954970	761051	10.5	4.3
6	Casalborsetti	CD1	Fiume Po	44.332012	12.174568	4938605	761387	5.2	0.5
306	Casalborsetti	CD1	Fiume Po	44.334052	12.193348	4939084	763857	10.2	3
308	Marina di Ravenna	CD2	Fiume Po	44.288990	12.192627	4930737	764101	8.1	3
9	Lido Adriano	CD2	Fiume Po	44.240749	12.195387	4921821	764830	5.4	0.5
SFBC9	Lido Adriano	CD2	Fiume Po	44.243270	12.197130	4922127	764749	6	1
309	Lido Adriano	CD2	Fiume Po	44.243089	12.213866	4922354	767265	9.4	3
13	Zadina	CD2	Fiume Po	44.136210	12.234420	4902680	770812	3	0.5
14	Cesenatico	CD2	Fiume Po	44.127226	12.241524	4901056	771827	3.1	0.5
SFBC14	Cesenatico	CD2	Fiume Po	44.128120	12.244910	4901235	772278	3	1
314	Cesenatico	CD2	Fiume Po	44.132626	12.258444	4902150	774038	8.3	3
Copra	Cesenatico	CD2	Fiume Po	44.130347	12.279503	4901846	776859	9.5	4.9
17	Rimini	CD2	Fiume Po	44.046585	12.350548	4886745	786995	4.3	0.5
317	Rimini	CD2	Fiume Po	44.058165	12.359907	4888943	788150	9.9	3
19	Cattolica	CD2	Fiume Po	43.582924	12.444691	4875519	800095	4.1	0.5
SFBC19	Cattolica	CD2	Fiume Po	43.590290	12.444320	4876915	800126	3.5	2
319	Cattolica	CD2	Fiume Po	43.593664	12.455912	4877576	801504	11	3

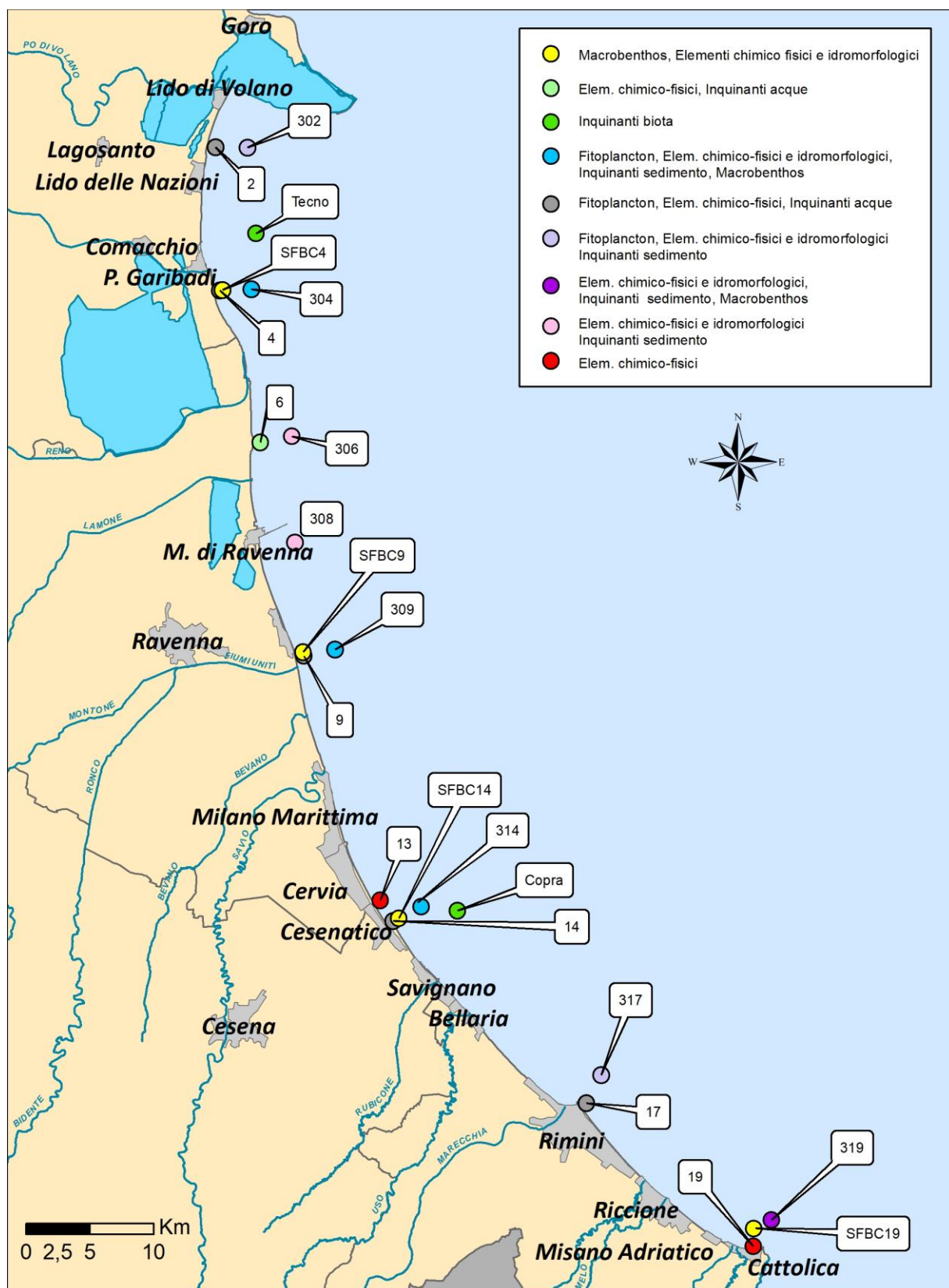


Figura 102 – Rappresentazione cartografica della rete di monitoraggio delle acque marino costiere della regione Emilia-Romagna istituita ai sensi del D.Lgs. 152/06

Tabella 4 – Rappresentazione schematica dell'attività di monitoraggio operativo programmata ai sensi del D.Lgs. 152/06, D.M. 260/10 e D.Lgs. 172/15: triennio 2023-2025

		ELEMENTI PER LO STATO ECOLOGICO						ELEMENTI PER LO STATO CHIMICO			
		Elementi di Qualità Biologica (EQB)		Elementi chimico-fisici	Elementi Idromorfologici e fisico-chimici		Inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità	Inquinanti appartenenti all'elenco di priorità		Sostanze per l'analisi di tendenza	
		Fitoplancton	Macro zoobenthos	(*)	(**)	Granulometria TOC	Tab. 1/B DLgs 172/15	Tab. 1/A DLgs 172/15		Tab. 2/A DLgs 172/15	Tabb. 1/A (trend), 3/A e 3/B DLgs 172/15 (****)
Matrice		ACQUA	SEDIMENTO	ACQUA	ACQUA	SEDIMENTO	ACQUA	ACQUA(***)	BIOTA(****)	SEDIMENTO	SEDIMENTO
Frequenza di indagine		Mensile	Semestrale	Quindicinale	In continuo	Semestrale	Mensile	Mensile	Annuale	Semestrale	Semestrale
Codice stazione di indagine	2										
	302										
	4										
	SFBC4										
	304										
	Tecno										
	6										
	306										
	308										
	9										
	SFBC9										
	309										
	13										
	14										
	SFBC14										
	314										
	Copra										
	17										
	317										
	19										
SFBC19											
319											

Note alla Tabella 4

(*) Nutrienti, ossigeno disciolto, clorofilla "a", temperatura, salinità, trasparenza.

(**) Direzione e altezza onde; direzione e velocità delle correnti marine.

(***) Dal 01/01/2020, oltre ai parametri n. 1-33 della Tab. 1/A DLgs 172/15, si aggiungono i parametri n. 36 (Chinossifen), n. 38 (Aclonifen), n. 40 (Cibutrina), n. 45 (Terbutrina) della medesima tabella. I parametri n. 39 (Bifenox), n. 41 (Cipermetrina), n. 42 (Diclorvos) e n. 44 (Eptacoloro ed eptacoloro epossido) risultano non fattibili. I cloroalcani C10-13 sono monitorati con frequenza triennale (nel 2025 per il triennio 2023-2025).

(****) Parametri n. 5 (Difenileteri bromurati), n. 9 (DDT totale), n. 16 (Esaclorobenzene), n. 17 (Esaclorobutadiene), n. 21 (Mercurio e composti), n. 34 (Dicofol), n. 35 (PFOS e suoi sali) e n. 37 (Diossine e composti diossina-simili) della Tab. 1/A DLgs 172/15. Previa verifica di fattibilità analitica sarà ricercato nella matrice biota anche il parametro n. 43 (Esabromociclododecano – HBCDD). Il parametro n. 44 (Eptacoloro ed eptacoloro epossido) risulta non fattibile. Se non altrimenti indicato, lo SQA per il biota è riferito ai pesci. Si può monitorare un altro taxon del biota alternativo purché lo SQA applicato garantisca un livello equivalente di protezione.

L'analisi dei molluschi prelevati ai fini degli artt. 87 e 88 del DLgs 152/06 (Rete vita molluschi) sarà integrata con i parametri n. 15 (Fluorantene) e n. 28 (Benzo(a)pirene), in quanto per queste sostanze l'SQA indicato nel DLgs 172/15 si riferisce ai crostacei e ai molluschi. L'analisi verrà effettuata in 4 punti di monitoraggio: MAR - area marina antistante Porto Garibaldi adibita all'allevamento di mitili; COST1 - banco naturale nei pressi di Porto Garibaldi; M4 - area marina antistante Ravenna adibita all'allevamento di mitili; P3 - Piattaforma Anemone.

(*****) Dal 01/01/2020, oltre ai parametri delle Tabb. 3/A e 3/B e della Tab. 1/A (DLgs 172/15, art. 1, comma 1, lett. m) n. 26 (Pentaclorobenzene) e n. 44 (Eptacoloro ed eptacoloro epossido), in via sperimentale e previa verifica di fattibilità analitica, per l'analisi della tendenza a lungo termine saranno ricercati nel sedimento con frequenza almeno triennale anche i parametri n. 7 (Cloroalcani C10-13), n. 12 (Di(2-etilesil)ftalato - DEHP), n. 36 (Chinossifen), n. 43 (Esabromociclododecano - HBCDD). I parametri n. 36 (Chinossifen) e n. 43 (Esabromociclododecano - HBCDD) risultano non fattibili.

Nel 2025 il monitoraggio in mare è stato effettuato da gennaio a settembre, poiché nell'ultimo trimestre dell'anno la motonave oceanografica "Daphne II" è stata sottoposta a lavori di manutenzione straordinaria che hanno imposto un fermo operativo.

5.2 ANALISI DEI RISULTATI

5.2.1 Elementi di Qualità Biologica (EQB)

Lungo la fascia costiera dell'Emilia-Romagna si ha in genere una scarsa presenza di macroalghe su substrati naturali e risultano assenti le fanerogame marine. Il monitoraggio degli Elementi Qualitativi Biologici (EQB) è limitato, quindi, alla determinazione quali-quantitativa del fitoplancton e dei macroinvertebrati bentonici.

5.2.1.a *Fitoplancton*

Le stazioni della rete di monitoraggio per la determinazione quali-quantitativa del fitoplancton sono 10 dislocate su 5 transetti perpendicolari alla costa (Lido di Volano, Porto Garibaldi, Lido Adriano, Cesenatico, Rimini) e distanti 0.5 e 3 km dalla linea di costa. La frequenza di indagine del fitoplancton è stata mensile (da gennaio a settembre) per tutte le stazioni (Tabella 4). Il numero e l'ubicazione delle stazioni di indagine permettono di effettuare una valutazione sufficiente dell'ampiezza e dell'impatto generato da fioriture algali e delle pressioni esistenti sulla fascia costiera. L'analisi delle serie temporali del fitoplancton, della biomassa microalgale, degli elementi chimici e più in generale dei fattori trofici lungo la costa dell'Emilia-Romagna, risultante dai dati acquisiti in trenta anni di monitoraggi a frequenza settimanale, mostrano in linea di massima, una scala temporale di variazione ben più accentuata rispetto alla frequenza di misure prevista dal D.M. 260/10.

La determinazione quali-quantitativa del fitoplancton è finalizzata alle seguenti valutazioni:

- abbondanza (cell/l) e composizione di Diatomee;
- abbondanza (cell/l) e composizione di Dinoflagellate;
- abbondanza (cell/l) e composizione di Altro fitoplancton.

Sono inoltre segnalati, se presenti, gli eventi di fioriture di specie potenzialmente tossiche o nocive. Le analisi quantitative dei popolamenti fitoplanctonici nelle acque marine permettono di integrare il dato della clorofilla "a" per valutare la produttività primaria del sistema. Questo dato fornisce un elemento importante nella valutazione dello stato qualitativo dell'ecosistema, perché le abbondanze di fitoplancton influiscono sia sulle produttività, sia su altrettanti parametri fisico-chimici delle acque come le concentrazioni di ossigeno disciolto, la variazione della trasparenza, il pH.

L'analisi qualitativa ha contemplato i principali gruppi tassonomici, Diatomee e Dinoflagellate, all'interno dei quali esistono specie che possono essere responsabili di "fioriture". Sotto la voce "Altro fitoplancton" si considera il fitoplancton marino appartenente ai phyla: Charophyta, Chlorophyta, Cryptophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa, Haptophyta, Heterocontophyta, Katabletarophyta, Ochrophyta ed il fitoplancton (in particolare fitoflagellati) di dimensioni inferiori a 20 μm (nano-fitoplancton), che può rappresentare una frazione elevata della popolazione

microalgale totale e che in determinate occasioni, può generare blooms con conseguente alterazione delle caratteristiche delle acque.

Le Diatomee occupano circa il 70% della biomassa del fitoplancton totale e nelle stazioni sottocosta presentano un tipico andamento annuale con fluttuazioni stagionali di abbondanza (Figura 103).

Le frequenti e regolari precipitazioni del 2025, un anno caldo e più piovoso della norma (1991-2020), hanno interessato sia il bacino padano sia i fiumi romagnoli e favorito diversi episodi eutrofici con fioriture di Diatomee. Il primo evento eutrofico invernale ha riguardato entrambi i corpi idrici ed è stato caratterizzato dalla fioritura di *Skeletonema* spp. con abbondanze maggiori a febbraio. Mentre nel CD1 e nella stazione 9 del CD2 i valori di abbondanza rimangono costantemente elevati nel trimestre febbraio-aprile, nelle stazioni più a sud (14 e 17) si osserva una marcata fluttuazione mensile.

Le precipitazioni primaverili a partire da fine marzo hanno favorito una seconda fioritura in entrambi i corpi idrici, nel mese di aprile a carico di Diatomee principalmente del genere *Chaetoceros*, inoltre limitatamente alla stazione 2, anche nel mese di maggio per fioritura di *Cyclotella* sp.

A partire dal mese di maggio e fino a fine giugno gli indici trofici sono rimasti medio-bassi in entrambi i corpi idrici. I mesi di luglio e agosto sono stati caratterizzati da alternanza di precipitazioni e i conseguenti apporti di acque dolci hanno contribuito a mantenere alta l'abbondanza di Diatomee (*Chaetoceros* spp.) anche nel periodo estivo e con abbondanze maggiori nel CD1.

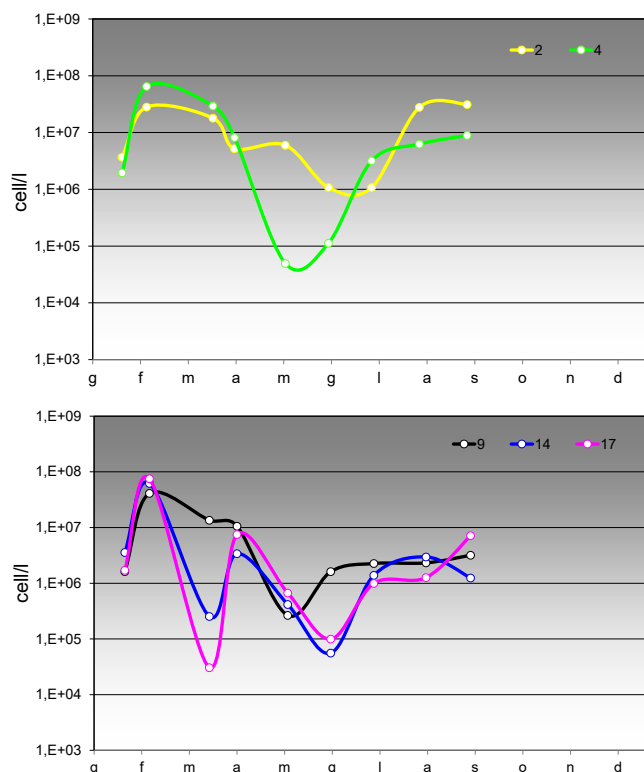


Figura 103 – Andamento annuale delle abbondanze delle Diatomee nelle stazioni sotto costa

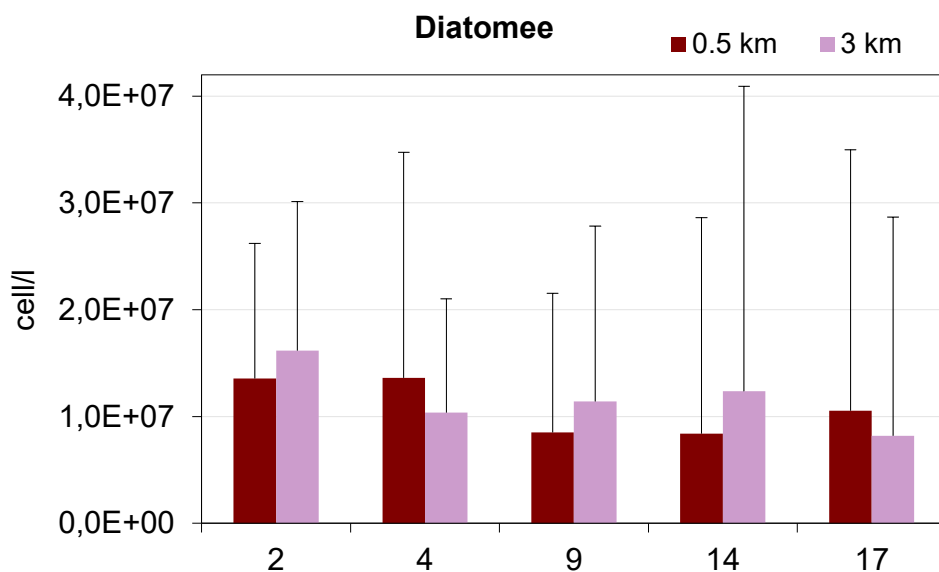


Figura 104 – Medie annuali e deviazioni standard SD delle abbondanze delle Diatomee nelle stazioni a 0.5 e 3 km

Le abbondanze medie annuali, riportate in Figura 104, evidenziano una omogenea distribuzione delle Diatomee lungo la costa, con i valori maggiori nei punti più settentrionali, e non si evidenziano densità medie significativamente diverse tra le stazioni a 0.5 e 3 km. Come si evince dalle medie stagionali, riportate in Figura 105 , la fioritura invernale ha interessato entrambi i corpi idrici e le abbondanze estive nel CD1 hanno superato quelle primaverili, tipicamente più alte.

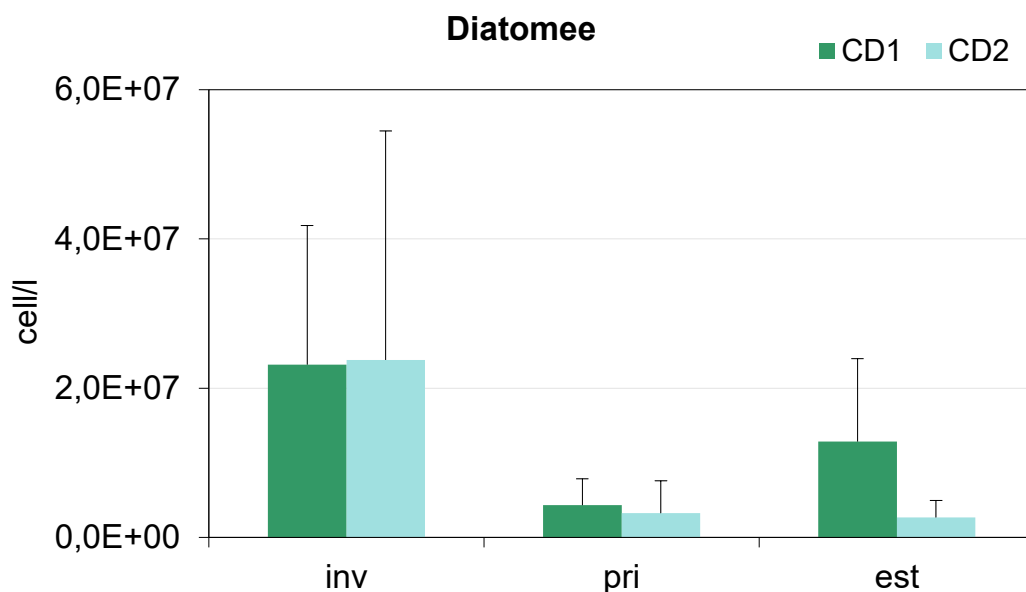


Figura 105 – Andamento delle medie stagionali e deviazioni standard (SD) delle abbondanze delle Diatomee nei corpi idrici CD1 e CD2

In Figura 106 sono mostrati i taxa prevalenti identificati nell'anno 2025. I generi *Chaetoceros* e *Skeletonema* (Figura 107), dominano rispettivamente in termini di frequenza e di media annuale. La specie di *Chaetoceros* mediamente più abbondante risulta essere *C. tenuissimus*; si riscontra inoltre una frequente presenza di taxa appartenenti ai generi *Pseudo-nitzschia* e *Cylindrotheca*.

Cyclotella sp. invece è stata rilevata in una sola occasione, ma con abbondanze consistenti alla stazione 2, dove spesso la si ritrova in quanto predilige acque meno salate.

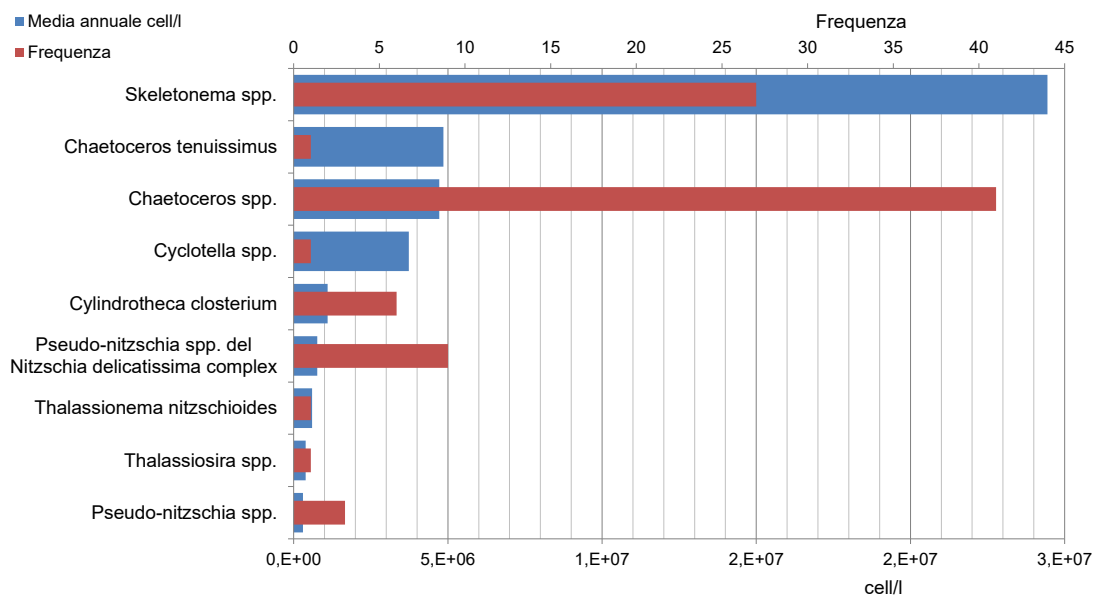


Figura 106 – Frequenze e abbondanze annuali dei taxa dominanti (Diatomee)

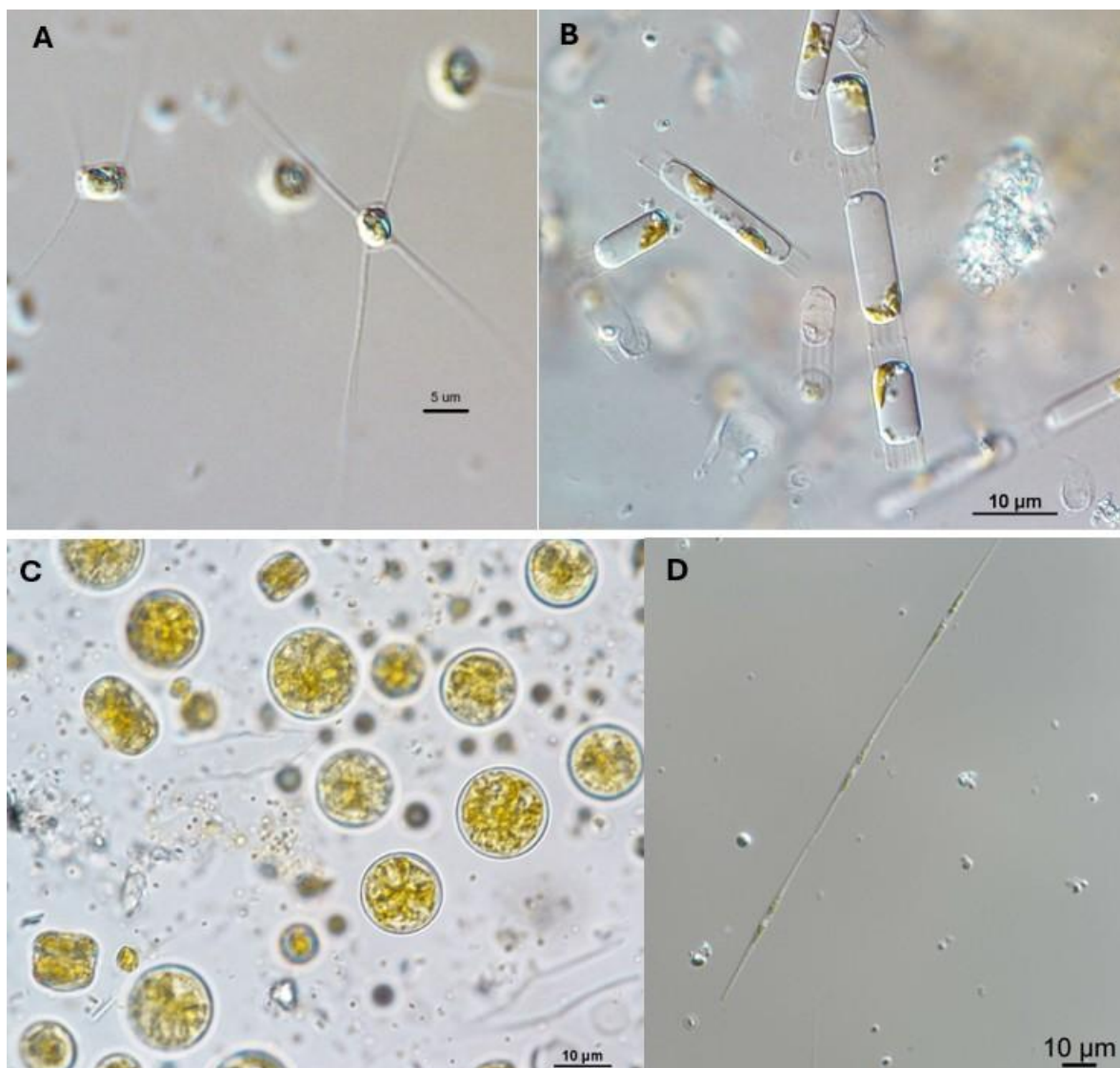


Figura 107 – Foto al microscopio ottico di a) *Chaetoceros tenuissimus*, b) *Skeletonema* spp., c) *Cyclotella* sp., d) *Pseudo-nitzschia* spp. del *Nitzschia deliatisima* complex (Archivio Daphne)

Le Dinoflagellate hanno rappresentato mediamente il 2% dell'abbondanza totale del fitoplancton. Sebbene i loro valori siano inferiori di circa due ordini di grandezza rispetto a quelli delle Diatomee, nel 2025 è stata registrata la presenza media annuale più elevata dal 2012.

Dall'andamento delle abbondanze nelle stazioni a 500 m dalla costa (Figura 108) si nota un inizio dell'anno caratterizzato da alte densità cellulari di *Heterocapsa* spp. in entrambi i corpi idrici e maggiormente nel mese di febbraio. Successivamente con le consistenti piogge di marzo sono state riscontrate elevate abbondanze della Dinoflagellata *Prorocentrum cordatum* soprattutto nelle stazioni più settentrionali, poi diffusa anche nelle stazioni a sud nel mese di aprile. Alte densità durante la stagione estiva sono tipiche del gruppo Dinoflagellate, con proliferazione di *Peridiniella* sp. e specie appartenenti all'ordine Gymnodinales soprattutto nel CD1. Nel CD2 si evidenziano le abbondanze più elevate nei mesi di febbraio e aprile, in cui si segnalano *Heterocapsa* spp. e *P. cordatum*, mentre da maggio e a fine estate si

osservano abbondanze comunque inferiori rispetto al CD1 con specie atecate dell'ordine Gymnodiniales.

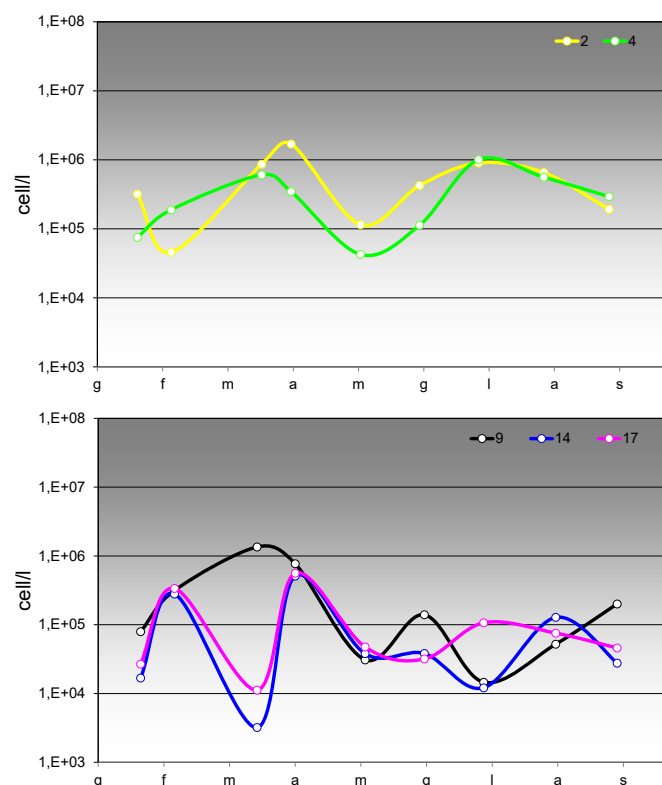


Figura 108 – Andamento annuale delle abbondanze delle Dinoflagellate nelle stazioni sotto costa

Come mostrato in Figura 109, le medie annuali per stazione mostrano un gradiente di abbondanza decrescente da nord a sud e la più alta variabilità alla stazione 2, di Lido di Volano. Le differenze più marcate tra le stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa si osservano in corrispondenza dei transetti 9 (Lido Adriano) e 14 (Cesenatico) anche se con tendenze diverse: abbondanze maggiori in costa a Lido Adriano mentre a Cesenatico nella stazione a 3 km.

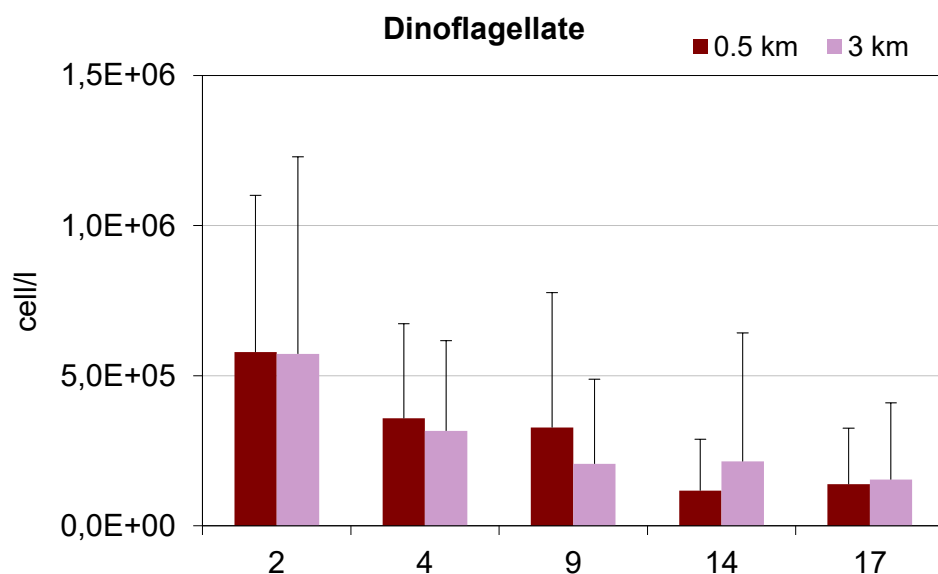


Figura 109 – Medie annuali e deviazioni standard SD delle abbondanze delle Dinoflagellate nelle stazioni a 0.5 e 3 km

Le medie stagionali per corpo idrico e le relative deviazioni standard (Figura 110), indicano le abbondanze più elevate nel CD1 in tutte le stagioni monitorate.

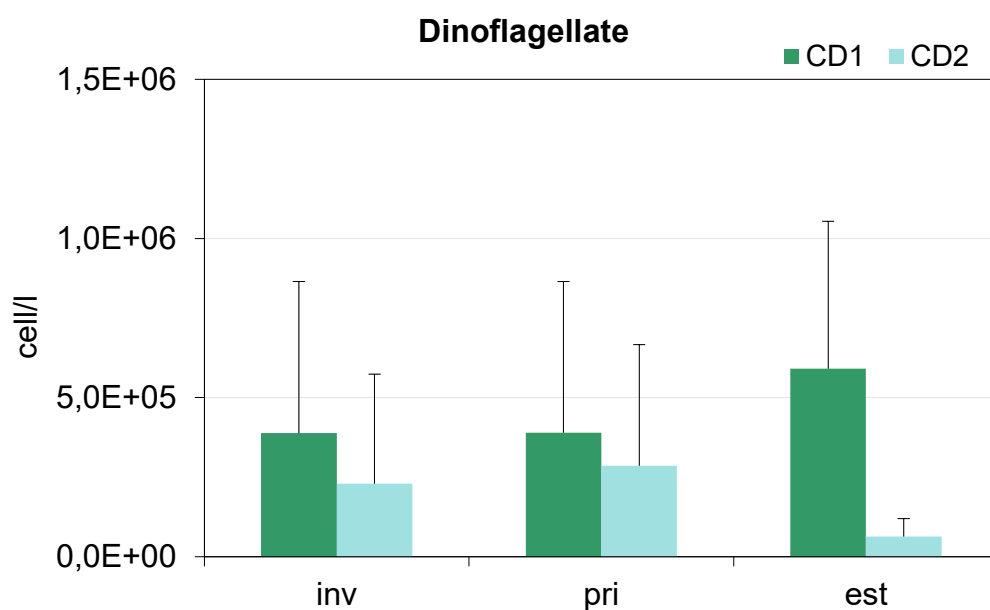


Figura 110 – Andamento delle medie stagionali e deviazioni standard SD delle abbondanze delle Dinoflagellate nei corpi idrici CD1 e CD2

I taxa prevalenti rilevati durante l'anno 2025 (Figura 111) in termini di frequenza sono specie atecate appartenenti all'ordine delle Gymnodiniales, che risultano frequenti soprattutto in estate, seguite da *P. cordatum* con anche una alta media annuale per la fioritura verificatasi in primavera. Si segnalano anche elevate abbondanze medie

annuali di *Peridiniella* sp. Comparsa nel periodo estivo in 4 occasioni e specie del genere *Heterocapsa* rilevate generalmente durante tutto l'anno.

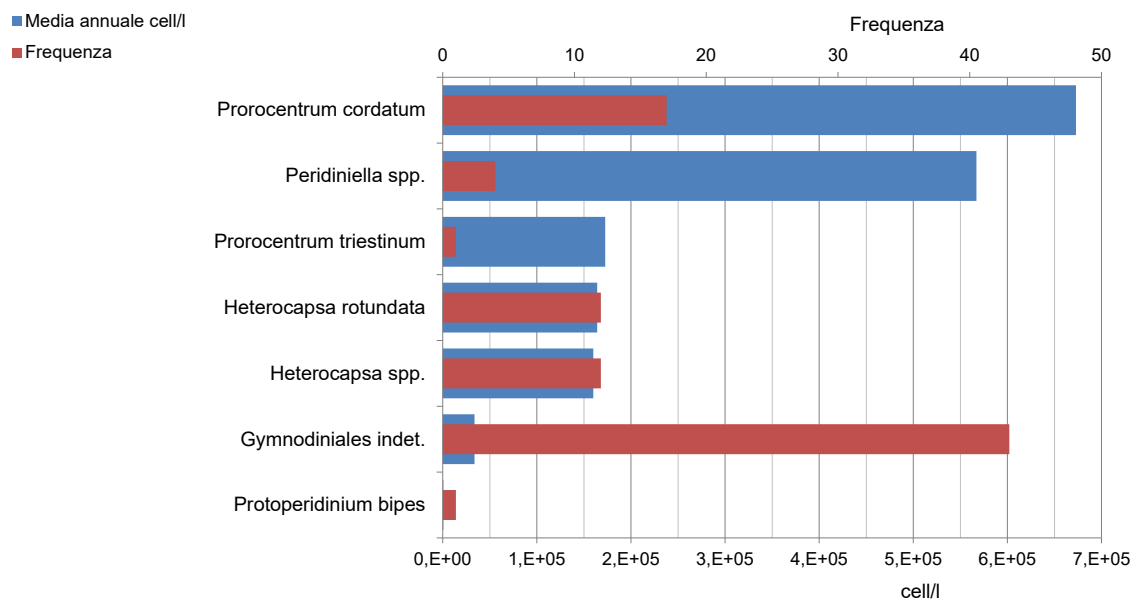


Figura 111 – Frequenze e abbondanze annuali dei taxa dominanti (Dinoflagellate)

In Figura 112 si riportano gli andamenti delle abbondanze dell'Altro fitoplancton (in particolare fitoflagellati del nano-fitoplancton) rilevate nelle singole stazioni sotto costa.

Il nanoplancton è particolarmente abbondante nelle acque costiere dell'Emilia-Romagna durante tutto l'anno aggirandosi quasi sempre al di sopra delle 1×10^5 cell/l. Nell'anno 2025 il CD1 è stato caratterizzato dalle abbondanze maggiori e con un andamento piuttosto omogeneo tra le stazioni. Si segnala il picco di abbondanza nel mese di giugno e limitatamente alla stazione 4 di Porto Garibaldi per una fioritura di *Nannochloropsis gaditana*. Tale microalga appartenente alla classe Eustigmatophyceae è caratteristica delle adiacenti valli di Comacchio in cui è segnalata durante tutto l'anno. La presenza di *N. gaditana* in acque costiere è probabilmente dovuta al deflusso di acqua dalle valli di Comacchio, indotto artificialmente nel mese di giugno durante le fasi di bassa marea che, favorendo il riversamento dell'acqua del bacino interno in mare, ha facilitato la dispersione di tale specie tipica degli ambienti vallivi.

Il CD2 presenta abbondanze mediamente inferiori con fluttuazioni quasi mensili. La stazione 9 di Lido Adriano mostra le abbondanze maggiori e piuttosto omogenee durante tutto il periodo campionato in quanto più interessata da consistenti apporti fluviali.

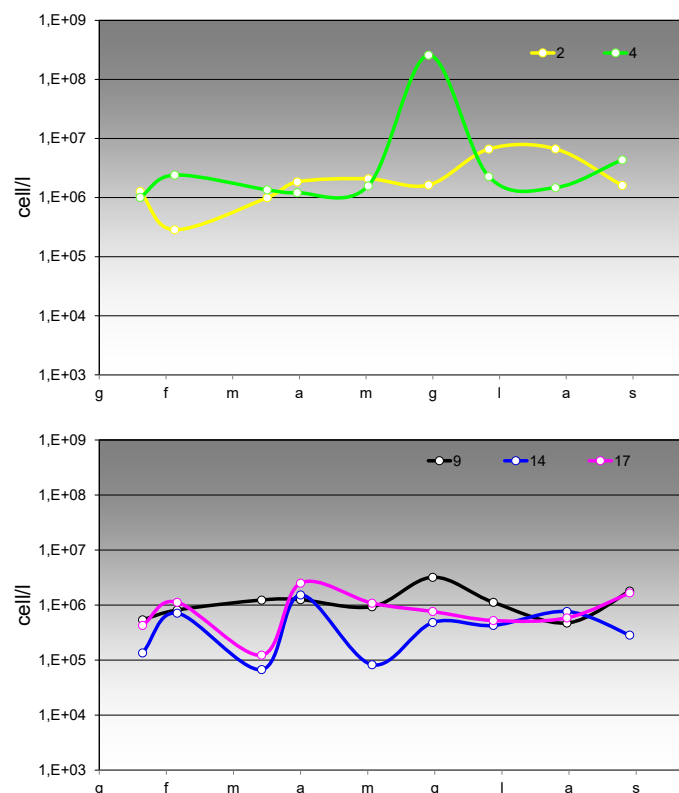


Figura 112 – Andamento annuale delle abbondanze dell'Altro fitoplancton nelle stazioni sotto costa

Le medie annuali nelle stazioni a 0,5 e 3 km (Figura 113) evidenziano per l'anno 2025 abbondanze medie annuali significativamente maggiori nelle stazioni più settentrionali caratterizzate tuttavia da una ampia variabilità annuale, mentre si evidenziano abbondanze basse e piuttosto omogenee in tutte le stazioni del CD2.

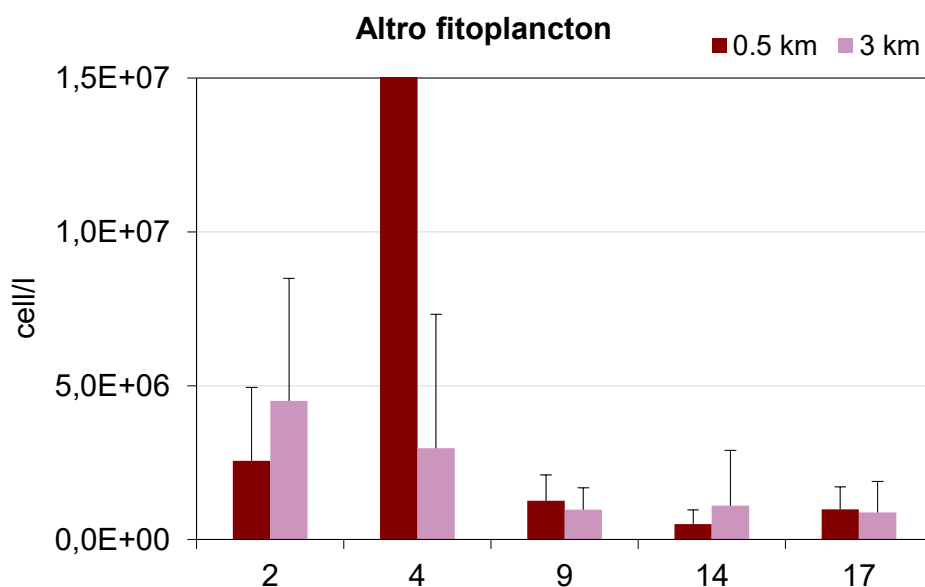


Figura 113 – Medie annuali e deviazioni standard SD delle abbondanze dell'Altro fitoplancton nelle stazioni a 0.5 e 3 km (stazione 4 a 0.5 km = $3.04E+07$, SD max = $+8.5E+07$)

Come mostrato in

Figura 114, la fioritura primaverile di *N. gaditana* ha influito sulle medie stagionali del CD1 che risultano comunque più alte rispetto al CD2 anche nelle altre stagioni. Le portate del fiume Po nel mese di aprile sono state le più alte del 2025 e a seguire, abbondanti apporti di acque dolci sono stati registrati anche in due occasioni nel mese di maggio. Anche il mese di luglio, discretamente piovoso, ha determinato apporti estivi di acque dolci che hanno contribuito al rilascio di elementi nutritivi in mare con conseguente fioritura di nanoplancton. Il CD2 presenta abbondanze medie sempre inferiori in quanto meno influenzato da tali apporti.

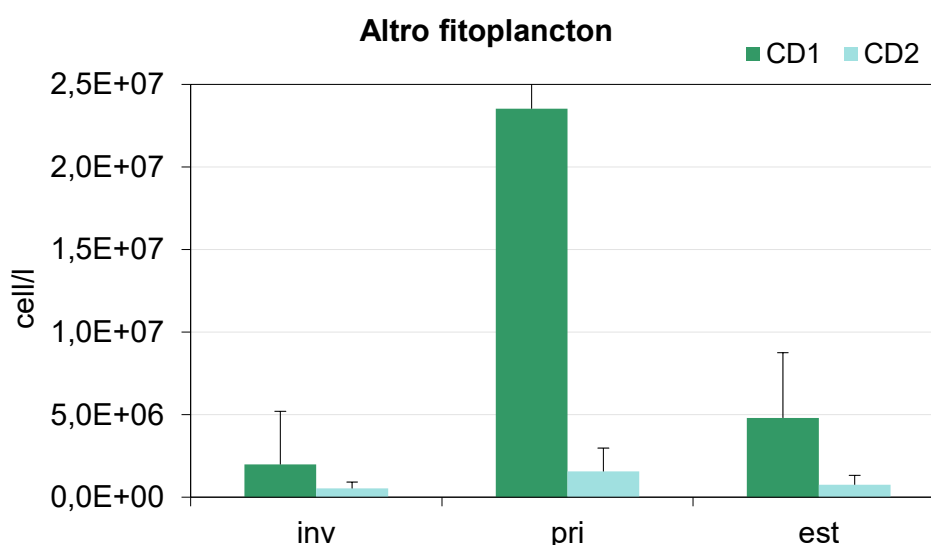


Figura 114 – Andamento delle medie stagionali e deviazioni standard SD dell'Altro fitoplancton nei corpi idrici CD1 e CD2 (primavera SD max CD1 = +7.4E+07)

In Tabella 5 si riporta la lista floristica dei taxa prevalenti identificati nel 2025 durante le campagne di monitoraggio in tutte le stazioni, mentre in Tabella 6 si riporta la lista di tutti i taxa identificati.

Tabella 5 - Lista floristica dei taxa prevalenti riscontrati nel 2025

Gruppo	Taxon	Autore
Diatomee	<i>Chaetoceros</i> spp.	Ehrenberg, 1844
Diatomee	<i>Chaetoceros tenuissimus</i>	Meunier, 1913
Diatomee	<i>Cyclotella</i> spp.	(Kützing) Brebisson, 1838
Diatomee	<i>Cylindrotheca closterium</i>	(Ehrenberg) Reimann & j. C. Lewin, 1964
Diatomee	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	H. Paragallo, 1900
	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. del <i>Nitzschia</i>	
Diatomee	<i>delicatissima</i> complex	Hasle, 1964
Diatomee	<i>Skeletonema</i> spp.	Greville, 1865
Diatomee	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	(Grunow) Mereschowsky, 1902
Diatomee	<i>Thalassiosira</i> spp.	Cleve, 1873
Dinoflagellate	<i>Gymnodiniales</i> indet.	Apstein, 1909
Dinoflagellate	<i>Heterocapsa rotundata</i>	(Lohmann) G.Hansen, 1995
Dinoflagellate	<i>Heterocapsa</i> spp.	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Peridiniella</i> spp.	Kofoed & Michener, 1911
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum cordatum</i>	(Ostenfeld) J.D.Dodge, 1975
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum triestinum</i>	J. Schiller, 1918

Tabella 6 - Lista floristica di tutti i taxa identificati nel 2025

Gruppo	Specie	Autore
Diatomee	<i>Achnanthes</i> spp.	Bory de Saint-Vincent, 1822
Diatomee	<i>Achnantheidium</i> spp.	Kützing, 1844
Diatomee	<i>Amphora</i> spp.	Ehrenberg ex Kützing, 1844
Diatomee	<i>Asterionella formosa</i>	Hassal, 1850
Diatomee	<i>Asterionella</i> spp.	Hassal, 1850
Diatomee	<i>Asteromphalus</i> cf. <i>hyalinus</i>	Karsten, 1905
Diatomee	<i>Asteromphalus</i> cf. <i>parvulus</i>	Karsten, 1905
Diatomee	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	(Castracane) Round, 1990
Diatomee	<i>Asteromphalus flabellatus</i>	(Brébisson) Greville, 1859
Diatomee	<i>Asteromphalus sarcophagus</i>	Wallich, 1860
Diatomee	<i>Asteromphalus</i> spp.	Ehrenberg, 1844
Diatomee	<i>Aulacoseira granulata</i>	(Ehrenberg) Simonsen, 1979
Diatomee	<i>Aulacoseira</i> spp.	Lawson, 1848
Diatomee	Bacillariophyceae indet.	Haeckel, 1878
Diatomee	<i>Bacillaria</i> spp.	J. F. Gmelin, 1791
Diatomee	<i>Bacteriastrum elegans</i>	Pavillard, 1916
Diatomee	<i>Bacteriastrum</i> spp.	Shadbolt, 1854
Diatomee	<i>Biddulphia</i> spp.	S. F. Gray, 1821
Diatomee	<i>Cerataulina pelagica</i>	(Cleve) Hendey, 1937
Diatomee	<i>Chaetoceros affinis</i>	Lauder, 1864
Diatomee	<i>Chaetoceros brevis</i>	F. Schütt, 1895
Diatomee	<i>Chaetoceros compressus</i>	Lauder, 1864
Diatomee	<i>Chaetoceros costatus</i>	Pavillard, 1911
Diatomee	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	Cleve, 1889
Diatomee	<i>Chaetoceros danicus</i>	Cleve, 1889
Diatomee	<i>Chaetoceros decipiens</i>	Cleve, 1873
Diatomee	<i>Chaetoceros didymus</i>	Ehrenberg, 1845
Diatomee	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	Grunow, 1863
Diatomee	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	Brightwell, 1856
Diatomee	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	Mangin, 1910
Diatomee	<i>Chaetoceros simplex</i>	Ostenfeld, 1902
Diatomee	<i>Chaetoceros socialis</i>	H.S. Lauder, 1864
Diatomee	<i>Chaetoceros</i> spp.	Ehrenberg, 1844
Diatomee	<i>Chaetoceros tenuissimus</i>	Meunier, 1913
Diatomee	<i>Cocconeis</i> spp.	Ehrenberg, 1837
Diatomee	Coscinodiscophyceae indet.	Round R.M. Crawford & D.G. Mann, 1990
Diatomee	<i>Coscinodiscus centralis</i>	Ehrenberg, 1839
Diatomee	<i>Coscinodiscus granii</i>	Ehrenberg, 1839
Diatomee	<i>Coscinodiscus</i> spp.	Ehrenberg, 1839
Diatomee	<i>Cyclotella</i> spp.	(Kützing) Brébisson, 1838
Diatomee	<i>Cylindrotheca closterium</i>	(Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin, 1964
Diatomee	<i>Cymbella</i> spp.	C. Agardh, 1830
Diatomee	<i>Dactyliosolen blavyanus</i>	(H. Peragallo) Hasle, 1975
Diatomee	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	(Bergon) Hasle, 1996
Diatomee	<i>Dactyliosolen phuketensis</i>	(B.G. Sundström) G.R. Hasle, 1996
Diatomee	<i>Dactyliosolen</i> spp.	Castracane, 1886
Diatomee	<i>Diatoma</i> spp.	Bory de Saint-Vincent, 1824
Diatomee	<i>Diploneis</i> spp.	Ehrenberg ex Cleve, 1894
Diatomee	<i>Ditylum brightwellii</i>	(T. West) Grunow, 1885
Diatomee	<i>Entomoneis alata</i>	Ehrenberg, 1845
Diatomee	<i>Eucampia cornuta</i>	(Cleve) Grunow, 1883
Diatomee	<i>Eucampia zodiacus</i>	Ehrenberg, 1839
Diatomee	<i>Fragilaria crotonensis</i>	Kitton, 1869
Diatomee	<i>Fragilaria</i> spp.	Lyngbye, 1819
Diatomee	<i>Gomphonema</i> spp.	Ehrenberg, 1832
Diatomee	<i>Guinardia flaccida</i>	(Castracane) H. Peragallo, 1892
Diatomee	<i>Guinardia striata</i>	(Stolterfoth) Hasle, 1996

Gruppo	Specie	Autore
Diatomee	<i>Gyrosigma</i> spp.	Hassal, 1845
Diatomee	<i>Haslea</i> spp.	Simonsen, 1974
Diatomee	<i>Hemiaulus hauckii</i>	Grunow ex Van Heurck, 1882
Diatomee	<i>Hemiaulus sinensis</i>	Greville, 1865
Diatomee	<i>Hemiaulus</i> spp.	Heiberg, 1863
Diatomee	<i>Lauderia annulata</i>	Cleve, 1873
Diatomee	<i>Leptocylindrus</i> spp.	Cleve, 1889
Diatomee	<i>Licmophora flabellata</i>	(Greville) C.Agardh, 1831
Diatomee	<i>Licmophora</i> spp.	C. Agardh, 1827
Diatomee	<i>Lioloma pacificum</i>	(Cupp) Hasle, 1996
Diatomee	<i>Lithodesmium</i> spp.	Ehrenberg, 1839
Diatomee	<i>Melosira nummuloides</i>	C. Agardh, 1824
Diatomee	<i>Navicula</i> spp.	Bory de Saint - Vincent, 1822
Diatomee	<i>Navicula cancellata</i>	Donkin, 1872
Diatomee	Naviculaceae indet.	Kützing, 1844
Diatomee	Naviculales indet.	Bessey, 1907
Diatomee	<i>Nitzschia reversa</i>	W. Smith, 1853
Diatomee	<i>Nitzschia sigma</i>	W.Smith, 1853
Diatomee	<i>Nitzschia</i> spp.	Hassall, 1845
Diatomee	<i>Odontella</i> spp.	C.Agardh, 1832
Diatomee	<i>Paralia sulcata</i>	(Ehrenberg) Cleve, 1873
Diatomee	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	Bohlin, 1897
Diatomee	<i>Pleurosigma</i> spp.	W. Smith, 1852
Diatomee	Pleurosigmataceae indet.	Mereschowsky, 1903
Diatomee	<i>Podosira stelligera</i>	(J.W.Bailey) A.Mann, 1907
Diatomee	<i>Proboscia alata</i>	(Brightwell) Sundström, 1986
Diatomee	<i>Proboscia indica</i>	(H.Peragallo) HernÁndez-Becerril, 1995
Diatomee	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	(Takano) Takano, 1995
Diatomee	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	(Grunow ex Cleve) G.R.Hasle, 1993
Diatomee	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	H. Paragallo, 1900
Diatomee	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. del <i>Nitzschia delicatissima</i> complex	Hasle, 1964
Diatomee	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. del <i>Nitzschia seriata</i> complex	Hasle, 1965
Diatomee	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	Brightwell, 1858
Diatomee	<i>Rhizosolenia</i> spp.	Brightwell, 1858
Diatomee	<i>Skeletonema</i> spp.	Greville, 1865
Diatomee	<i>Surirella</i> spp.	Turpin, 1828
Diatomee	<i>Synedra</i> spp.	Ehrenberg, 1830
Diatomee	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	(Grunow) Mereschowsky, 1902
Diatomee	<i>Thalassionema</i> spp.	Grunow ex Mereschowsky, 1902
Diatomee	<i>Thalassiosira</i> spp.	Cleve, 1873
Diatomee	<i>Ulnaria ulna</i>	(Nitzsch) P.Compère, 2001
Dinoflagellate	<i>Akashiwo sanguinea</i>	(K. Hirasaka) G. Hansen & Ø. Moestrup, 2000
Dinoflagellate	<i>Alexandrium insuetum</i>	D.M. Anderson, A.W. White & D.G. Baden, 1985
Dinoflagellate	<i>Alexandrium minutum</i>	Halim, 1960
Dinoflagellate	<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	(Paulsen) Balech & Tangen, 1985
Dinoflagellate	<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	(Biecheler) Horiguchi ex Kita & Fukuyo, 1992
Dinoflagellate	<i>Alexandrium</i> spp.	Halim, 1960
Dinoflagellate	<i>Amphidinium carterae</i>	Hulburt, 1957
Dinoflagellate	<i>Amphidinium sphenoides</i>	Wülff, 1916
Dinoflagellate	<i>Amphidinium</i> spp.	Claparède & Lachmann, 1859
Dinoflagellate	<i>Amylax</i> spp.	A.Meunier, 1910
Dinoflagellate	<i>Azadinium caudatum</i>	(Halldal) Nézan & Chomérat, 2012
Dinoflagellate	<i>Azadinium</i> spp.	M.Elbrächter & U.Tillmann, 2009
Dinoflagellate	<i>Blepharocysta splendor-maris</i>	Ehrenberg, 1873
Dinoflagellate	<i>Blepharocysta</i> spp.	Ehrenberg, 1873
Dinoflagellate	<i>Ceratium azoricum</i>	Cleve, 1900
Dinoflagellate	<i>Ceratium candelabrum</i>	(Ehrenberg) Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Ceratium extensum</i>	(Gourret) Cleve-Euler, 1900

Gruppo	Specie	Autore
Dinoflagellate	<i>Ceratium furca</i>	(Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859
Dinoflagellate	<i>Ceratium fusus</i>	(Ehrenberg) Dujardin, 1841
Dinoflagellate	<i>Ceratium horridum</i>	(Cleve) Gran, 1902
Dinoflagellate	<i>Ceratium kofoidii</i>	Jørgensen, 1911
Dinoflagellate	<i>Ceratium macroceros</i>	(Ehrenberg) Vanhöffen, 1897
Dinoflagellate	<i>Ceratium massiliense</i>	(Gourret) Karsten, 1906
Dinoflagellate	<i>Ceratium pentagonum</i>	Gourret, 1883
Dinoflagellate	<i>Ceratium</i> spp.	Schrank, 1793
Dinoflagellate	<i>Ceratium trichoceros</i>	(Ehrenberg) W. S. Kent, 1881
Dinoflagellate	<i>Ceratium tripos</i>	(O. F. Müller) Nitzsch, 1817
Dinoflagellate	<i>Cochlodinium</i> spp.	Schütt, 1896
Dinoflagellate	<i>Corythodinium tessellatum</i>	(Stein) Loeblich Jr. & Loeblich III, 1966
Dinoflagellate	Dinophyceae indet.	F.E.Fritsch in G.S.West & F.E.Fritsch, 1927
Dinoflagellate	<i>Dinophysis acuminata</i>	Claparède & Lachmann, 1859
Dinoflagellate	<i>Dinophysis caudata</i>	Saville - Kent, 1881
Dinoflagellate	<i>Dinophysis fortii</i>	Pavillard, 1923
Dinoflagellate	<i>Dinophysis ovum</i>	Schütt, 1895
Dinoflagellate	<i>Dinophysis sacculus</i>	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Dinophysis</i> spp.	Ehrenberg, 1839
Dinoflagellate	<i>Diplopsalis</i> group	Dodge, 1985
Dinoflagellate	<i>Diplopsalis</i> spp.	Bergh, 1882
Dinoflagellate	<i>Glenodinium foliaceum</i>	F. Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Glenodinium</i> spp.	Ehrenberg, 1836
Dinoflagellate	Gonyaulacales indet.	F.J.R.Taylor, 1980
Dinoflagellate	<i>Gonyaulax</i> cf. <i>digitale</i>	(Pouchet) Kofoid, 1911
Dinoflagellate	<i>Gonyaulax diacantha</i>	Athanassopoulos, 1931
Dinoflagellate	<i>Gonyaulax fragilis</i>	(Schütt) Kofoid, 1911
Dinoflagellate	<i>Gonyaulax polygramma</i>	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Gonyaulax spinifera</i>	(Claparède de & Lachmann) Diesing, 1866
Dinoflagellate	<i>Gonyaulax</i> spp.	Diesing, 1866
Dinoflagellate	Gymnodiniales indet.	Apstein, 1909
Dinoflagellate	<i>Gymnodinium agiliforme</i>	J.Schiller, 1928
Dinoflagellate	<i>Gymnodinium impudicum</i>	(S.Fraga & I.Bravo) Gert Hansen & Moestrup, 2000
Dinoflagellate	<i>Gymnodinium</i> spp.	Stein, 1878
Dinoflagellate	<i>Gyrodinium flagellare</i>	Schiller, 1928
Dinoflagellate	<i>Gyrodinium fusiforme</i>	Kofoid & Swezy, 1921
Dinoflagellate	<i>Gyrodinium lachryma</i>	(Meunier) Kofoid & Swezy, 1921
Dinoflagellate	<i>Gyrodinium nasutum</i>	(Wulff) Schiller, 1933
Dinoflagellate	<i>Gyrodinium</i> spp.	Kofoid & Swezy, 1921
Dinoflagellate	<i>Heterocapsa rotundata</i>	(Lohmann) G.Hansen, 1995
Dinoflagellate	<i>Heterocapsa</i> spp.	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Karenia mikimotoi</i>	(Miyake & Kominami ex Oda) Gert Hansen & Moestrup, 2000
Dinoflagellate	<i>Karenia</i> spp.	G. Hansen & Moestrup, 2000
Dinoflagellate	<i>Karlodinium</i> spp.	J.Larsen, 2000
Dinoflagellate	<i>Katodinium glaucum</i>	(Lebour) Loeblich III, 1965
Dinoflagellate	<i>Kofoadinium</i> spp.	Pavillard, 1929
Dinoflagellate	<i>Kofoadinium velleloides</i>	Pavillard, 1929
Dinoflagellate	<i>Lessardia elongata</i>	J.F.Saldarriaga & F.J.R.Taylor, 2003
Dinoflagellate	<i>Lingulodinium polyedrum</i>	(F. Stein) J.D. Dodge, 1989
Dinoflagellate	<i>Mesoporos perforatus</i>	(Gran) Lillick, 1937
Dinoflagellate	<i>Micracanthodinium</i> spp.	Deflandre, 1937
Dinoflagellate	<i>Nematodinium torpedo</i>	Kofoid & Swezy, 1921
Dinoflagellate	<i>Noctiluca scintillans</i>	(Macartney) Kofoid & Swezy, 1921
Dinoflagellate	Noctilucales indet.	Gervais & van Beneden, 1859
Dinoflagellate	<i>Oblea rotunda</i>	(Lebour) Balech ex Sournia, 1973
Dinoflagellate	<i>Oxyrrhis marina</i>	Dujardin, 1841
Dinoflagellate	<i>Oxytoxum adriaticum</i>	Schiller, 1937
Dinoflagellate	<i>Oxytoxum caudatum</i>	Schiller, 1937
Dinoflagellate	<i>Oxytoxum gladiolus</i>	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Oxytoxum longum</i>	Schiller, 1937

Gruppo	Specie	Autore
Dinoflagellate	<i>Oxytoxum mediterraneum</i>	Schiller, 1937
Dinoflagellate	<i>Oxytoxum sceptrum</i>	(F.Stein) Schröder, 1906
Dinoflagellate	<i>Oxytoxum</i> spp.	Stein, 1883
Dinoflagellate	Peridinales indet.	Haeckel, 1894
Dinoflagellate	<i>Peridiniella</i> spp.	Kofoed & Michener, 1911
Dinoflagellate	<i>Peridiniopsis</i> spp.	Lemmermann, 1904
Dinoflagellate	<i>Peridinium</i> cf. <i>inconspicuum</i>	Lemmermann, 1899
Dinoflagellate	<i>Peridinium quinquecornu</i>	Abè, 1927
Dinoflagellate	<i>Peridinium</i> spp.	Ehrenberg, 1830
Dinoflagellate	<i>Phalacroma oxytoxoides</i>	(Kofoed) F.Gomez, P.Lopez-Garcia & D.Moreira, 2011
Dinoflagellate	<i>Phalacroma rotundatum</i>	(Claparède de & Lachmann) Kofoed & Michener, 1911
Dinoflagellate	<i>Phalacroma</i> spp.	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Podolampas palmipes</i>	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Podolampas spinifera</i>	Okamura, 1912
Dinoflagellate	<i>Podolampas</i> spp.	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Polykrikos</i> spp.	Bütshli, 1873
Dinoflagellate	<i>Pronoctiluca</i> spp.	Fabre Domergue, 1889
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum compressum</i>	(J.W. Bailey) Abè ex Dodge, 1975
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum cordatum</i>	(Ostenfeld) J.D.Dodge, 1975
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum dactylus</i>	(Stein) Dodge, 1975
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum dentatum</i>	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum micans</i>	Ehrenberg, 1834
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum</i> spp.	Ehrenberg, 1834
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum triestinum</i>	J. Schiller, 1918
Dinoflagellate	<i>Prorocentrum vaginulum</i>	(F.Stein) J.D.Dodge, 1975
Dinoflagellate	<i>Protoceratium reticulatum</i>	(Claparède de & Lachmann) Bütshli, 1885
Dinoflagellate	<i>Protoceratium</i> spp.	R.S.Bergh, 1881
Dinoflagellate	Proto-peridiniaceae indet.	J.P.Bujak & E.H.Davies, 1998
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium bipes</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium bispinum</i>	(Schiller) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium brevipes</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium brochi</i>	(Kofoed & Swezy) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>crassipes</i>	(Kofoed) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium claudicans</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium conicum</i>	(Gran) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium crassipes</i>	(Kofoed) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium curvipes</i>	(Ostenfeld) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium depressum</i>	(Bailey) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium diabolus</i>	(Cleve) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium divergens</i>	(Ehrenberg) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium globulus</i>	(Stein) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium granii</i>	(Ostenfeld) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium leonis</i>	(Pavillard) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium minutum</i>	(Kofoed) Loeblich III, 1970
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium oblongum</i>	(Aurivillius) Parke & Dodge, 1976
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium oceanicum</i>	(Vanhöffen) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium ovatum</i>	Pouchet, 1883
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium ovum</i>	(Schiller) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium pellucidum</i>	Bergh ex Loeblich Jr e Loeblich III, 1881
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium punctulatum</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium</i> spp.	Bergh, 1882
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium steinii</i>	(Jorgensen) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium subinermis</i>	(Paulsen) Loeblich III, 1969
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium thorianum</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Protoperidinium tuba</i>	(Schiller) Balech, 1974
Dinoflagellate	<i>Pselodinium</i> spp.	Soumia, 1972
Dinoflagellate	<i>Pyrophacus horologium</i>	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Pyrophacus</i> spp.	Stein, 1883
Dinoflagellate	<i>Scaphodinium mirabile</i>	Margalef, 1963
Dinoflagellate	<i>Scrippsiella spinifera</i>	G.Honsell & M.Cabrini, 1991

Gruppo	Specie	Autore
Dinoflagellate	<i>Scrippsiella</i> spp.	Balech ex A. R. Loeblich III, 1965
Dinoflagellate	<i>Torodinium robustum</i>	Kofoid & Swezy, 1921
Dinoflagellate	<i>Torodinium</i> spp.	Kofoid & Swezy, 1921
Dinoflagellate	<i>Torodinium teredo</i>	(Pouchet) Kofoid & Swezy, 1921
Dinoflagellate	<i>Warnowia</i> spp.	Lindemann in Engler & Prantl, 1928
Altro fitoplancton	<i>Actinastrum</i> spp.	Lagerheim, 1882
Altro fitoplancton	<i>Acutodesmus acuminatus</i>	(Lagerheim) P.M.Tsarenko, 2000
Altro fitoplancton	Altro Fitoplancton indet. ($\varnothing$ inf.20 μ m)	
Altro fitoplancton	<i>Anabaena</i> spp. (unità cell.)	Bory de Saint-Vincent, 1886
Altro fitoplancton	<i>Ankistrodesmus</i> spp.	Corda, 1838
Altro fitoplancton	<i>Apedinella radians</i>	(Lohmann) P.H.Campbell, 1973
Altro fitoplancton	Chlorophyceae indet.	Wille in Warming, 1884
Altro fitoplancton	Chroococcales indet.	Schaffner, 1922
Altro fitoplancton	<i>Chrysochromulina lanceolata</i>	Chrétiennot-Dinet, Nezan & Puigserver, 2003
Altro fitoplancton	<i>Chrysochromulina parkeae</i>	J.C.Green & Leadbeater, 1972
Altro fitoplancton	<i>Chrysochromulina</i> spp.	Lackey, 1939
Altro fitoplancton	<i>Chrysophyceae</i> indet.	Pascher, 1914
Altro fitoplancton	<i>Closteriopsis</i> spp.	Lemmermann, 1899
Altro fitoplancton	<i>Closterium</i> spp.	Nitzsch ex Ralfs, 1848
Altro fitoplancton	Coccolithophyceae indet.	Rothmaler, 1951
Altro fitoplancton	<i>Coelastrum astroideum</i>	De Notaris, 1867
Altro fitoplancton	<i>Cosmarium</i> spp.	Corda ex Ralfs, 1848
Altro fitoplancton	<i>Crucigenia</i> spp.	Morren, 1830
Altro fitoplancton	<i>Cryptomonas</i> spp.	Ehrenberg, 1831
Altro fitoplancton	Cryptophyceae indet.	F.E.Fritsch, 1927
Altro fitoplancton	Cyanophyceae indet.	Schaffner, 1909
Altro fitoplancton	<i>Cymbomonas</i> sp.	Schiller, 1913
Altro fitoplancton	<i>Cymbomonas tetramitiformis</i>	Schiller, 1913
Altro fitoplancton	<i>Desmodesmus armatus</i>	(Chodat) E.Hegewald, 2000
Altro fitoplancton	<i>Desmodesmus</i> spp.	(Chodat) S.S.An, T.Fiedl & E.Hegewald, 1999
Altro fitoplancton	<i>Dictyocha fibula</i>	Ehrenberg, 1839
Altro fitoplancton	<i>Dictyocha speculum</i>	Ehrenberg, 1839
Altro fitoplancton	<i>Dictyocha</i> spp.	Ehrenberg, 1837
Altro fitoplancton	<i>Dictyocha staurodon</i>	Ehrenberg, 1844
Altro fitoplancton	<i>Dictyosphaerium</i> spp.	Nägeli, 1849
Altro fitoplancton	<i>Dinobryon</i> spp.	Ehrenberg, 1834
Altro fitoplancton	<i>Ebria tripartita</i>	(J. Schumann) Lemmermann, 1899
Altro fitoplancton	<i>Euglena</i> spp.	Ehrenberg, 1830
Altro fitoplancton	Euglenophyceae indet.	Schoenichen, 1925
Altro fitoplancton	Eutreptiaceae indet.	Hollande, 1942
Altro fitoplancton	<i>Eutreptiella</i> spp.	A. da Cunha, 1914
Altro fitoplancton	<i>Hermesinum adriaticum</i>	O. Zacharias, 1906
Altro fitoplancton	<i>Leucocryptos marina</i>	(Braarud) Butcher, 1967
Altro fitoplancton	<i>Meringosphaera</i> spp.	Lohmann, 1903
Altro fitoplancton	<i>Merismopedia</i> spp.	Meyen, 1839
Altro fitoplancton	<i>Microcystis</i> spp.	Kützing ex Lemmermann, 1907
Altro fitoplancton	<i>Monoraphidium contortum</i>	(Thuret) Komárková-Legnerová, 1969
Altro fitoplancton	<i>Monoraphidium</i> spp.	Komárková-Legnerová, 1969
Altro fitoplancton	<i>Nannochloropsis gaditana</i>	L.M.Lubián, 1982
Altro fitoplancton	Nostocales indet.	Cavalier-Smith, 2002
Altro fitoplancton	<i>Octactis octonaria</i>	(Ehrenberg) Hovasse, 1946
Altro fitoplancton	<i>Oltmannsiella</i> spp.	W.Zimmermann, 1930
Altro fitoplancton	<i>Oocystis</i> spp.	Nägeli ex A. Braun, 1855
Altro fitoplancton	Oscillatoriales indet.	Cavalier-Smith, 2002
Altro fitoplancton	<i>Phaeocystis</i> spp.	Lagerheim, 1893
Altro fitoplancton	<i>Plagioselmis</i> spp.	Butcher ex Novarino, Lucas & Morrall, 1994
Altro fitoplancton	<i>Plankothrix</i> spp.	Anagnostidis & Komárek, 1988
Altro fitoplancton	<i>Pseudanabaena</i> spp.	Lauterborn, 1915
Altro fitoplancton	<i>Pseudopedinella</i> spp.	N. Carter, 1937
Altro fitoplancton	<i>Pterosperma cristatum</i>	Schiller, 1925

Gruppo	Specie	Autore
Altro fitoplancton	<i>Pyramimonadales indet.</i>	Chadefaud, 1950
Altro fitoplancton	<i>Pyramimonas spp.</i>	Schmarda, 1849
Altro fitoplancton	<i>Raphidophyceae indet.</i>	Chadefaud ex P.C.Silva, 1980
Altro fitoplancton	<i>Scenedesmaceae indet.</i>	Oltmanns, 1904
Altro fitoplancton	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	(Turpin) Brebisson, 1835
Altro fitoplancton	<i>Scenedesmus spp.</i>	Meyen, 1829
Altro fitoplancton	<i>Vicicitus globosus</i>	(Y.Hara & Chihara) F.H.Chang, 2012

Ai fini della valutazione del fitoplancton per la definizione dello Stato di Qualità Ambientale, si seguono le metriche indicate nel documento di ISPRA “Criteri tecnici per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere Elemento di Qualità Biologica: Fitoplancton” (a cura di Franco Giovanardi, aprile 2018). Nel febbraio 2018 è stata infatti pubblicata la Decisione (UE) 2018/229 della Commissione che “istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall’esercizio di intercalibrazione che abroga la decisione 2013/480/UE della Commissione”. Il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con apposita nota, ha reso da subito applicabile tale Decisione anche senza atto di recepimento. In seguito, sono stati resi disponibili gli aggiornamenti delle metodiche per la classificazione ecologica dei corpi idrici e, per quanto riguarda gli EQB applicati ai corpi idrici dell’Emilia-Romagna, solo per il Fitoplancton sono state individuate modifiche nei limiti di classe e nei valori di riferimento rispetto al D.M. 260/10.

Per le acque costiere di tipo I, in cui ricade la fascia costiera dell’Emilia-Romagna facendo riferimento agli apporti di acqua dolce di origine fluviale e ad alla stabilità della colonna d’acqua, i valori dei limiti tra le classi di stato, per ciascuna delle metriche impiegate e per le diverse tipologie considerate, sono definiti nel citato documento di ISPRA (Tabella 7).

Tabella 7 - Condizioni di riferimento e limiti tra le classi di qualità ecologica per le acque costiere di Tipo I

RIFERIMENTO NORMATIVO	D.M. 260/10	Dec. 2018/229/UE
STATO ECOLOGICO	Limiti di classe (µg/l)	Limiti di classe (µg/l)
ELEVATO	< 2.4	< 2.0
BUONO	2.4 – 3.5	2.0 - 5.0
SUFFICIENTE	> 3.5	5.0 - 12.6
SCARSO	---	12.6 - 25.0
CATTIVO	---	> 25.0
METRICA	Media geometrica	Media geometrica (G_mean annuale*)
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO	1.8	1.4

* Modello log-normale, dopo trasformazione log-decimale e screening preliminare dei dati (OECD)

Di seguito si riportano gli esiti dell’applicazione dei criteri.

La Tabella 8 riporta le medie geometriche/anno di clorofilla “a” per ciascuna stazione e lo stato di qualità dei corpi idrici CD1 e CD2 per il 2025. I dati annuali di clorofilla “a” relativi ai due corpi idrici della costa emiliano romagnola sono stati elaborati ai fini della classificazione, adottando la trasformazione Log-normale indicata per approssimare alla distribuzione normale le distribuzioni dei dati grezzi dopo uno screening preliminare raccomandato dall’OECD.

La situazione rilevata evidenzia come l’EQB Fitoplancton sia un elemento significativo a rimarcare la condizione eutrofica di tale area e presenti ampie fluttuazioni in risposta alle pressioni a cui il sistema è sottoposto ed alle condizioni meteorologiche che si verificano. La classificazione per l’anno 2025 evidenzia un trend decrescente nord-sud dei valori di clorofilla “a” che attribuiscono al corpo idrico CD1 (Goro-Ravenna) un giudizio “Sufficiente” e al corpo idrico CD2 (Ravenna-Cattolica) un giudizio “Buono” (Tabella 8).

Tabella 8 - Medie geometriche annuali per stazione della clorofilla “a” ($\mu\text{g/l}$ o mg/m^3) e stato di qualità dei corpi idrici per l’EQB Fitoplancton: anno 2025

Corpo idrico	Stazione	Clorofilla “a” (EQB Fitoplancton) Dec. 2018/229/UE	
CD1 Goro-Ravenna	2	12.64	7.7 Sufficiente
	302	11.12	
	4	7.67	
	304	6.01	
	6	6.87	
	306	4.60	
CD2 Ravenna-Cattolica	308	5.18	4.6 Buono
	9	6.40	
	309	5.40	
	13	6.24	
	14	4.84	
	314	5.44	
	17	3.54	
	317	2.52	
	19	3.53	
	319	3.27	

5.2.1.b Macrozoobenthos

Lo studio delle comunità macrobentoniche dei fondi marini viene soprattutto applicato nelle indagini degli ambienti perturbati, soggetti a diversi tipi di inquinamento o dei sistemi naturalmente ipossici. I lavori che ne emergono riguardano sia descrizioni delle variazioni della struttura delle comunità bentoniche in relazione ai gradi di alterazione ambientale, sia metodi in grado di stabilire, con maggior o minor efficacia, il grado di alterazione sulla base delle caratteristiche strutturali della comunità. Infatti, gli organismi bentonici non potendo compiere grandi spostamenti sono sottoposti per

tutto il proprio ciclo vitale alle condizioni ambientali più o meno perturbate presenti nella zona, mostrando di conseguenza gli effetti dell'esposizione prolungata a diversi fattori ambientali e di inquinamento. Tali effetti si manifestano alterando la fisionomia della comunità bentonica sia in termini di composizione in specie, sia in termini di numero di specie e rapporti di abbondanza tra specie.

Le biocenosi sono delle associazioni di popolazioni di specie diverse che popolano lo stesso habitat e che interagiscono tra di loro e con l'ambiente fisico. Le biocenosi comprendono specie caratteristiche la cui presenza è di fondamentale importanza per la loro individuazione; di conseguenza la loro delimitazione è definita dalla composizione tra le specie caratteristiche esclusive e/o preferenziali e le accompagnatrici. La composizione granulometrica nonché le batimetrie sono condizioni necessarie ma non sufficienti alla individuazione delle biocenosi.

Vengono di seguito riportati i risultati riguardanti due biocenosi soggette alle attività di monitoraggio: quelle delle SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate, dal francese *Sables Fins Bien Calibrés*) e quella dei VTC (Fanghi Terrigeni Costieri, dal francese *Vases Terrigènes Côtières*).

Le biocenosi delle SFBC sono costituite da sedimento composto di sabbie fini generalmente sprovvisto di elementi grossolani come il detrito conchigliare. Si tratta di una biocenosi puramente animale il cui macrobenthos è dominato soprattutto dal Phylum dei Mollusca e degli Annelida (Policheti) a cui seguono gli Arthropoda (Crostacei), gli Cnidaria e gli Echinodermata.

Le biocenosi dei VTC occupano aree sottoposte ad un basso regime idrodinamico in cui avviene la sedimentazione dei fanghi di origine terrigena.

La biocenosi delle SFBC che Vatova nel 1949 aveva definito zoocenosi *Chione gallina* (oggi *Chamelea gallina* Linnaeus, 1758), era indicata come una banda larga che costeggia la costa occidentale dell'Adriatico a partire dalla zona leggermente a sud del Delta del Po fino a Pescara, caratterizzata da profondità che partivano dai 2.5 m ai 20-25 m circa. I lavori riguardanti la zonazione delle varie biocenosi per l'Emilia-Romagna, risultando datati, non coincidono perfettamente con la situazione riscontrata. La scelta di individuare siti di controllo per le SFBC sulle batimetrie 4-5 metri è maturata dal fatto che la fascia precedentemente individuata in bibliografia ha subito un progressivo cambiamento, spostando l'attenzione verso aree a maggior contenuto in percentuale di fango.

Per la valutazione della dinamica della popolazione dei macroinvertebrati bentonici, il campionamento è effettuato sul substrato a biocenosi SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) che si trova entro la fascia di 1.0-1.5 km dalla costa e su quello a biocenosi VTC (Fanghi Terrigeni Costieri) presenti nelle stazioni a 3 km dalla costa.

La rete di monitoraggio è articolata in 8 stazioni collocate a circa 1 e 3 km dalla costa lungo i transetti di P. Garibaldi, L. Adriano, Cesenatico, Cattolica (vedi Tabella 3).

La frequenza di campionamento è semestrale: maggio e novembre (vedi Tabella 4).

L'analisi della ricchezza specifica per la biocenosi SFBC (Tabella 9) delinea un chiaro e lineare gradiente di diversità crescente lungo la costa (da nord a sud): la stazione 19 (Cattolica) si riconferma come la più ricca con un totale di 64 taxa complessivi, seguita nell'ordine dalla stazione 14 con 45 taxa, dalla stazione 9 con 41

taxa e infine dalla stazione 4 (Porto Garibaldi), che risulta la più povera con 39 taxa rinvenuti.

Per la biocenosi VTC (Tabella 9), la variabilità mostra un pattern parzialmente differente rispetto al passato, evidenziando una redistribuzione della biodiversità nel fango costiero. La stazione 319 mostra la massima ricchezza con 56 taxa, seguita dalla stazione 309 (49 taxa) e dalla stazione 314 (46 taxa). Al contrario, la stazione 304 risulta quest'anno la meno diversificata, registrando il valore minimo di 39 taxa. Queste fluttuazioni e inversioni nella ricchezza tra stazioni appartenenti alla stessa biocenosi suggeriscono l'elevata dinamicità del popolamento, fortemente influenzato dalla presenza di micro-habitat sedimentari o da lievi variazioni locali nelle condizioni chimico-fisiche della colonna d'acqua e del substrato.

Tabella 9 - Numero di specie rinvenute per le biocenosi SFBC e VTC

Phylum	SFBC				VTC			
	4	9	14	19	304	309	314	319
Annelida	22	25	25	32	20	27	25	28
Arthropoda	3	2	4	6	1	2	3	7
Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinodermata	0	0	0	0	0	0	0	0
Mollusca	12	14	13	23	16	17	16	16
Nemertea	1	1	1	1	1	1	1	1
Phoronida	1	0	1	1	0	1	1	1
Totale	39	41	45	64	39	49	46	56

Tabella 10 - Presenza specie nelle stazioni considerate per le SFBC

PHYLUM	FAMIGLIA	TAXON E AUTORE	Autunno				Primavera			
			B14	B19	B4	B9	B14	B19	B4	B9
Annelida		Oligochaeta indet.		X		X		X		X
	AMPHARETIDAE	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1869		X		X				
	CAPITELLIDAE	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)						X		X
		<i>Capitella minima</i> Langerhans, 1881	X	X	X		X		X	X
		<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)		X		X		X		
		<i>Notomastus aberans</i> Day, 1963						X	X	
		<i>Peresiella clymenoides</i> Harmelin, 1968	X		X			X	X	
	COSSURIDAE	<i>Cossura soyeri</i> Laubier, 1964		X						
	FLABELLIGERIDAE	<i>Pherusa monilifera</i> (Delle Chiaje, 1841)	X	X				X		
	GLYCERIDAE	<i>Glycera unicornis</i> Savigny, 1818	X	X						
	HESIONIDAE	<i>Oxydromus flexuosus</i> (Delle Chiaje, 1827)						X		
		<i>Podarkeopsis capensis</i> (Day, 1963)		X		X				
	LUMBRINERIDAE	<i>Gallardonis iberica</i> Martins, Carrera-Parra, Quintino & Rodrigues, 2012						X		
		<i>Hilbigneris gracilis</i> (Ehlers, 1868)		X				X		
	MAGELONIDAE	<i>Magelona filiformis</i> Wilson, 1959	X	X			X		X	
		<i>Magelona johnstoni</i> Fiege, Licher & Mackie, 2000			X		X		X	
		<i>Magelona minuta</i> Eliason, 1962							X	
	MALDANIDAE	<i>Euclymene oerstedii</i> Claparède, 1863	X	X				X	X	

PHYLUM	FAMIGLIA	TAXON E AUTORE	Autunno				Primavera			
			B14	B19	B4	B9	B14	B19	B4	B9
	NEPHTYIDAE	<i>Micronephthys stammeri</i> (Auger, 1932)	X	X			X		X	
		<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	X		X		X		X	
		<i>Nephtys hombergi</i> Savigny, 1818	X	X	X	X		X	X	X
		<i>Nephtys hystericis</i> Mc Intosh, 1900				X				
		<i>Nephtys incisa</i> Malmgren, 1865		X				X		X
	ONUPHIDAE	<i>Aponuphis brementi</i> (Fauvel, 1916)			X					
		<i>Diopatra neapolitana</i> Delle Chiaje, 1841		X		X		X	X	X
	OPHELIIDAE	<i>Ophelia laubieri</i> Bellan & Costa, 1988	X							
	ORBINIIDAE	<i>Phylo foetida</i> (Claparède, 1870)		X	X	X		X		
		<i>Scoloplos haasi</i> (Monro, 1937)			X				X	
	OWENIIDAE	<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1841	X	X	X	X	X	X	X	X
	PARAONIDAE	<i>Aricidea (Acmira) assimilis</i> Tebble, 1959	X	X		X	X	X	X	X
		<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i> Laubier, 1967				X				
		<i>Aricidea fragilis</i> Webster, 1879								X
		<i>Levinsenia demiri</i> Çinar, Dagli & Acik, 2011		X						
		<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)				X				
	PECTINARIIDAE	<i>Pectinaria koreni</i> (Malmgren, 1866)					X			
	PHYLLODOCIDAE	<i>Eteone picta</i> (Quatrefages, 1866)			X					
	PILARGIIDAE	<i>Sigambra parva</i> (Day, 1963)	X	X				X	X	X
	SABELLIDAE	<i>Dialychone arenicola</i> (Langerhans, 1880)	X							
		<i>Dialychone dunerificta</i> Tovar-Hernández Licciano Giangrande, 2007	X			X				
		<i>Laonome triangularis</i> Hutchings & Murray, 1984				X				
	SIGALIONIDAE	<i>Sigalion mathildae</i> Audouin & Milne-Edwards, 1832							X	
	SIPUNCULIDAE	Sipunculidae ind.						X		
	SPIONIDAE	<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802	X							
		<i>Prionospio caspersi</i> Laubier, 1962	X	X	X	X	X		X	X
		<i>Prionospio malmgreni</i> Claparède, 1870				X				
		<i>Prionospio pulchra</i> Imajima, 1990	X	X		X	X	X		
		<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (Okuda, 1937)	X				X			
		<i>Pseudopolydora pulchra</i> (Carazzi, 1893)		X						
		<i>Scolecopsis squamata</i> (Müller, 1806)	X							
		<i>Spio decoratus</i> Bobretzky, 1870	X	X			X			
		<i>Spio martinensis</i> Mesnil, 1896								X
		<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)		X	X		X	X	X	
		<i>Streblospio shrubsolii</i> Webster, 1879	X		X	X				
	TEREBELLIDAE	<i>Lanice conchylega</i> (Pallas, 1766)		X						X
Arthropoda	AMPELISCIDAE	<i>Ampelisca diadema</i> Costa, 1853		X				X		
	BODOTRIIDAE	<i>Iphinoe daphne</i> Mazziotti & Lezzi, 2020	X	X			X	X		
	CAPRELLIDAE	<i>Pariambus typicus</i> (Kroyer, 1844)		X			X	X		X
	COROPHIIDAE	<i>Leptocheirus mariae</i> Karaman, 1973					X			
		<i>Monocorophium acherusicum</i> (A. Costa, 1853)					X			X
	GAMMARIDAE	<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards, 1830)							X	
	GRAPSIDAE	<i>Brachynotus gemmellari</i> (Rizza, 1839)						X		
	LEUCOTHOIDAE	<i>Leucothoe incisa</i> (Robertson, 1892)		X				X		
	UPOGEBIIDAE	<i>Upogebia pusilla</i> (Petagna, 1972)							X	
		<i>Upogebia tipica</i> (Nardo, 1869)		X						
	UROTHOIDAE	<i>Urothoe pulchella</i> (A. Costa, 1853)			X					
Cnidaria	ACTINARIA	Anthozoa indet.	X	X			X			
Echinodermata	CUCUMARIIDAE	<i>Trachythone elongata</i> Duben-Koren, 1844						X		
Mollusca	ACTEONIDAE	<i>Acteon tornatilis</i> (Linné, 1758)					X			
	ARCIDAE	<i>Anadara transversa</i> Say, 1822	X	X	X	X	X			
	CORBULIDAE	<i>Corbula gibba</i> (Olivieri, 1792)		X		X		X		X

PHYLUM	FAMIGLIA	TAXON E AUTORE	Autunno				Primavera			
			B14	B19	B4	B9	B14	B19	B4	B9
		<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa, 1830)	X	X	X	X	X	X	X	
	CULTELLIDAE	<i>Ensis minor</i> (Chemu, 1843)			X					
	CYLICHNIDAE	<i>Cylichna cylindracea</i> (Pennant, 1777)		X		X		X		
	DONACIDAE	<i>Donax semistriatus</i> (Poli, 1795)			X		X			
	LUCINIDAE	<i>Loripes lacteus</i> (Linnaeus, 1758)		X						
		<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	X			X	X		X	
	MACTRIDAE	<i>Mactra stultorum</i> (Linné, 1758)			X	X				
		<i>Spisula subtruncata</i> (Da Costa, 1778)			X		X	X	X	
	MONTACUTIDAE	<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	X	X		X	X			
	MURICIDAE	<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758)		X						
	MYTILIDAE	<i>Musculista senhousia</i> (Benson in Cantor, 1842)	X	X		X	X			X
	NASSARIIDAE	<i>Nassarius mutabilis</i> (Linné, 1758)						X		
	NATICIDAE	<i>Neverita josephina</i> Risso, 1826						X		
	NUCULIDAE	<i>Nucula nitidosa</i> (Winckworth, 1930)		X		X		X		
	PHARIDAE	<i>Pharus legumen</i> (Linné, 1767)	X	X						
		<i>Phaxas adriaticus</i> (Coen, 1993)	X	X			X	X		X
	SEMELIDAE	<i>Abra alba</i> (Wood W., 1802)		X						
		<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)		X				X		
	TELLINIDAE	<i>Tellina distorta</i> (Poli, 1791)						X		
		<i>Tellina fabula</i> (Gmelin, 1791)							X	
		<i>Tellina nitida</i> (Poli, 1791)	X	X		X		X		X
		<i>Tellina planata</i> (Linné, 1767)	X			X				
		<i>Tellina pulchella</i> Lamarck, 1818		X	X					
		<i>Tellina tenuis</i> (Da Costa, 1778)		X	X					
	THRACIIDAE	<i>Thracia papyracea</i> (Poli, 1791)			X					
	VENERIDAE	<i>Chamelea gallina</i> (Linné, 1758)	X	X	X	X	X			
		<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)		X						
		<i>Polititapes rhomboides</i> (Pennant, 1777)		X		X				
Nemertea		Nemertea indet.	X		X				X	
Phoronida	PHORONIDAE	<i>Phoronis psammophila</i> Cori, 1889	X	X	X				X	

Tabella 11 - Presenza specie nelle stazioni considerate per le VTC

PHYLUM	FAMIGLIA	TAXON E AUTORE	Autunno				Primavera			
			304	309	314	319	304	309	314	319
Annelida		Oligochaeta indet.		X			X	X	X	
	AMPHARETIDAE	<i>Ampharete acutifrons</i> Hesse, 1917						X		
		<i>Melinna palmata</i> Grube, 1869	X	X		X		X		
	CAPITELLIDAE	<i>Capitella minima</i> Langerhans, 1881			X			X	X	
		<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)			X	X		X	X	X
		<i>Notomastus aberans</i> Day, 1963	X	X		X		X		X
		<i>Peresiella clymenoides</i> Harmelin, 1968			X		X			
		<i>Pseudoleiocapitella fauveli</i> Harmelin, 1964				X				X
	CHAETOPTERIDAE	Chaetopteridae ind.				X				
	CIRRATULIDAE	<i>Chaetozone gibber</i> Woodham & Chambers, 1994				X				X
	COSSURIDAE	<i>Cossura soyeri</i> Laubier, 1964				X				
	EUNICIDAE	<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)		X						
	FLABELLIGERIDAE	<i>Pherusa monilifera</i> (Delle Chiaje, 1841)			X					X
	GLYCERIDAE	<i>Glycera capitata</i> Oersted, 1843				X				
		<i>Glycera unicornis</i> Savigny, 1818			X	X		X		X
	HESIONIDAE	<i>Oxydromus flexuosus</i> (Delle Chiaje, 1827)			X					X
		<i>Podarkeopsis capensis</i> (Day, 1963)				X				
	LUMBRINERIDAE	<i>Hilbigneris gracilis</i> (Ehlers, 1868)	X	X		X	X	X		X
		<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne-Edwards, 1834						X		
	MAGELONIDAE	<i>Magelona allenii</i> Wilson, 1958	X							
		<i>Magelona filiformis</i> Wilson, 1959			X	X				
		<i>Magelona johnstoni</i> Fiege, Licher & Mackie, 2000			X				X	

PHYLUM	FAMIGLIA	TAXON E AUTORE	Autunno				Primavera			
			304	309	314	319	304	309	314	319
	MALDANIDAE	<i>Euclymene oerstedii</i> Claparède, 1863	X				X			
	NEPHTYIDAE	<i>Micronephthys stammeri</i> (Auger, 1932)			X				X	
		<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868		X	X				X	X
		<i>Nephtys hombergi</i> Savigny, 1818			X	X		X	X	
		<i>Nephtys hystrix</i> Mc Intosh, 1900				X				
		<i>Nephtys incisa</i> Malmgren, 1865	X	X			X	X		X
	ONUPHIDAE	<i>Diopatra neapolitana</i> Delle Chiaje, 1841	X	X	X	X	X	X	X	
	ORBINIIDAE	<i>Phylo foetida</i> (Claparède, 1870)				X		X		X
	OWENIIDAE	<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1841	X	X	X		X		X	X
	PARAONIDAE	<i>Aricidea (Acmira) assimilis</i> Tebble, 1959	X	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i> Laubier, 1967	X		X		X		X	
		<i>Aricidea fragilis</i> Webster, 1879		X		X	X			
		<i>Levinsenia demiri</i> Çinar, Dagli & Acik, 2011		X		X		X		X
		<i>Levinsenia materi</i> Çinar & Dagli, 2013		X						
	PECTINARIIDAE	<i>Pectinaria koreni</i> (Malmgren, 1866)	X		X					
	PILARGIIDAE	<i>Sigambra parva</i> (Day, 1963)					X	X	X	X
	SABELLIDAE	<i>Dialychone dunerificta</i> Tovar-Hernández Licciano Giangrande, 2007				X				X
		<i>Laonome triangularis</i> Hutchings & Murray, 1984		X						
	SPIONIDAE	<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802			X		X			
		<i>Prionospio caspersi</i> Laubier, 1962				X			X	
		<i>Prionospio malmgreni</i> Claparède, 1870		X	X		X			
		<i>Prionospio pulchra</i> Imajima, 1990		X	X		X			
		<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (Okuda, 1937)		X						
		<i>Scolecopsis squamata</i> (Müller, 1806)		X						
		<i>Spio decoratus</i> Bobretsky, 1870			X	X			X	
		<i>Spio martinensis</i> Mesnil, 1896					X		X	
		<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)							X	
	TEREBELLIDAE	<i>Lanice conchylega</i> (Pallas, 1766)	X	X						
Arthropoda	AMPELISCIDAE	<i>Ampelisca diadema</i> Costa, 1853		X		X		X	X	X
	APSEUDIDAE	<i>Apseudopsis hastifrons</i> (Norman & Stebbing, 1886)	X			X				X
	BODOTRIIDAE	<i>Iphinoe daphne</i> Mazziotti & Lezzi, 2020				X			X	X
	CAPRELLIDAE	<i>Pariambus typicus</i> (Kroyer, 1844)				X		X	X	X
	LEUCOTHOIDAE	<i>Leucothoe incisa</i> (Robertson, 1892)				X				
	OEDICEROTIDAE	<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate & Westwood, 1868)								X
	UPOGEBIIDAE	<i>Upogebia tipica</i> (Nardo, 1869)				X				
Echinoderma	AMPHIURIDAE	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843				X	X	X		X
		<i>Amphiura filiformis</i> (O.F. Müller, 1776)				X				
	CUCUMARIIDAE	<i>Trachythyone elongata</i> Duben-Koren, 1844		X		X				X
Mollusca	ARCIDAE	<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)						X		
		<i>Anadara transversa</i> Say, 1822	X	X	X	X	X	X	X	X
	CORBULIDAE	<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)	X	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa, 1830)			X	X	X		X	X
	CYLICHNIDAE	<i>Cylichna cylindracea</i> (Pennant, 1777)			X	X				X
	DENTALIIDAE	<i>Antalis inaequicostata</i> (Dautzenberg 1891)	X							X
	EULIMIDAE	<i>Eulima glabra</i> (Da Costa, 1778)								X
	HAMINOEIDAE	<i>Haminoea navicula</i> (Da Costa, 1778)			X					
	IRAVADIIDAE	<i>Hyala vitrea</i> (Montagu, 1803)		X						
	MACTRIDAE	<i>Spisula subtruncata</i> (Da Costa, 1778)	X	X			X			
	MONTACUTIDAE	<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	X	X	X	X				X
	MYTILIDAE	<i>Musculista senhousia</i> (Benson in Cantor, 1842)	X	X	X					
	NASSARIIDAE	<i>Nassarius mutabilis</i> (Linné, 1758)								X
		<i>Nassarius nitidus</i> (Jeffreys, 1867)							X	
	NUCULIDAE	<i>Nucula nitidosa</i> (Winckworth, 1930)	X	X		X		X	X	X
		<i>Nucula sulcata</i> (Bronn, 1831)		X						
	PHARIDAE	<i>Phaxas adriaticus</i> (Coen, 1993)		X		X			X	X
	PHILINIDAE	<i>Philine aperta</i> (Linné, 1767)		X		X				
	SEMELIDAE	<i>Abra alba</i> (Wood W., 1802)					X			
		<i>Abra nitida</i> (O.F. Müller, 1776)								X
		<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)	X	X		X			X	

PHYLUM	FAMIGLIA	TAXON E AUTORE	Autunno				Primavera			
			304	309	314	319	304	309	314	319
	TELLINIDAE	<i>Tellina distorta</i> (Poli, 1791)								X
		<i>Tellina nitida</i> (Poli, 1791)	X	X	X	X		X	X	X
		<i>Tellina planata</i> (Linné, 1767)	X							
		<i>Tellina pulchella</i> Lamarck, 1818	X	X	X					X
	THRACIIDAE	<i>Thracia papyracea</i> (Poli, 1791)		X						
	VENERIDAE	<i>Chamelea gallina</i> (Linné, 1758)		X	X		X		X	
		<i>Dosinia lupinus</i> (Linné, 1758)			X					
		<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	X							
		<i>Politapes rhomboides</i> (Pennant, 1777)	X	X	X					
Nemertea		Nemertea indet.				X	X		X	X
Phoronida	PHORONIDAE	<i>Phoronis psammophila</i> Cori, 1889			X			X		X

Le comunità appartenenti alle due diverse biocenosi campionate (SFBC e VTC) hanno mostrato differenti comunità mostrate in Tabella 10 e Tabella 11.

La biocenosi a SFBC è caratterizzata dai taxa di seguito elencati. Nello specifico, all'interno del Phylum degli ANNELIDA, sono stati rinvenuti i seguenti taxa: *Oligochaeta* indet., *Melinna palmata*, *Capitella capitata*, *Capitella minima*, *Heteromastus filiformis*, *Notomastus aberans*, *Peresiella clymenoides*, *Cossura soyeri*, *Pherusa monilifera*, *Glycera unicornis*, *Oxydromus flexuosus*, *Podarkeopsis capensis*, *Gallardonensis iberica*, *Hilbigneris gracilis*, *Magelona filiformis*, *Magelona johnstoni*, *Magelona minuta*, *Euclymene oerstedii*, *Micronephthys stammeri*, *Nephtys cirrosa*, *Nephtys hombergi*, *Nephtys hystrix*, *Nephtys incisa*, *Aponuphis brementi*, *Diopatra neapolitana*, *Ophelia laubieri*, *Phylo foetida*, *Scoloplos haasi*, *Owenia fusiformis*, *Aricidea (Acmira) assimilis*, *Aricidea (Acmira) catherinae*, *Aricidea fragilis*, *Levinsenia demiri*, *Levinsenia gracilis*, *Pectinaria koreni*, *Eteone picta*, *Sigambra parva*, *Dialychone arenicola*, *Dialychone dunerificta*, *Laonome triangularis*, *Sigalion mathildae*, *Sipunculidae* ind., *Polydora cornuta*, *Prionospio caspersi*, *Prionospio malmgreni*, *Prionospio pulchra*, *Pseudopolydora paucibranchiata*, *Pseudopolydora pulchra*, *Scolecopsis squamata*, *Spio decoratus*, *Spio martinensis*, *Spiophanes bombyx*, *Streblospio shrubsolii* e *Lanice conchylega*.

L'analisi della comunità ha evidenziato la dominanza numerica di alcune specie chiave. In particolare, lo spionide *Prionospio caspersi* si è distinto per l'elevata frequenza e abbondanza, raggiungendo una densità massima di 2357.2 ind./m² presso la stazione B4 durante la campagna primaverile. Valori di densità significativi sono stati registrati anche per *Magelona johnstoni*, con un picco di 1422.6 ind./m² nella stazione B4 (campagna primaverile), e per il paraonide *Aricidea (Acmira) assimilis*, rinvenuto nella stazione B19 in primavera con una densità di 443.4 ind./m². Nelle SFBC il Phylum ARTHROPODA è rappresentato dai seguenti taxa: *Ampelisca diadema*, *Iphinoe daphne*, *Pariambus typicus*, *Leptocheirus mariae*, *Monocorophium acherusicum*, *Pectenogammarus olivii*, *Brachynotus gemmellari*, *Leucothoe incisa*, *Upogebia pusilla*, *Upogebia tipica* e *Urothoe pulchella*. L'analisi quantitativa ha evidenziato la dominanza di tre specie, sebbene con densità assolute minori rispetto ad altri phyla. La più abbondante è risultata l'anfipode *Ampelisca diadema*, con un picco di 29.8 ind./m² nella stazione B19 in autunno. A seguire, l'anfipode *Pariambus typicus* ha mostrato una densità di 23.9 ind./m² (stazione B19, primavera), e il

cumaceo *Iphinoe daphne* ha raggiunto 20.9 ind./m² (stazione B19, registrato sia in primavera che in autunno).

Il ritrovamento di organismi appartenenti al Phylum CNIDARIA nelle biocenosi a SFBC è piuttosto limitato essendo questi bisognosi di vivere adesi ad un substrato duro; pertanto, si rinvenivano epifiti su altri organismi (spesso conchiglie vuote sia di Bivalvi che di Gasteropodi).

Nel Phylum degli ECHINODERMATA, nelle SFBC campionate nel 2025 è stata rinvenuta unicamente la specie *Trachythyone elongata* che raggiunge densità di 3 ind./m² nella stazione B19 in Primavera.

Le specie appartenenti al Phylum MOLLUSCA ritrovati nelle SFBC sono: *Acteon tornatilis*, *Anadara transversa*, *Corbula gibba*, *Lentidium mediterraneum*, *Ensis minor*, *Cylichna cylindracea*, *Donax semistriatus*, *Loripes lacteus*, *Lucinella divaricata*, *Macra stultorum*, *Spisula subtruncata*, *Kurtiella bidentata*, *Hexaplex trunculus*, *Musculista senhousia*, *Nassarius mutabilis*, *Neverita josephina*, *Nucula nitidosa*, *Pharus legumen*, *Phaxas adriaticus*, *Abra alba*, *Abra prismatica*, *Tellina distorta*, *Tellina fabula*, *Tellina nitida*, *Tellina planata*, *Tellina pulchella*, *Tellina tenuis*, *Thracia papyracea*, *Chamelea gallina*, *Pitar rudis* e *Polititapes rhomboides*.

La struttura della malacofauna campionata nelle SFBC è definita dalla netta predominanza della classe Bivalvia. Questo gruppo, composto principalmente da organismi sospensivori infaunali, domina sulla classe Gastropoda sia per numero di specie che per densità di popolazione. Il pattern di abbondanza è guidato dal bivalve *Lentidium mediterraneum*, che ha mostrato un picco rilevantisimo di 1127.9 ind./m² (stazione B4, autunno). A questo taxon strutturante si associano altre specie di bivalvi con densità rilevanti, quali *Corbula gibba*, con 651.9 ind./m² (stazione B19, primavera), il veneride *Chamelea gallina*, con 190.5 ind./m² (stazione B19, autunno) e *Spisula subtruncata*, con 11.9 ind./m² (stazione B19, primavera).

Il Phylum PHORONIDA è presente solo con il taxon *Phoronis psammophila*, che raggiunge una densità massima di 297.6 ind./m² presso la stazione B4 durante la campagna primaverile.

La biocenosi a VTC è caratterizzata dalla comunità di seguito descritta. Nel Phylum degli ANNELIDA sono stati ritrovati i seguenti taxa: *Oligochaeta* indet., *Ampharete acutifrons*, *Melinna palmata*, *Capitella minima*, *Heteromastus filiformis*, *Notomastus aberans*, *Peresiella clymenoides*, *Pseudoleiocardia fauveli*, Chaetopteridae ind., *Chaetozone gibber*, *Cossura soyeri*, *Eunice vittata*, *Pherusa monilifera*, *Glycera capitata*, *Glycera unicornis*, *Oxydromus flexuosus*, *Podarkeopsis capensis*, *Hilbigneris gracilis*, *Lumbrineris latreilli*, *Magelona alleni*, *Magelona filiformis*, *Magelona johnstoni*, *Euclymene oerstedii*, *Micronephthys stammeri*, *Nephtys cirrosa*, *Nephtys hombergi*, *Nephtys hystrix*, *Nephtys incisa*, *Diopatra neapolitana*, *Phylo foetida*, *Owenia fusiformis*, *Aricidea (Acmira) assimilis*, *Aricidea (Acmira) catherinae*, *Aricidea fragilis*, *Levinsenia demiri*, *Levinsenia materi*, *Pectinaria koreni*, *Sigambra parva*, *Dialychone dunerificta*, *Laonome triangularis*, *Polydora cornuta*, *Prionospio caspersi*, *Prionospio malmgreni*, *Prionospio pulchra*, *Pseudopolydora paucibranchiata*, *Scolecopsis squamata*, *Spio decoratus*, *Spio martinensis*, *Spiophanes bombyx* e *Lanice conchylega*.

L'analisi di abbondanza ha evidenziato il ruolo del polichete paraonide *Aricidea (Acmira) assimilis*, che ha raggiunto il massimo contributo numerico nella campagna primaverile (988.1 ind./m² nella stazione 314). Sempre durante la campagna primaverile e nella medesima stazione (314), un importante ruolo di specie dominante è stato ricoperto anche dallo spionide *Prionospio caspersi* (410.7 ind./m²). Completa il quadro delle specie numericamente importanti *Owenia fusiformis*, la cui abbondanza massima (187.5 ind./m²) è stata registrata sempre nella stazione 314, ma durante la campagna autunnale.

Nelle VTC il Phylum ARTHROPODA è rappresentato dai seguenti taxa: *Ampelisca diadema*, *Apseudopsis hastifrons*, *Iphinoe daphne*, *Pariambus typicus*, *Leucothoe incisa*, *Perioculodes longimanus* e *Upogebia tipica*.

Il taxon dominante all'interno degli artropodi è *Ampelisca diadema*, che ha mostrato un'elevata densità di popolazione (253.1 ind./m²) localizzata nella stazione 319 (campagna autunnale). Il quadro dei taxa numericamente importanti è completato da due specie sub-dominanti: *Pariambus typicus*, il cui contributo massimo alla densità totale (166.7 ind./m²) è stato registrato in primavera nella stazione 314, e il cumaceo *Iphinoe daphne*, che ha raggiunto il suo picco (35.8 ind./m²) nella stazione 319, sempre durante la campagna primaverile.

Il ritrovamento di organismi appartenenti al Phylum CNIDARIA nelle biocenosi a VTC è limitato, mentre il Phylum degli ECHINODERMATA è rappresentato da *Amphiura chiajei*, *Amphiura filiformis* e *Trachythyone elongata*.

Le specie appartenenti al Phylum MOLLUSCA ritrovati nella biocenosi a VTC sono: *Abra alba*, *Abra nitida*, *Abra prismatica*, *Anadara kagoshimensis*, *Anadara transversa*, *Antalis inaequicostata*, *Chamelea gallina*, *Corbula gibba*, *Cylichna cylindracea*, *Dosinia lupinus*, *Eulima glabra*, *Haminoea navicula*, *Hyalia vitrea*, *Kurtiella bidentata*, *Lentidium mediterraneum*, *Musculista senhousia*, *Nassarius mutabilis*, *Nassarius nitidus*, *Nucula nitidosa*, *Nucula sulcata*, *Phaxas adriaticus*, *Philine aperta*, *Pitar rudis*, *Polititapes rhomboides*, *Spisula subtruncata*, *Tellina distorta*, *Tellina nitida*, *Tellina planata*, *Tellina pulchella* e *Thracia papyracea*.

Come osservato in altri habitat, la struttura della malacofauna campionata nelle VTC è definita dalla netta predominanza della classe Bivalvia. L'analisi quantitativa evidenzia il ruolo predominante di *Corbula gibba*, che si attesta come la specie più abbondante in assoluto con un picco di 1827.4 ind./m² nella stazione 309 durante la campagna primaverile.

Un altro bivalve strutturante di grande rilevanza in questo habitat è *Anadara transversa*, che ha registrato una densità massima di 925.5 ind./m² presso la stazione 314 in autunno (mantenendo valori elevati anche in primavera con 601.1 ind./m² nella stazione 309). Il quadro delle specie dominanti per questo gruppo è completato dal veneride *Chamelea gallina*, che ha mostrato un picco localizzato e significativo di 631 ind./m² registrato sempre nella stazione 314 durante i campionamenti autunnali.

Applicazione dell'Indice M-AMBI e AMBI

Il macrozoobentos è uno degli elementi biologici indicati per la valutazione ecologica nei corpi idrici, in particolare la Direttiva 2000/60 si focalizza su alcune metriche delle comunità del macrobenthos come il livello di diversità e di abbondanza degli invertebrati nonché la proporzione tra organismi più o meno sensibili ai livelli di disturbo-stress.

L'indice, proposto inizialmente da Borja et al. (2000) per stimare la qualità di ambienti marini estuari lungo le coste dei Paesi Baschi, è stato in seguito ampiamente testato anche in altri ambienti costieri, non solo europei. Il metodo prevede la ripartizione delle specie bentoniche in cinque differenti gruppi ecologici sulla base della loro sensibilità o tolleranza ad un progressivo peggioramento della qualità delle acque:

- Gruppo I, specie sensibili;
- Gruppo II, specie indifferenti;
- Gruppo III, specie tolleranti;
- Gruppo IV, specie opportuniste di 2° ordine;
- Gruppo V specie opportuniste di 1° ordine.

Tabella 12 – Valori di AMBI, corrispondenti livelli di disturbo e di condizioni della comunità bentonica

AMBI	GRUPPO ECOLOGICO DOMINANTE	GRADO DI DISTURBO DEL SITO	STATO DI SALUTE DELLA COMUNITA BENTONICA
0.0<CB≤0.2	I	assente	normale
0.2<CB≤1.2		assente	impoverito
1.2<CB≤3.3	III	lieve	sbilanciato
3.3<CB≤4.3		moderato	tendente ad alterato
4.5<CB≤5.0	IV-V	moderato	alterato
5.0<CB≤5.5		forte	tendente a pesantemente alterato
5.5<CB≤6.0	V	forte	fortemente alterato

I valori dell'Indice Biotico Marino (AMBI) sono stati calcolati utilizzando il software specializzato AMBI 6.0 (www.azti.es) e un elenco tassonomico aggiornato a ottobre 2024, in conformità con le linee guida del Report di Sistema SNPA 24/2021. L'AMBI, un indice multivariato, fornisce una valutazione quantitativa dello stato ecologico di un ecosistema marino costiero, basandosi sulla composizione e abbondanza relativa delle comunità di macroinvertebrati bentonici.

La Tabella 12 riporta la corrispondenza tra i valori di AMBI e i livelli di disturbo ambientale. Questo indice si basa sul principio ecologico secondo cui le comunità bentoniche rispondono a disturbi antropici subendo modifiche nella loro struttura: una diminuzione della ricchezza specifica e della diversità, e un incremento delle specie tolleranti all'inquinamento. In altre parole, l'AMBI riflette il passaggio da una comunità ben strutturata e diversificata, tipica di ambienti non disturbati, a una comunità semplificata e dominata da poche specie opportuniste, indicativa di condizioni ambientali deteriorate in cui si ha una bassa diversità ed il prevalere di specie indicatrici di acque inquinate, fino ad arrivare a condizioni di substrato azoico.

In queste quattro condizioni possono essere riconosciuti cinque gruppi di specie sulla base della loro sensibilità ad un aumento di sostanza organica:

- gruppo I comprende specie sensibili ovvero specie che non tollerano apporti di sostanza organica;
- gruppo II specie indifferenti a tali eventuali apporti;
- gruppo III specie tolleranti;
- gruppo IV specie opportuniste di 2° ordine;
- gruppo V specie definite opportuniste di 1° ordine.

L'indice viene calcolato considerando, per ogni campione, la percentuale di abbondanza in ciascun gruppo ecologico; maggior peso viene dato alle specie opportuniste (GV) la cui abbondanza è moltiplicata per un fattore 6 secondo la seguente formula:

$$AMBI = \frac{((0 * \%GI) + (1.5 * \%GII) + (3 * \%GIII) + (4.5 * \%GIV) + (6 * \%GV))}{100}$$

Il valore dell'indice varia in modo continuo da 0, corrispondente ad una situazione in cui tutte le specie presenti appartengono al Gruppo I e si è quindi in condizioni non disturbate, a 6 quando tutti gli organismi appartengono a specie del gruppo V e l'ambiente è fortemente disturbato.

In Tabella 13 sono riportati i valori stagionali dell'indice AMBI sulle comunità delle SFBC e dei VTC per il 2024 con i relativi valori di ricchezza specifica (S) e diversità (H).

I risultati dell'indice AMBI sono rappresentati in Figura 118 per la biocenosi delle SFBC ed in Figura 119 per la biocenosi delle VTC.

Tabella 13 – Valori di Shannon (H), ricchezza specifica (S) e AMBI, per le stazioni considerate

Stagione	Staz	AMBI	H	S
Primavera	304	1.95	3.02	23
Primavera	309	3.76	1.89	25
Primavera	314	1.25	2.72	29
Primavera	319	2.15	4.20	39
Autunno	304	3.42	2.93	26
Autunno	309	3.08	3.39	37
Autunno	314	2.33	3.48	33
Autunno	319	2.91	3.50	42
Primavera	4	1.81	2.06	26
Primavera	9	3.39	2.48	19
Primavera	14	1.68	2.61	28
Primavera	19	2.86	2.57	37
Autunno	4	1.67	1.68	26
Autunno	9	3.71	2.54	31
Autunno	14	2.87	3.94	36
Autunno	19	2.03	4.02	52

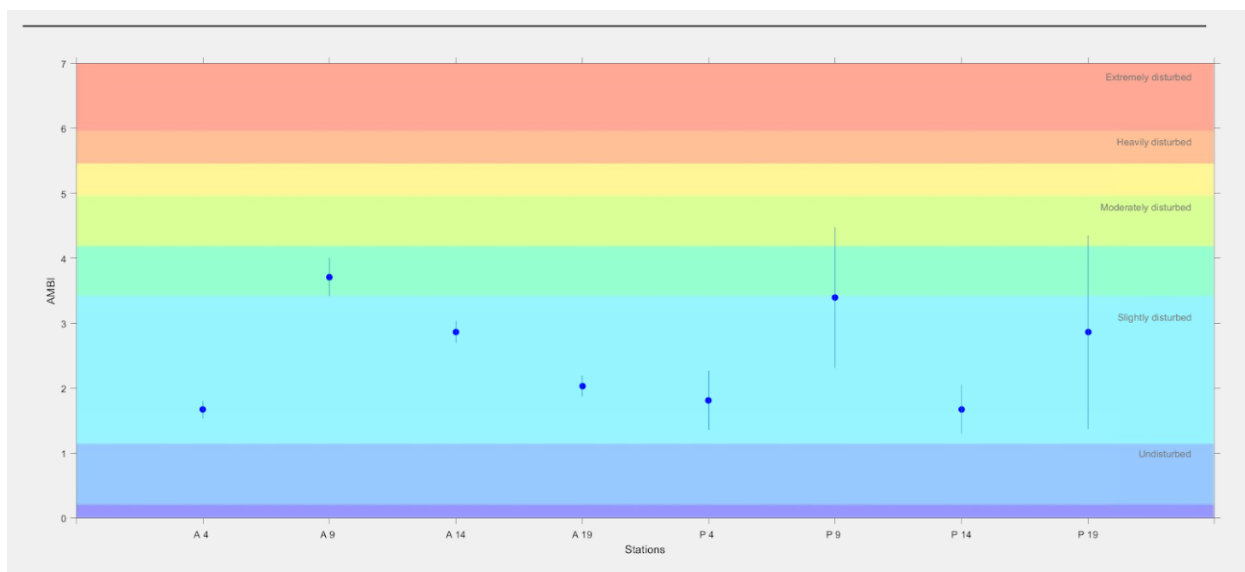


Figura 115 – Valori stagionali dell'indice AMBI per le stazioni 4, 9, 14, 19 delle biocenosi SFBC in Primavera (P) ed in Autunno (A)

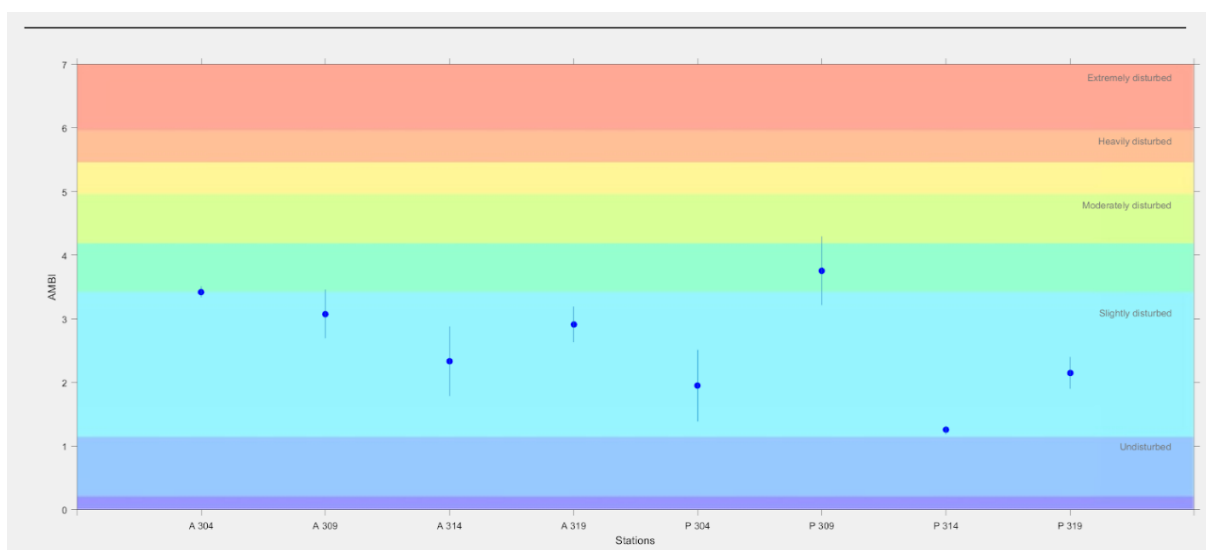


Figura 116 – Valori dell'indice AMBI per le stazioni 304, 309, 314, 319 delle biocenosi VTC in Primavera (P) ed in Autunno (A)

Nell'ambito dello studio delle biocenosi delle SFBC, è stata condotta un'analisi multivariata mediante Non-metric Multi-Dimensional Scaling (nMDS), utilizzando la matrice trasformata Square Root e la sua matrice di dissimilarità di Bray-Curtis (Figura 120). Al fine di identificare le specie maggiormente correlate alle differenze osservate nella composizione delle comunità, sulla mappa bidimensionale è stato applicato un modello di fitting vettoriale mediante test di permutazione (envfit). Sono stati inclusi nella rappresentazione grafica esclusivamente i vettori delle specie statisticamente significative ($p \leq 0.05$) e con una forza di correlazione $R^2 \geq 0.35$. La lunghezza di ciascun vettore è direttamente proporzionale all'importanza relativa

della specie nel determinare la dissimilarità complessiva e la separazione spaziale o temporale tra i campioni.

L'obiettivo primario di questa analisi avanzata era visualizzare le relazioni di somiglianza tra le diverse repliche e identificare i macroinvertebrati che agiscono come driver ecologici. La trasformazione preliminare delle abbondanze con la radice quadrata si è resa essenziale per mitigare l'effetto distortore delle specie più abbondanti, consentendo anche ai taxa intermedi e rari di contribuire alla definizione dei pattern delle comunità.

Il valore di Stress bidimensionale (2D Stress) per l'habitat delle SFBC (Figura 117) è risultato pari a 0.190. Questo valore, posizionandosi al di sotto della soglia critica di 0.20, attesta un'accettabile qualità della proiezione spaziale. L'ordinamento a due dimensioni si dimostra in grado di preservare e riprodurre fedelmente la struttura multidimensionale dei dati originali, conferendo una buona attendibilità all'interpretazione dei gradienti ecologici descritti.

L'analisi nMDS delle SFBC evidenzia una chiara e marcata strutturazione spaziale e temporale delle comunità. L'asse 2 (verticale) discrimina parzialmente i campionamenti effettuati nel periodo autunnale da quelli della stagione primaverile. Tale separazione conferma la stagionalità come il fattore dominante nel determinare la struttura del popolamento bentonico. L'asse 1 (orizzontale) mostra invece la variabilità tra i siti di campionamento, isolando i cluster delle Stazioni 4 e 9 rispetto alle Stazioni 14 e 19, suggerendo l'esistenza di gradienti ambientali locali persistenti all'interno dello stesso corpo idrico.

L'esame dei vettori biologici (*biplot*) consente di identificare i taxa responsabili di queste segregazioni. La struttura della comunità è guidata principalmente da due specie: il bivalve *Corbula gibba* ($R^2 = 0.65$, $p = 0.001$) e il polichete *Scoloplos haasi* ($R^2 = 0.55$, $p = 0.001$), i quali mostrano una fortissima correlazione con l'ordinamento spaziale. Ad essi si affiancano, con un ruolo determinante nel definire i gradienti stagionali e di stazione, i policheti *Nephtys incisa* ($R^2 = 0.45$), *Prionospio caspersi* ($R^2 = 0.41$) e *Nephtys cirrosa* ($R^2 = 0.39$), il crostaceo anfipode *Pariambus typicus* ($R^2 = 0.43$) e il bivalve alloctono *Anadara transversa* ($R^2 = 0.39$). Di fondamentale rilevanza ecologica è la significativa emergenza dei vettori di *Donax semistriatus* ($R^2 = 0.42$) e *Lentidium mediterraneum* ($R^2 = 0.39$).

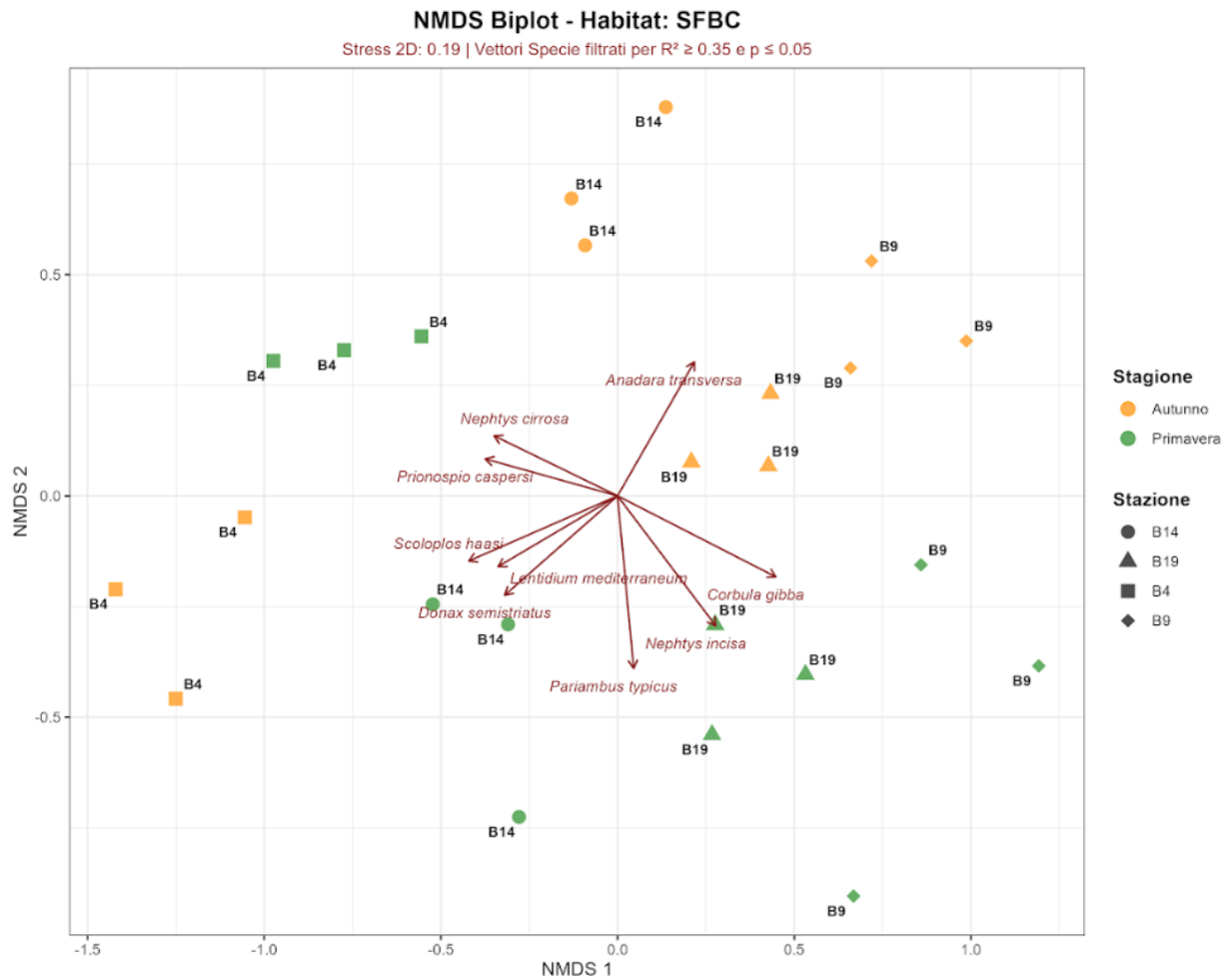


Figura 117 – nMDS Biocenosi delle SFBC

Parallelamente, è stato eseguito l'ordinamento multivariato per le biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (Figura 118). L'analisi nMDS mostra in questo caso un valore di Stress bidimensionale pari a 0.216. Questo valore, leggermente superiore alla soglia convenzionale di 0.20, riflette l'elevata complessità, la ricchezza specifica e il "rumore" biologico tipici delle comunità che popolano i sedimenti pelitici costieri. Nonostante la parziale distorsione geometrica introdotta dalla riduzione bidimensionale, i macrogradienti ecologici rimangono leggibili e interpretabili.

Anche per l'habitat VTC il pattern principale è governato dalla separazione lungo l'asse orizzontale tra i campionamenti primaverili e quelli autunnali, ribadendo il ruolo primario del turnover stagionale sulla dinamica dei popolamenti. Lungo l'asse verticale si osserva invece la ripartizione spaziale delle quattro stazioni di monitoraggio, le quali tendono a raggrupparsi a seconda delle affinità nella composizione faunistica locale.

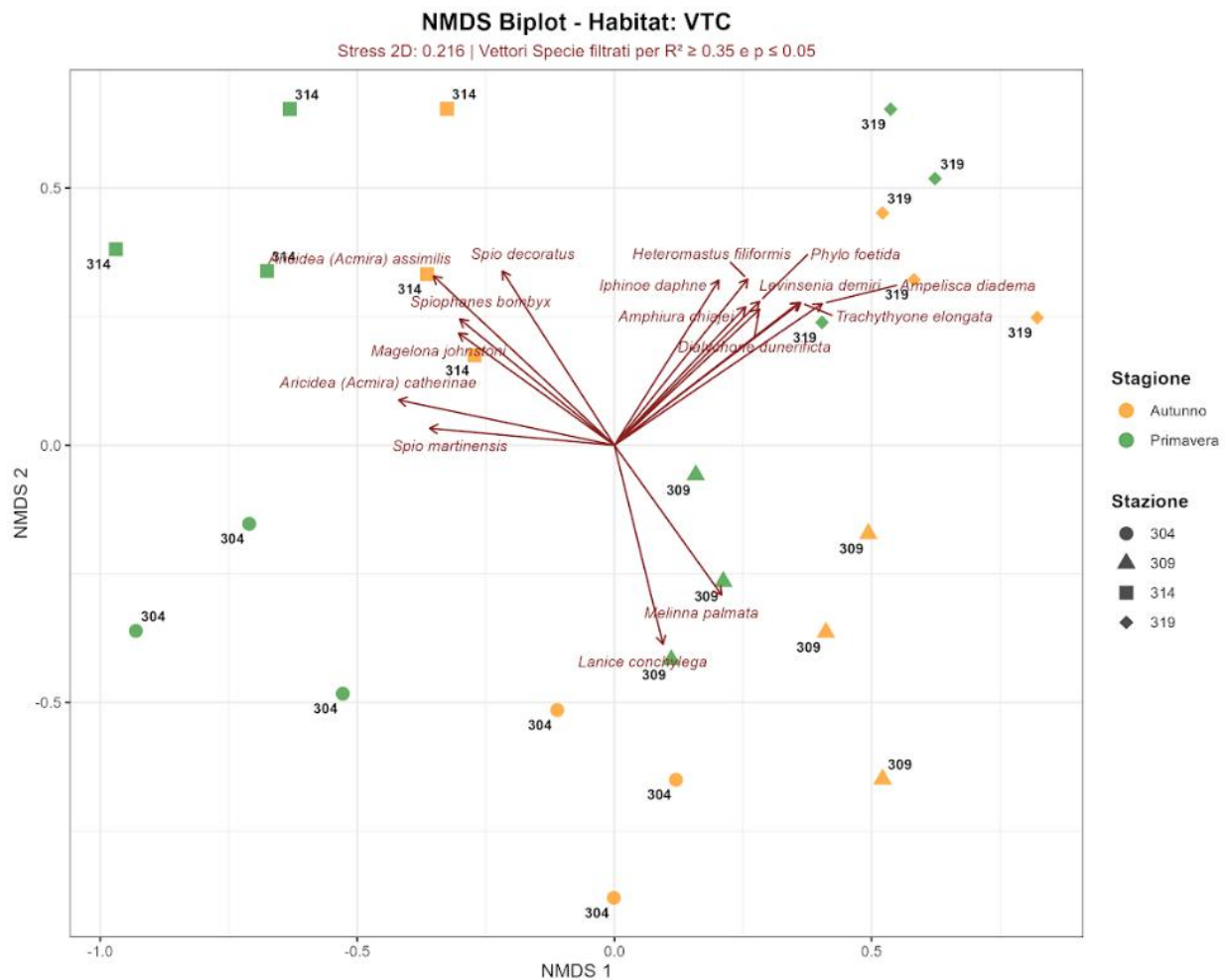


Figura 118 – nMDS Biocenosi delle VTC

L'analisi del biplot per il VTC si presenta eccezionalmente ricca, evidenziando ben 16 specie che superano i severi filtri statistici impostati ($R^2 \geq 0.35$, $p \leq 0.05$). I principali motori dell'ordinamento sono l'anfipode *Ampelisca diadema* ($R^2 = 0.66$, $p = 0.001$) e il polichete *Aricidea (Acmira) assimilis* ($R^2 = 0.65$, $p = 0.001$), i cui vettori estesi indicano una fortissima polarizzazione verso gruppi specifici di campioni (314). La complessa transizione di comunità tra le stazioni e le stagioni è dettagliata accuratamente da un cospicuo nucleo di policheti, tra cui spiccano *Levinsenia demiri* ($R^2 = 0.57$), *Aricidea catherinae* ($R^2 = 0.51$), *Heteromastus filiformis* ($R^2 = 0.48$), *Spio decoratus* ($R^2 = 0.45$), *Spiophanes bombyx* ($R^2 = 0.42$), *Spio martinensis* ($R^2 = 0.36$) e il flabelligeride *Dialychone dunerificta* ($R^2 = 0.42$). Contribuiscono in modo significativo alla strutturazione del biplot anche l'ololoturia *Trachythone elongata* ($R^2 = 0.58$), *Lanice conchylega* ($R^2 = 0.44$), *Phylo foetida* ($R^2 = 0.44$), il cumaceo *Iphinoe daphne* ($R^2 = 0.40$), *Magelona johnstoni* ($R^2 = 0.39$), *Amphiura chiajei* ($R^2 = 0.38$) e *Melinna palmata* ($R^2 = 0.36$). Questa elevata varietà di taxa significativi riflette la grande eterogeneità di nicchie ecologiche del sedimento delle VTC.

Per la valutazione dello stato ecologico dell'Elemento di Qualità Biologica (EQB) macroinvertebrati bentonici, viene impiegato M-AMBI (Multivariate Marine Biotic Index). Questo indice fornisce una stima quantitativa dello stato di salute di un ecosistema marino costiero, basandosi sulla composizione e abbondanza relativa delle comunità di macroinvertebrati bentonici.

L'M-AMBI genera un valore compreso tra 0 e 1, definito Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), che rappresenta un indicatore sintetico dello stato ecologico. Più elevato è il valore di RQE, maggiore è la qualità ecologica dell'ambiente.

I limiti di classe per la classificazione dello stato ecologico secondo l'M-AMBI sono i seguenti:

- Stato Elevato/Buono: $RQE \geq 0.81$. Indica un ecosistema marino ben conservato, con una comunità bentonica ricca e diversificata, caratteristica di ambienti poco disturbati;
- Stato Buono/Sufficiente: $0.61 \leq RQE < 0.81$. Segnala un ecosistema in buone condizioni, ma potenzialmente soggetto a moderate pressioni antropiche, con una comunità bentonica che mostra segni di alterazione.

I limiti di classe utilizzati, nonché i valori di riferimento, sono quelli intercalibrati nella fase II dell'esercizio di IC comunitario MED GIG (Dec 2013/480/UE) e riportati nel documento ISPRA "Implementazione della Direttiva 2000/60/CE Classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere EQB Macroalghe, Macroinvertebrati bentonici, Angiosperme".

(http://www.sintai.isprambiente.it/faces/public/DLGS152_06/acq_mar_cos.xhtml):

Valori di riferimento			RQE	
AMBI	H'	S	E/B	B/S
0.5	4.8	50	0.81	0.61

La valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici marini costieri è stata condotta attraverso l'analisi dell'Elemento di Qualità Biologica (EQB) "Macroinvertebrati bentonici", utilizzando l'indice multimetrico M-AMBI. Il processo di calcolo per la classificazione finale è stato articolato secondo i seguenti passaggi:

1. Calcolo Stagionale per Stazione: per ogni stazione di monitoraggio, è stato calcolato un valore dell'indice M-AMBI per ciascuna delle due campagne stagionali (primaverile e autunnale), ottenendo una classificazione di qualità puntuale e stagionale (come dettagliato in Tabella 15).
2. Calcolo Medio Annuale per Stazione: è stato calcolato il valore medio annuale di M-AMBI per ogni stazione, mediando i risultati delle due campagne stagionali. Questo valore fornisce una valutazione complessiva della qualità della singola stazione per l'anno di riferimento (Tabella 14).
3. Classificazione Finale del Corpo Idrico: lo stato di qualità ecologico finale per ciascun corpo idrico (CD1 e CD2) è stato attribuito calcolando la media complessiva dei valori medi di M-AMBI di tutte le stazioni appartenenti a quel corpo idrico (Tabella 16).

La valutazione finale per l'anno 2025 evidenzia una chiara differenziazione dello stato di qualità ecologica tra i due corpi idrici monitorati. Come riportato in Tabella 16, il corpo idrico CD1 (Goro-Ravenna) ha registrato un valore medio finale di M-AMBI pari a 0.57, posizionandosi in uno stato di qualità "Sufficiente". Al contrario, il corpo idrico CD2 (Ravenna-Cattolica) ha mostrato performance ecologiche migliori, raggiungendo un valore medio di 0.65 che ne attesta lo stato di qualità "Buono".

A un livello di dettaglio maggiore, l'analisi dei valori medi annui per singola stazione (Tabella 14) rivela un gradiente spaziale ed una bipartizione geografica: le stazioni situate nella porzione settentrionale e centro-settentrionale dell'area di studio, ovvero la stazione 4 (SFBC, M-AMBI = 0.56 e la 304 (VTC, M-AMBI = 0.57) per il CD1, insieme alla stazione 9 (SFBC, M-AMBI = 0.49) e la 309 (VTC, M-AMBI = 0.55) per il CD2, si collocano tutte nello stato di qualità "Sufficiente". Al contrario, i siti di campionamento dislocati più a sud evidenziano condizioni strutturali decisamente più favorevoli, ricadendo stabilmente nella classe "Buono". Tra queste spiccano le stazioni di Cattolica, con la 19 (SFBC) e la 319 (VTC) che mantengono valori di 0.74 e 0.75, seguite dalle stazioni di Cesenatico (14 e 314) con valori di 0.67 e 0.68.

L'esame dei dati stagionali (Tabella 15) mostra che nel corpo idrico CD2 si registra una migliore qualità biologica durante la campagna autunnale. L'espressione più evidente di questa dinamica si riscontra nella stazione 19 (SFBC), la quale, dopo uno stato primaverile in classe "Buono" (0.61), subisce un forte picco positivo in autunno raggiungendo lo stato "Elevato" con un M-AMBI di 0.87. Un comportamento analogo è visibile nella stazione 309 (VTC), che passa dal "Sufficiente" della primavera (0.43) al "Buono" dell'autunno (0.66). Una dinamica opposta, caratterizzata da un lieve decremento qualitativo tra la primavera e l'autunno, rimane nel corpo idrico CD1 (stazioni 4 e 304) e nella stazione 319.

Tabella 14 - Valori medi di M-AMBI e stato di qualità per stazione nel 2025

Corpo Idrico	Biocenosi	Stazione	2025	
			M-AMBI	Stato
CD1	SFBC	4	0.56	Sufficiente
CD2		9	0.49	Sufficiente
CD2		14	0.67	Buono
CD2		19	0.74	Buono
CD1	VTC	304	0.57	Sufficiente
CD2		309	0.55	Sufficiente
CD2		314	0.68	Buono
CD2		319	0.75	Buono

Tabella 15 - Valori stagionali di M-AMBI e stato di qualità nel 2025

Corpo Idrico	Biocenosi	Stazione	Stagione	2025	
				M-AMBI	Stato
CD1	SFBC	4	PRI	0.57	Sufficiente
CD1		4	AUT	0.55	Sufficiente
CD2		9	PRI	0.46	Sufficiente
CD2		9	AUT	0.52	Sufficiente
CD2		14	PRI	0.63	Buono
CD2		14	AUT	0.71	Buono
CD2		19	PRI	0.61	Buono
CD2		19	AUT	0.87	Elevato
CD1	VCT	304	PRI	0.61	Buono
CD1		304	AUT	0.53	Sufficiente
CD2		309	PRI	0.43	Sufficiente
CD2		309	AUT	0.66	Buono
CD2		314	PRI	0.67	Buono
CD2		314	AUT	0.68	Buono
CD2		319	PRI	0.79	Buono
CD2		319	AUT	0.71	Buono

Tabella 16 - Valori medi di M-AMBI e stato di qualità per corpo idrico nel 2025

				2025	
Corpo Idrico	Biocenosi	Stazione	Località	M-AMBI	Stato
CD1 Goro-Ravenna	SFBC	4	Porto Garibaldi	0.57	Sufficiente
	VTC	304			
CD2 Ravenna-Cattolica	SFBC	9	Lido Adriano	0.65	Buono
	VTC	309			
	SFBC	14	Cesenatico		
	VTC	314			
	SFBC	19	Cattolica		
	VTC	319			

5.2.2 Elementi di qualità chimico-fisica e idromorfologica a sostegno degli EQB

Gli elementi di qualità a sostegno degli EQB si distinguono in due gruppi:

- elementi chimico-fisici rilevati sulla colonna d'acqua che rientrano nel sistema di valutazione dello Stato Ecologico;
- elementi idromorfologici e fisico-chimici dei sedimenti, che non rientrano nel sistema di valutazione dello Stato Ecologico, ma utilizzati a fini interpretativi dei risultati di altri elementi di qualità.

5.2.2.a Elementi di qualità chimico-fisica

Le stazioni della rete di monitoraggio per gli elementi chimico-fisici sono 16 dislocate su 9 transetti perpendicolari alla costa (Figura 102). Su ogni transetto sono collocate 2 stazioni rispettivamente a 0.5 e 3 km dalla costa. Casi particolari sono rappresentati dai transetti di Zadina, dove per gli elementi chimico-fisici viene monitorata solo la stazione 13 situata a 0.5 km dalla costa, e di Marina di Ravenna, dove viene monitorata solo la stazione 308 a 3 km dalla costa. L'anagrafica di ogni stazione è riportata in Tabella 3. La frequenza di campionamento e di misure in situ è quindicinale per tutto l'anno nella prima e terza settimana del mese (Tabella 4).

Gli elementi di qualità chimico-fisici a sostegno degli EQB come richiesti dal D.M. 260/10 sono riportati in Tabella 17. Sono in grassetto i parametri che concorrono alla valutazione dello Stato Ecologico da assegnare al corpo idrico. I parametri aggiuntivi indagati, che non rientrano nel sistema di classificazione dello Stato Ecologico, sono utilizzati ai fini interpretativi dei risultati degli altri elementi.

Tabella 17 – Elementi di qualità chimico-fisica a sostegno degli EQB

Elementi chimico-fisici	U.M.
Profondità	m
Temperatura	°C
Salinità	psu
Ossigeno	mg/l - %
Trasparenza	m
Clorofilla "a"	µg/l
pH	
Torbidità	ftu
Ortofosfato P-PO₄	µg/l
Fosforo Totale	µg/l
Azoto nitrico N-NO₃	µg/l
Azoto ammoniacale N-NH₃	µg/l
Azoto nitroso N-NO₂	µg/l
Azoto Totale	µg/l
Silice reattiva Si-SiO ₂	µg/l

Per temperatura, salinità e ossigeno disciolto viene rilevato il profilo verticale effettuato con sonda multiparametrica ad ogni metro di profondità al fine di

individuare gli stati di stabilità ed instabilità della colonna d'acqua, le stratificazioni termiche (termoclini) e saline, nonché gli stati anossici e ipossici che si possono verificare a livello del fondale.

Nello specifico, per ciascun EQB (nel caso specifico di interesse per l'Emilia-Romagna il fitoplancton e macroinvertebrati bentonici), gli elementi fisico-chimici a sostegno sono l'ossigeno disciolto, la clorofilla "a" e i nutrienti. Gli elementi utilizzati ai fini interpretativi dei risultati degli altri elementi sono: trasparenza, temperatura e salinità.

Tutti i parametri sopra riportati sono stati ampiamente discussi nel Capitolo 4 del presente rapporto.

A integrazione di quanto già descritto, si riporta in *Allegato I* la statistica descrittiva relativa ai principali parametri idrologici e agli elementi nutritivi delle stazioni della rete di monitoraggio istituita ai sensi del D.Lgs.152/06 ai fini della definizione dello stato di qualità ambientale.

L'ossigeno disciolto e i nutrienti, unitamente al parametro clorofilla "a", sono valutati attraverso l'applicazione dell'Indice TRIX, al fine di misurare il livello trofico degli ambienti marini.

Per la classificazione dello Stato Ecologico, il D.M. 260/10 definisce il limite di classe tra lo stato buono e quello sufficiente per il TRIX (espresso come valore medio annuo). Per il macrotipo 1 (alta stabilità) che corrisponde a quello della costa emiliano romagnola, il limite di classe è 5.0; in pratica per raggiungere la classe "Buono" è necessario ottenere un valore di TRIX inferiore a 5.

In Tabella 18 si riportano i valori medi/anno dell'Indice Trofico TRIX di ogni stazione ed i valori medi/anno del TRIX dei due corpi idrici (CD1 e CD2) relativi al 2025. Lo stato di qualità per il TRIX è risultato "Sufficiente" sia per il corpo idrico CD1 che per il corpo idrico CD2.

Tabella 18 – Stato di qualità per il TRIX: medie annuali per stazione e corpo idrico

Corpo idrico	Stazione	2025	
CD1 Goro-Ravenna	2	6.19	5.7 Sufficiente
	302	5.89	
	4	5.80	
	304	5.50	
	6	5.48	
	306	5.22	
CD2 Ravenna-Cattolica	308	5.05	5.1 Sufficiente
	9	5.52	
	309	5.29	
	13	5.39	
	14	5.55	
	314	5.08	
	17	4.91	
	317	4.57	
	19	4.65	
	319	4.45	

5.2.2.b Elementi di qualità idromorfologica e fisico-chimica nei sedimenti

Gli elementi idromorfologici e fisico-chimici a sostegno degli EQB non rientrano nel sistema di valutazione dello Stato Ecologico, ma vengono utilizzati ai fini interpretativi dei risultati di altri elementi di qualità.

Granulometria

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi granulometrica relativi a 8 stazioni ubicate a circa 3 km di distanza dalla costa corrispondenti alle biocenosi delle VTC (Fanghi Terrigeni Costieri, Figura 119) ed a 4 stazioni a circa 1-2 km di distanza dalla costa corrispondenti alle biocenosi delle SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate, Figura 120).

La frequenza di campionamento è semestrale (Tabella 4).

La distribuzione superficiale media delle tre principali componenti granulometriche dei sedimenti nelle stazioni a 3 km dalla costa evidenzia che, in termini di percentuali medie/anno, relativamente al 2025, prevale la componente limosa nelle stazioni 302 (Lido di Volano), 304 (Porto Garibaldi), 306 (Casalborsetti), 309 (Lido Adriano), e 319 (Cattolica); invece, nelle stazioni 308 (Marina di Ravenna), 314 (Cesenatico) e 317 (Rimini) tende a prevalere la componente sabbiosa.

Nelle stazioni SFBC la distribuzione superficiale media delle tre principali componenti granulometriche dei sedimenti evidenzia la prevalenza della componente sabbiosa in tutte le stazioni ad eccezione della stazione SFBC9 (Lido Adriano) dove è la componente limosa a prevalere.

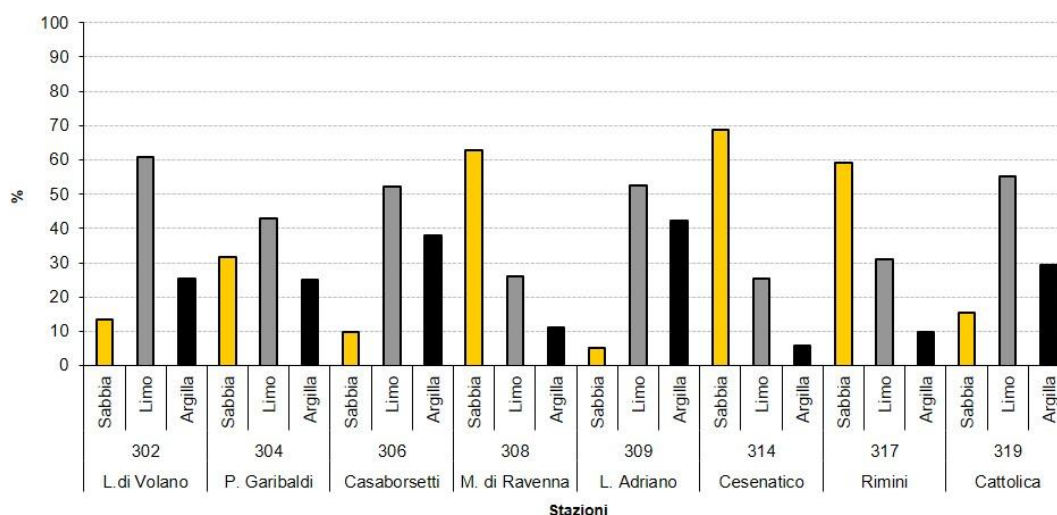


Figura 119 – Distribuzione delle principali frazioni granulometriche (% media/anno) rilevate nelle stazioni a 3 km dalla costa

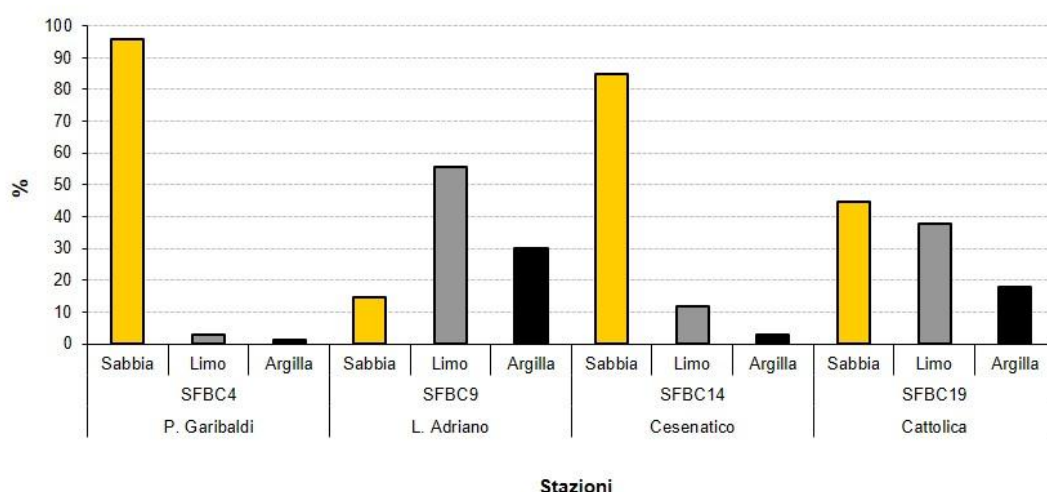


Figura 120 – Distribuzione delle principali frazioni granulometriche (% media/anno) rilevate nelle stazioni SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) a 1-2 km dalla costa

Carbonio Organico Totale

Di seguito si riportano le percentuali medie/anno di Carbonio Organico Totale (TOC) relative a 8 stazioni ubicate a circa 3 km di distanza dalla costa (biocenosi VTC) ed a 4 stazioni situate a circa 1-2 km di distanza dalla costa (biocenosi SFBC) (Figura 121 e Figura 122). La frequenza di campionamento è semestrale (Tabella 4).

Le percentuali medie/anno di carbonio organico totale relative al 2025 nei sedimenti superficiali variano lungo la costa tra valori di 0.35 e 1.75%.

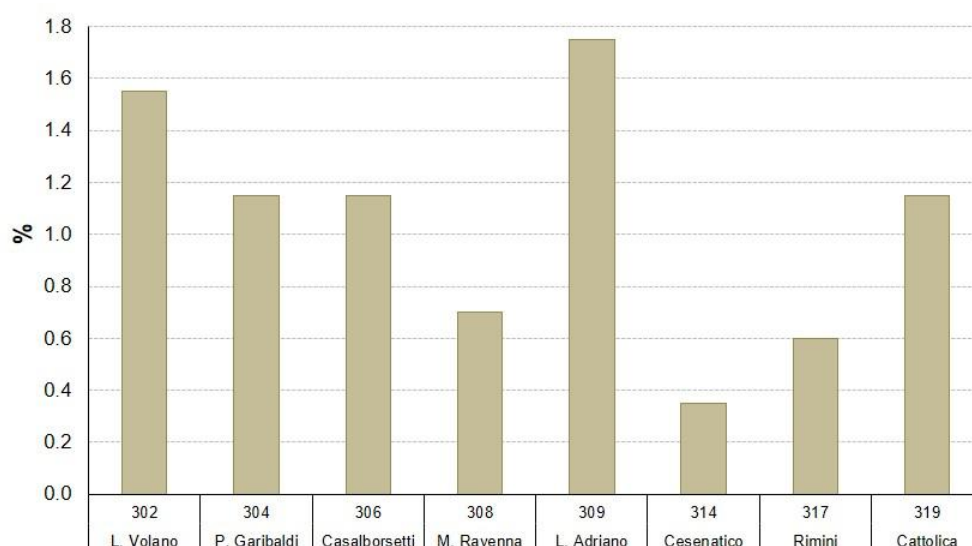


Figura 121 – Distribuzione del contenuto di Carbonio Organico Totale (% media/anno) nelle stazioni a 3 km dalla costa

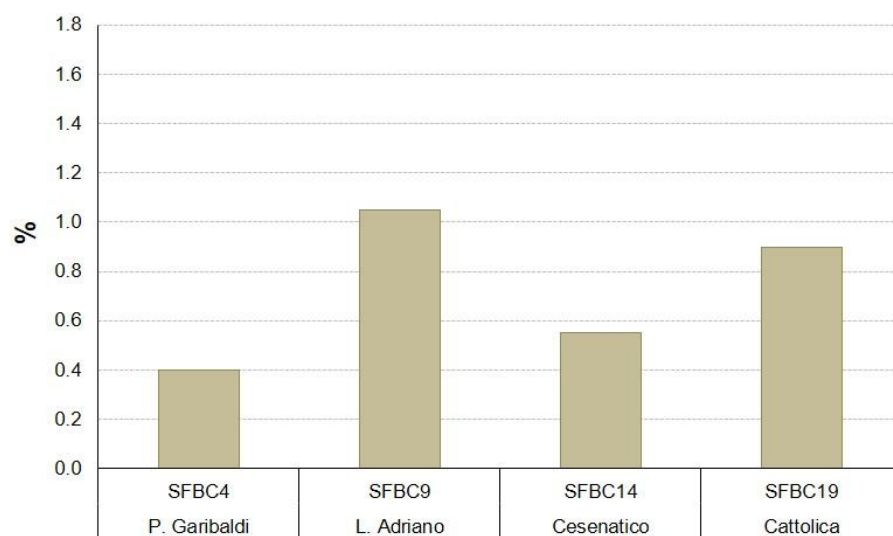


Figura 122 – Distribuzione del contenuto di carbonio organico totale (% media/anno) nelle stazioni SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) a 1-2 km dalla costa

5.2.3 Inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità

I risultati delle indagini sulle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità concorrono alla definizione dello Stato Ecologico delle acque marino costiere come elementi a sostegno degli EQB. Il D.Lgs. 172/15 prevede la ricerca di tali sostanze nella matrice acqua (tab. 1/B D.Lgs. 172/15).

La valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici dell'ambiente marino costiero della regione Emilia-Romagna è effettuata in conformità a quanto previsto dalla tab. 4.5/a del D.Lgs. 172/15 che definisce lo stato di qualità per gli inquinanti specifici a sostegno degli EQB "Elevato" quando la media delle concentrazioni delle sostanze di sintesi, misurate nell'arco di un anno, è minore o uguale ai limiti di quantificazione e "Buono" quando la media è conforme allo Standard di Qualità Ambientale (SQA-MA) di cui alla tab. 1/B dello stesso decreto.

Le stazioni di campionamento interessate dalla ricerca degli inquinanti specifici a sostegno sono 6 ubicate a 0.5 km di distanza dalla costa e la frequenza di campionamento è mensile (Tabella 4). Nel 2025 i campionamenti sono stati effettuati da gennaio a settembre (Par. 5.1).

La scelta dei parametri da ricercare è effettuata ogni anno ed è il risultato di un'attenta analisi dei dati relativi ai punti di campionamento a chiusura di bacino dei fiumi costieri che permettono di valutare eventuali apporti fluviali a mare.

I parametri scelti, per la maggior parte, non sono riportati nell'elenco di tab. 1/B del D.Lgs. 172/15, ma sono "pesticidi singoli" per i quali si applica il valore cautelativo di 0.1 µg/l come SQA-MA (Standard di Qualità Ambientale – Media Anno) e il limite di quantificazione corrisponde per tutti a <0.010 µg/l, tranne fluxapyroxad che ha un limite di quantificazione pari a <0.030 µg/L. Le sostanze monitorate incluse nell'elenco di tab. 1/B del D.Lgs. 172/15 sono dimetoato e terbutilazina con il suo principale metabolita desetil-terbutilazina. Lo SQA-MA per entrambi i parametri è pari a 0.2 µg/l (nel caso della terbutilazina lo SQA-MA si riferisce alla somma di terbutilazina e desetil-terbutilazina) e il limite di quantificazione è <0.010 µg/l.

Nel 2025 tutti i valori medi/anno sono inferiori ai relativi SQA-MA e spesso anche al limite di quantificazione (Allegato II).

5.2.4 Inquinanti appartenenti all'elenco di priorità

I risultati delle indagini sugli inquinanti appartenenti all'elenco di priorità si utilizzano per la valutazione dello stato chimico e gli standard di qualità ambientali da applicare per le diverse matrici sono riportati rispettivamente in:

- tabella 1/A (D.Lgs. 172/15) matrice acqua e biota;
- tabella 2/A (D.Lgs. 172/15) matrice sedimento.

In *Allegato III, IV e V* si riportano i valori medi/anno per stazione e per corpo idrico degli inquinanti appartenenti all'elenco di priorità ricercati nella colonna d'acqua, nel biota e nel sedimento ai sensi rispettivamente della tab. 1/A e tab. 2/A del D.Lgs. 172/15.

Per il calcolo dei valori medi e dei misurandi rappresentati dalla somma totale di singole sostanze, in presenza di valori inferiori ai limiti di quantificazione dei metodi di analisi sono stati applicati i criteri definiti dal D.Lgs. 219/10:

- a) nel calcolo dei valori medi i risultati di misura inferiori al limite di quantificazione sono posti pari alla metà del valore del limite di quantificazione del metodo;
- b) il valore medio calcolato in conformità al punto precedente, che risulti inferiore al limite di quantificazione del metodo, è restituito come inferiore al limite di quantificazione;
- c) nel calcolo dei misurandi rappresentati dalla somma totale di singoli misurandi chimici, che includono i principali metaboliti e prodotti di degradazione e di reazione, il risultato di misura delle singole sostanze inferiore al limite di quantificazione è considerato uguale a zero.

Per il calcolo dei composti diossine, furani e PCB diossina-simili nella matrice biota di cui alla tab. 1/A del D.Lgs. 172/15, il calcolo della tossicità equivalente (TE) è stato effettuato considerando i congeneri riportati nel Reg. (UE) n. 2023/915 del 25 aprile 2023 relativo ai tenori massimi di alcuni contaminanti negli alimenti e che abroga il regolamento (CE) n. 1881/2006; per la sommatoria il risultato di misura delle singole sostanze, se inferiore al limite di quantificazione, è stato considerato pari al limite di quantificazione (approccio *upper bound*) e moltiplicato per il relativo fattore di tossicità equivalente dell'OMS (OMS-TEF, 2005) se quantificabile (Reg. (UE) n. 2023/915).

Per il calcolo dei composti diossine, furani e PCB diossina-simili nella matrice sedimento di cui alla tab. 3/A del D.Lgs. 172/15, il calcolo della tossicità equivalente (TE) è stato effettuato considerando i congeneri riportati nella nota alla tabella; per la sommatoria il risultato di misura delle singole sostanze è stato considerato uguale a zero se inferiore al limite di quantificazione (approccio *lower bound*) e moltiplicato per il relativo fattore di tossicità equivalente (nota 3 alla tab. 3/A del D.Lgs. 172/15) se quantificabile.

5.2.4.a Sostanze ricercate nell'acqua

Nel 2025 la ricerca degli inquinanti appartenenti all'elenco di priorità nella colonna d'acqua, parametri n° 1-45 di cui alla tab. 1/A del D.Lgs. 172/15, ha seguito una frequenza mensile, da gennaio a settembre (Par. 5.1). Le stazioni di campionamento interessate sono state 6 ubicate a 0.5 km di distanza dalla costa (Tabella 4).

I valori medi e i valori massimi di concentrazione delle sostanze ricercate sono riportati all'*Allegato III*. Nel 2025, per gli inquinanti prioritari ricercati nell'acqua di cui alla tab. 1/A del D.Lgs. 172/15, non sono stati rilevati superamenti che riguardano i limiti previsti dalla legge per la media annua e per i valori massimi ammissibili.

5.2.4.b Sostanze ricercate nel biota

Nella tabella 1/A del D.Lgs. 172/2015 sono indicati, per alcune sostanze, gli SQA che devono essere applicati alla matrice biota ai fini della determinazione del buono stato chimico delle acque superficiali. Per alcune di queste sostanze sono previsti SQA anche nella matrice acqua. Lo SQA riportato in tabella per il biota è riferito:

- ai pesci per le sostanze difenileteri bromurati, DDT, esaclorobenzene, esaclorobutadiene, mercurio e composti, dicofol, acido perfluorottansolfonico e suoi sali (PFOS), esabromociclododecano (HBCDD) e eptacloro ed eptacloroepossido;
- a crostacei o molluschi per gli IPA (fluorantene e benzo(a)pirene);
- a pesci, crostacei o molluschi per diossine e composti diossina simili.

Si può monitorare un altro taxon del biota alternativo o un'altra matrice purché lo SQA applicato garantisca un livello equivalente di protezione (Nota 12 alla tabella 1/A del D.Lgs. 172/15).

In Emilia-Romagna, nell'anno 2025, per ottemperare alla normativa sono stati effettuati dei campionamenti di fauna ittica, uno in ogni corpo idrico delle acque marino costiere regionali (Tabella 4). La specie selezionata, comune lungo la costa emiliano romagnola, è stata *Mullus barbatus* (triglia di fango). Sono stati inoltre utilizzati i campionamenti di mitili e vongole veraci effettuati per il monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi (artt. 87 e 88 del DLgs 152/06) relativi alle stazioni MAR e COST1 nel corpo idrico CD1 e alla stazione M4 nel CD2. Nel 2025 non sono stati effettuati campionamenti alla stazione P3 per assenza di materiale in quantità sufficiente e di dimensioni adeguate.

Nel 2025 sono state ricercate nella matrice biota le seguenti sostanze della tab. 1/A: difenileteri bromurati, DDT totale, fluorantene, esaclorobenzene, esaclorobutadiene, mercurio e composti, benzo(a)pirene, dicofol, acido perfluorottansolfonico e suoi sali (PFOS) e diossine e composti diossina simili.

Dall'analisi dei dati riportati in *Allegato IV* emerge che vi sono superamenti dello SQA per PBDE e mercurio e composti in tutti i campioni di pesce analizzati per i corpi idrici campionati nel 2025. Tutti gli esiti disponibili per esaclorobenzene, esaclorobutadiene, dicofol e PFOS presentano invece valori inferiori al limite di quantificazione della metodica analitica utilizzata. DDT totale e diossine e composti

diossina simili sono stati determinati a concentrazioni inferiori ai rispettivi SQA. Nel 2025 non si sono inoltre registrati superamenti degli SQA per benzo(a)pirene e fluorantene nei molluschi.

5.2.4.c Sostanze ricercate nel sedimento

Gli inquinanti prioritari ricercati nel sedimento per la classificazione dello stato chimico sono quelli riportati in tab. 2/A del D.Lgs. 172/15, vale a dire alcuni metalli, organometalli, policiclici aromatici e pesticidi.

Le stazioni di campionamento interessate sono 8 e sono ubicate a 3 km di distanza dalla costa. La frequenza di campionamento è semestrale (Tabella 4).

Per quanto riguarda tali parametri, si riscontrano generalmente valori di concentrazione bassi, spesso inferiori al limite di quantificazione. Nel 2025 non sono stati riscontrati superamenti degli SQA o SQA+20%. A livello di corpo idrico tutti i valori medi/anno risultano conformi (Allegato V).

Nelle figure che seguono si riportano i valori medi annuali delle concentrazioni di alcuni inquinanti ricercati, quali IPA (Figura 123), pesticidi Σ DDT, Σ DDD, Σ DDE (Figura 124), TBT e piombo (Figura 128), arsenico, cromo totale e cromo VI (Figura 126), diossine, furani e PCB (Figura 127), che verranno elaborati ai fini dell'analisi della tendenza, valutando i trend ascendenti e discendenti nella matrice sedimento.

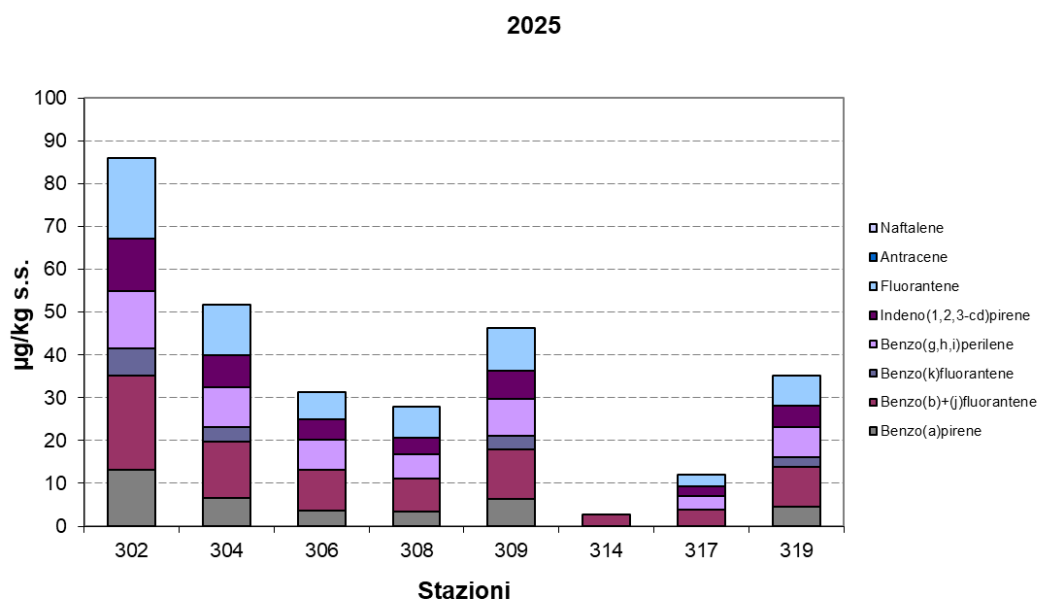


Figura 123 – Medie annuali di idrocarburi policiclici aromatici determinati nel sedimento

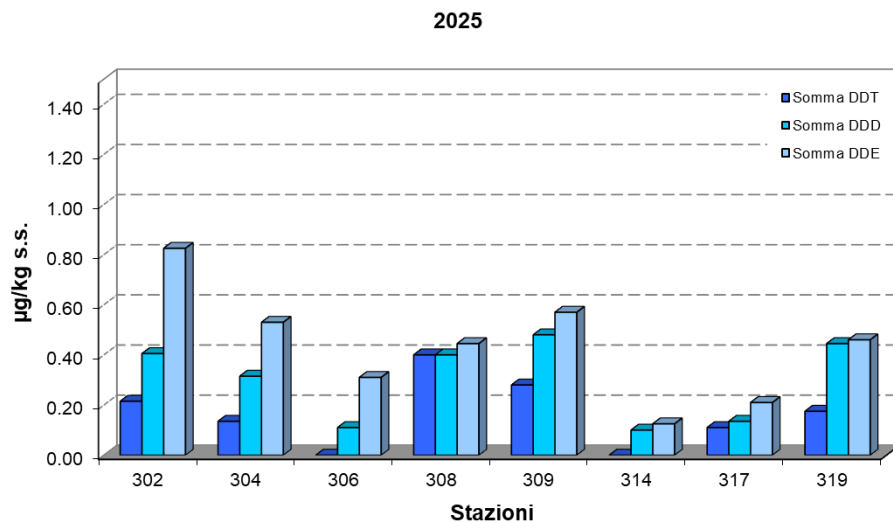


Figura 124 – Medie annuali di pesticidi (somma DDT, somma DDD, somma DDE) determinati nel sedimento

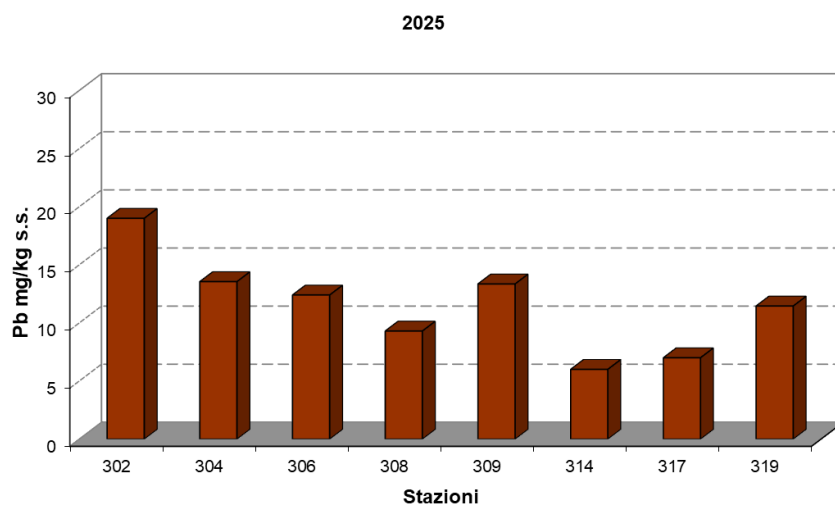
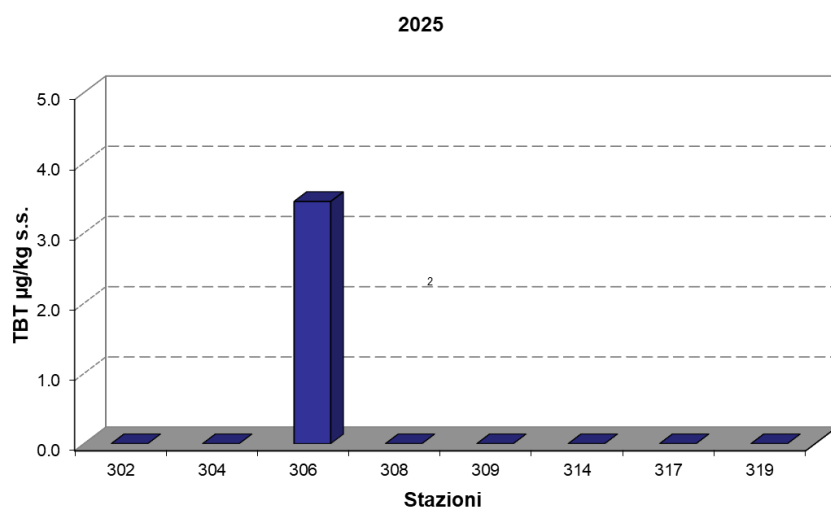


Figura 125 – Medie annuali di tributilstagno e piombo determinati nel sedimento

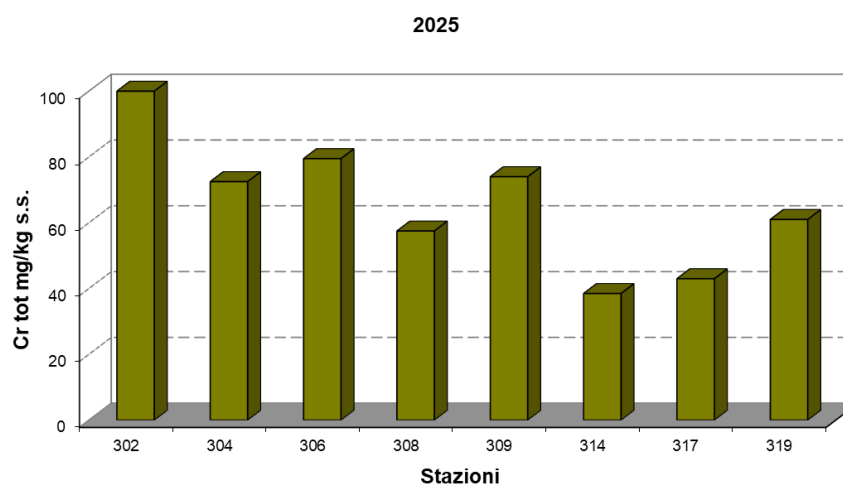
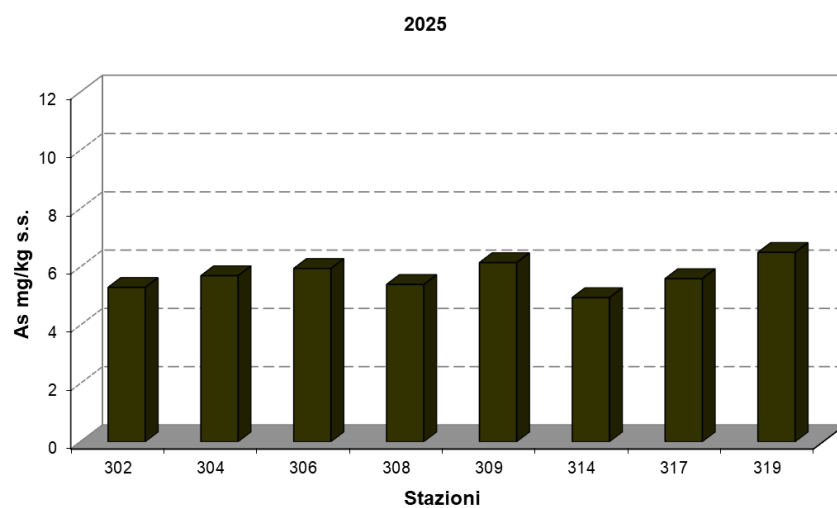


Figura 126 – Medie annuali di arsenico e cromo totale e determinati nel sedimento

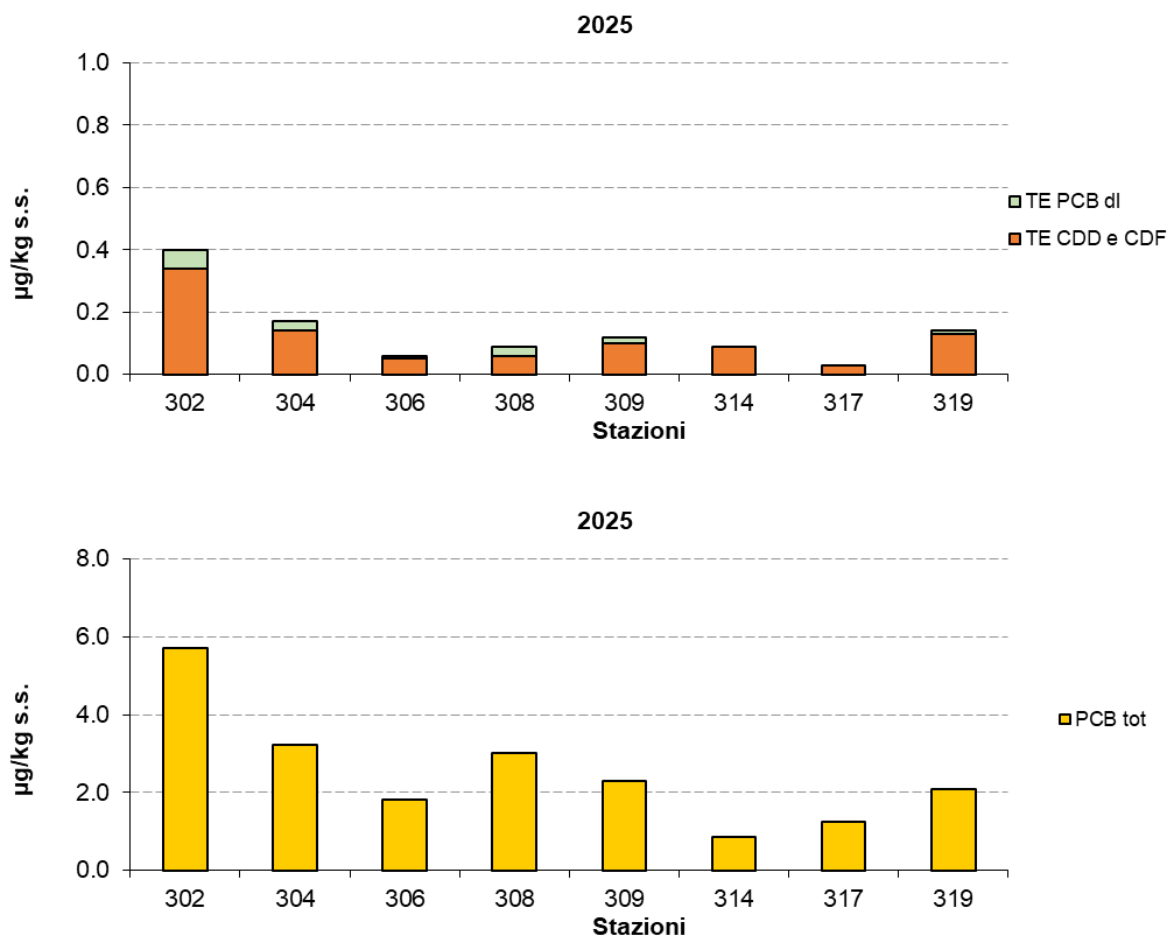


Figura 127 – Medie annuali di diossine, furani e PCB determinati nel sedimento

6 RETE DI MONITORAGGIO VITA MOLLUSCHI

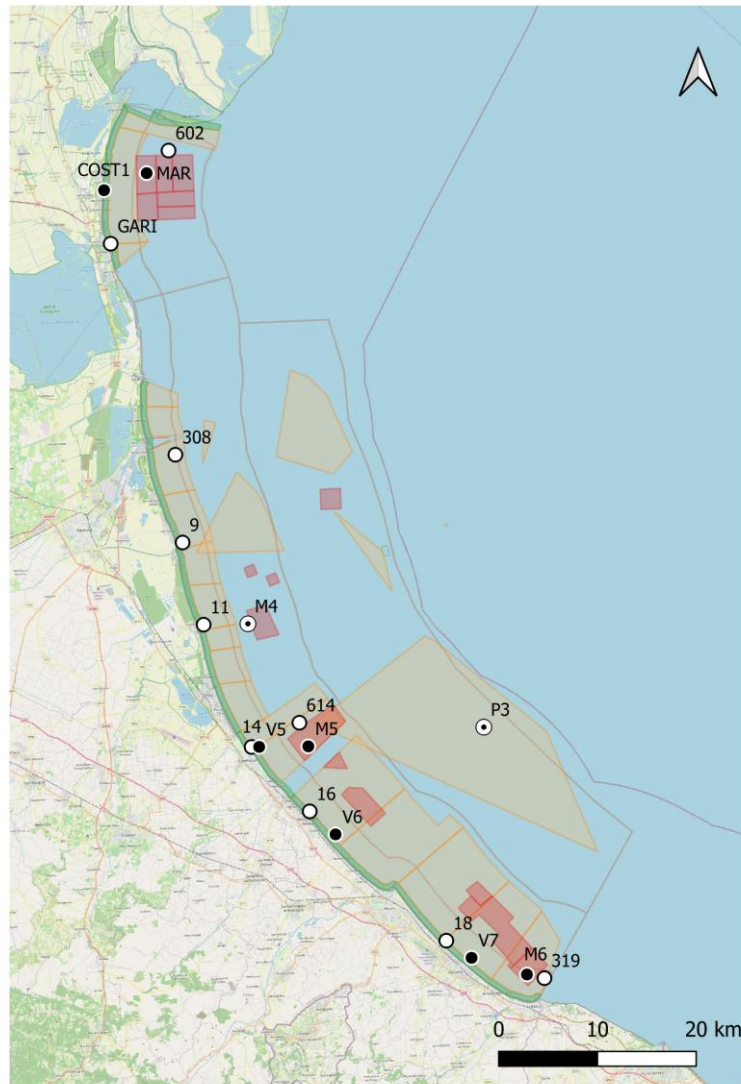
I molluschi eduli lamellibranchi rappresentano una voce importante nel contesto dell'economia ittica della regione Emilia-Romagna. Le acque marino costiere regionali sono sede non solo di banchi e di popolazioni naturali di molluschi bivalvi e gasteropodi, tra cui le specie *Chamelea gallina* e *Ruditapes philippinarum*, ma ospitano anche, nella fascia di mare compresa tra i 4 km fino ai 10 km, allevamenti di molluschi bivalvi con la specie prevalente *Mytilus galloprovincialis* (mitili). Infine, non vanno trascurate le piattaforme off-shore sulle cui parti sommerse crescono banchi naturali di mitili.

Con la Determinazione del Responsabile del Servizio Prevenzione Collettiva e Sanità Pubblica n. 3077 del 22 febbraio 2021, la Regione Emilia-Romagna ridefinisce le zone delle acque interne del territorio regionale e delle acque marine antistanti la costa per la produzione in allevamento e la raccolta di molluschi bivalvi vivi (Figura 128).

La rete di monitoraggio per il rilevamento delle caratteristiche qualitative delle acque marine destinate alla vita dei molluschi, ai sensi dell'all. 2 Sez C del D.Lgs.152/06, è riportata in Figura 128. La Struttura Oceanografica Daphne effettua il rilevamento delle caratteristiche qualitative nelle stazioni di monitoraggio della rete di cui sopra. Gran parte delle stazioni corrispondono infatti a quelle monitorate per la classificazione dello stato trofico delle acque costiere marine (rete di monitoraggio per lo stato trofico) garantendo il flusso di dati con la frequenza prevista dal Decreto relativamente a: pH, temperatura, salinità, ossigeno disciolto in percentuale lungo tutta la colonna e gli idrocarburi eventualmente presenti in superficie.

Inoltre, in alcune stazioni della rete, la Struttura Oceanografica Daphne effettua i campionamenti per la determinazione dei seguenti parametri: colorazione, materiale in sospensione, sostanze organo-alogenate, metalli pesanti, policiclici aromatici e coliformi fecali. Tali parametri sono analizzati in parte dal laboratorio della stessa Struttura Daphne e in parte dal Laboratorio Multisito di Arpae, sede di Ravenna.

Per quanto concerne i restanti parametri quali: sostanze che influiscono sul sapore dei molluschi e sulle biotossine, ARPAE si rapporta con le AUSL per rispondere compiutamente a quanto richiesto dal D.Lgs.152/06.



Legenda

- Campionamento acqua e molluschi
- Campionamento parametri chimico-fisici
- ⊙ Campionamento parametri chimico-fisici, acqua e molluschi
- Zone tipo A - allevamenti
- Zone tipo A - banchi naturali
- Zone tipo B - banchi naturali
- Acque destinate alla vita dei molluschi

Figura 128 – Zone delle acque marine per la produzione in allevamento e la raccolta di molluschi (Determinazione del Responsabile del Servizio Prevenzione Collettiva e Sanità Pubblica n. 3077 del 22 febbraio 2021) sovrapposte alle aree destinate alla vita dei molluschi (fasce 0-3 km, 3-10 km e offshore come da Piano di Gestione delle Acque del Distretto del Fiume Po 2021) e rete di monitoraggio per il rilevamento delle caratteristiche qualitative delle stesse (All. 2 Sez C del D.Lgs.152/06)

7 ANOMALIE AMBIENTALI

7.1 MEDUSE

Anche nel 2025, sebbene meno frequentemente rispetto agli anni precedenti, sono stati registrati avvistamenti di meduse. Questi organismi planctonici, noti per la loro consistenza gelatinosa e per essere composti per circa il 98% di acqua, sono caratterizzati da una corona di tentacoli che circondano il corpo. Tali tentacoli sono utilizzati principalmente per la predazione e, in alcuni casi, per la difesa, e possono essere ricoperti di cellule urticanti.

Nel corso dei nostri monitoraggi è stata segnalata la presenza di meduse appartenenti alla specie *Aurelia aurita* Linnaeus, 1758 (Figura 129) nel corso della seconda settimana di giugno. Questa medusa non urticante è conosciuta anche con il nome di medusa quadrifoglio per gli evidenti 4 cerchi (gonadi) ben visibili sul dorso, può raggiungere un diametro massimo di 30 cm ed è tipica di questo periodo.



Figura 129 – *Aurelia aurita* Linnaeus, 1758 (Foto archivio: Struttura Oceanografica Daphne)

7.2 AVVISTAMENTI DI *MNEMIOPSIS LEIDYI*

Nel corso del 2025, la presenza dello ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz, 1865) è stata documentata con continuità dalla prima metà di luglio fino alla terza settimana di settembre. Gli avvistamenti hanno interessato sia la fascia costiera che il largo (Figura 130).

Noto comunemente come "Noce di mare", questo organismo gelatinoso viene spesso confuso con una medusa a causa della sua trasparenza, sebbene appartenga al phylum degli Ctenofori. Presenta un corpo di forma sub-sferica, dalle dimensioni di circa 5 cm di lunghezza; il movimento è garantito da otto file radiali di ctenidi (o pettini), corpuscoli vibratili provvisti di ciglia che, battendo ritmicamente, permettono il nuoto.

Questo organismo planctonico è bioluminescente ovvero è in grado di produrre luce se stimolato, brillando di una luce blu verde quando viene stimolato dalla luce o da un contatto fisico. Vorace predatore di zooplancton, uova e piccole larve di pesci,

soprattutto acciughe, è considerata dannosa poiché può contribuire alla diminuzione delle popolazioni ittiche. Originaria delle coste atlantiche del continente americano fu introdotta involontariamente negli anni '80 nel Mar Nero ed in seguito segnalata nel mar Egeo e quindi in Mediterraneo.

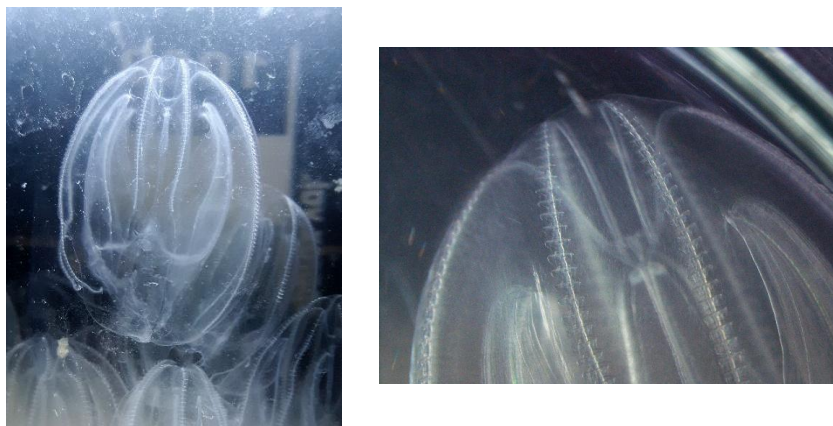


Figura 130 – *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 (Foto archivio: Struttura Oceanografica Daphne)

7.3 MORIA DI CANNOLICCHI A LIDO POMPOSA E LIDI FERRARESI

La prima settimana di settembre si è verificata una moria di cannolicchi (Figura 131) lungo i lidi ferraresi, nella zona più a nord tra Lido di Volano e Goro, a causa delle alte temperature e della diminuzione della salinità che hanno portato alla formazione di fenomeni di anossia sotto costa. Il fenomeno si è protratto per alcune settimane.



Figura 131 – Spiaggiamento di cannolicchi sulla battigia (Foto archivio: Struttura Oceanografica Daphne)

7.4 INSOLITA PRESENZA DI PESCI E GRANCHI BLU VICINO A RIVA

A metà settembre lungo l'intera costa emiliano romagnola è stata osservata un'insolita e massiccia presenza a riva di piccoli pesci, sogliole e soprattutto di crostaceo granchi blu (*Callinectes sapidus*) il cui carapace può raggiungere la lunghezza di 20 cm (Figura 132). Questo fenomeno è stato osservato e segnalato dalla stampa, dai social network e da cittadini che hanno contattato l'Agenzia inviando mail e foto. Le attività di monitoraggio svolte dalla Struttura Oceanografica Daphne hanno registrato la presenza di estese aree a ridotto o assente contenuto di ossigeno (condizioni di ipossia e anossia) nei fondali marini antistanti il tratto di costa centro-settentrionale della regione, specialmente al largo del litorale ravennate. Queste condizioni si verificano frequentemente in questo periodo, a causa dei processi di eutrofizzazione che coinvolgono le acque del Nord Adriatico, e solitamente si risolvono rapidamente in seguito al cambiamento delle condizioni meteo-marine, al rimescolamento delle acque e a un incremento dei livelli di ossigenazione del fondale. I crostacei, in particolare le femmine che si spostano dalle acque salmastre a bassa o media salinità verso il mare per la riproduzione nei periodi più caldi, si sono imbattuti in queste aree prive di ossigeno. Per sopravvivere sono stati costretti a una migrazione forzata verso acque più ossigenate (una dinamica ecologica ben nota), insieme ad altre specie ittiche di fondale, trovando rifugio nella fascia d'acqua più superficiale e vicina a riva, dove hanno trovato anche abbondanza di cibo. Questa insolita presenza massiccia a riva di pesci e crostacei è conseguentemente legata all'intensa attività dei gabbiani lungo la battigia, attratti dall'abbondanza di prede a riva.



Figura 132 – *Callinectes sapidus* (Foto archivio: Struttura Oceanografica Daphne)

ALLEGATO I - STATISTICA DESCRITTIVA

Elementi di statistica descrittiva. Stazione 2 (Lido di Volano) e stazione 4 (Porto Garibaldi)

Stazione 2 Lido di Volano 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
	°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.38	19.03	26.44	9.97	0.84	13.33	380.53	13.02	37.88	774.70	30.13	4.65	722.92	240.85	30.73	6.19	2.86
Errore standard	0.04	1.91	1.30	0.66	0.10	1.50	107.61	2.11	16.56	91.49	3.64	1.55	100.72	79.22	4.31	0.20	0.19
Mediana	8.42	20.46	27.03	10.19	0.90	12.70	147.93	11.81	18.23	645.28	28.06	0.70	571.18	108.04	23.83	6.15	2.83
Moda					1.00	12.70	5.00		0.70			0.70	#N/D				
Deviazione standard	0.15	8.11	5.53	2.79	0.44	6.38	456.54	8.94	70.25	388.18	15.46	6.58	427.33	336.10	18.29	0.87	0.82
Varianza campionaria	0.02	65.79	30.61	7.76	0.20	40.69	208425.73	79.92	4934.96	150681.33	239.04	43.28	182606.82	112965.85	334.61	0.75	0.68
Curtosi	-0.78	-1.59	-0.65	0.96	1.56	-0.63	1.53	0.99	14.13	0.59	-0.33	1.47	0.51	2.45	1.57	-0.65	-0.15
Asimmetria	-0.51	-0.26	-0.26	-0.57	0.84	0.43	1.50	1.00	3.61	1.25	0.62	1.67	0.90	1.84	1.32	-0.10	0.78
Intervallo	0.52	23.89	19.73	11.57	1.80	22.00	1524.61	34.79	304.97	1289.01	52.43	19.26	1614.30	1122.58	66.69	3.08	2.86
Minimo	8.06	6.35	15.78	3.13	0.20	3.60	5.00	0.50	0.70	398.57	12.35	0.70	148.12	2.49	12.84	4.56	1.78
Massimo	8.58	30.24	35.50	14.70	2.00	25.60	1529.61	35.29	305.67	1687.58	64.78	19.96	1762.41	1125.06	79.53	7.64	4.64
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.08	4.03	2.75	1.39	0.22	3.17	227.03	4.45	34.93	193.04	7.69	3.27	212.50	167.14	9.10	0.43	0.41

Stazione 4 Porto Garibaldi 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
		°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.38	18.11	27.96	10.03	1.07	10.22	561.98	15.77	57.46	927.67	23.77	3.64	811.23	287.11	38.21	5.80	2.81
Errore standard	0.04	1.84	1.59	0.44	0.15	1.97	206.99	4.62	20.01	220.20	2.92	0.97	168.86	113.73	7.41	0.22	0.19
Mediana	8.42	18.33	29.66	10.11	1.00	8.15	68.29	6.90	36.34	509.03	22.48	1.59	565.42	58.69	25.75	5.61	2.65
Moda					1.00		5.00	0.50	0.70			0.70					
Deviazione standard	0.16	7.81	6.74	1.85	0.62	8.35	878.19	19.62	84.92	934.25	12.41	4.10	716.41	482.53	31.43	0.92	0.80
Varianza campionaria	0.03	60.96	45.43	3.41	0.39	69.73	771218.91	384.81	7210.74	872820.81	153.98	16.77	513250.10	232831.61	987.67	0.84	0.64
Curtosi	-0.20	-1.60	0.12	-0.69	4.91	5.18	4.27	2.66	10.12	4.35	1.30	0.80	3.21	1.79	7.48	-1.05	2.16
Asimmetria	-0.61	-0.09	-0.82	-0.58	2.03	1.96	2.01	1.70	2.95	2.00	1.06	1.38	1.56	1.81	2.49	-0.02	1.44
Intervallo	0.59	23.21	24.62	5.98	2.50	34.90	3244.58	71.18	359.72	3617.74	45.98	12.72	2829.67	1429.48	130.78	3.09	3.13
Minimo	8.04	6.32	12.29	6.36	0.50	1.70	5.00	0.50	0.70	180.60	6.63	0.70	91.13	2.24	13.44	4.22	1.70
Massimo	8.63	29.53	36.91	12.34	3.00	36.60	3249.58	71.68	360.42	3798.34	52.61	13.42	2920.80	1431.72	144.23	7.31	4.84
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.08	3.88	3.35	0.92	0.31	4.15	436.71	9.76	42.23	464.59	6.17	2.04	356.26	239.95	15.63	0.46	0.40

Elementi di statistica descrittiva. Stazione 302 (Lido di Volano) e stazione 304 (Porto Garibaldi)

Stazione 302 Lido di Volano 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
	°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.43	18.58	27.24	10.86	1.32	11.65	330.22	10.27	14.69	639.43	19.91	3.23	531.77	189.82	35.41	5.89	2.43
Errore standard	0.03	1.87	1.36	0.42	0.22	1.20	93.91	2.12	3.84	84.99	2.40	1.03	99.66	64.34	4.45	0.16	0.22
Mediana	8.46	18.96	27.04	10.82	1.00	12.05	69.52	6.93	8.60	492.01	18.57	0.70	453.34	71.21	31.29	5.79	2.38
Moda	8.48				1.00	8.70		0.50	0.70			0.70					
Deviazione standard	0.13	7.93	5.75	1.78	0.94	5.08	398.44	9.00	16.27	360.60	10.17	4.36	422.83	272.99	18.88	0.70	0.95
Varianza campionaria	0.02	62.92	33.11	3.17	0.89	25.83	158750.66	80.99	264.82	130033.86	103.37	19.05	178787.51	74522.66	356.30	0.49	0.90
Curtosi	-0.80	-1.66	0.00	-0.61	2.71	-1.04	1.16	-0.90	1.01	0.51	3.93	1.67	4.67	3.95	0.95	0.44	2.02
Asimmetria	-0.29	-0.14	-0.50	0.16	1.52	0.04	1.27	0.65	1.46	1.23	1.68	1.69	2.02	2.03	1.19	0.64	-0.23
Intervallo	0.45	22.91	21.76	6.44	3.80	17.20	1378.83	27.34	52.08	1197.97	41.42	13.75	1772.76	1006.13	65.04	2.79	4.45
Minimo	8.20	6.83	14.45	8.09	0.20	3.60	5.00	0.50	0.70	314.60	9.22	0.70	50.13	3.21	15.96	4.73	0.03
Massimo	8.64	29.74	36.21	14.53	4.00	20.80	1383.83	27.84	52.78	1512.57	50.65	14.45	1822.89	1009.34	81.00	7.51	4.49
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.94	2.86	0.89	0.47	2.53	198.14	4.48	8.09	179.32	5.06	2.17	210.27	135.75	9.39	0.35	0.47

Stazione 304 Porto Garibaldi 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
	°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.42	18.10	28.01	10.35	2.02	8.25	324.31	10.19	9.57	599.18	23.22	2.30	508.45	179.85	34.59	5.50	2.15
Errore standard	0.03	1.82	1.59	0.52	0.30	1.57	100.36	2.81	2.66	108.23	8.00	0.63	113.55	66.47	4.37	0.25	0.17
Mediana	8.41	18.36	30.75	10.29	2.00	5.60	38.54	3.61	6.08	309.42	13.14	0.70	350.69	52.10	27.72	5.13	1.96
Moda				10.06	1.00		5.00	0.50	0.70			0.70					
Deviazione standard	0.14	7.71	6.73	2.21	1.27	6.65	425.78	11.94	11.29	459.17	33.93	2.67	481.77	282.00	18.53	1.05	0.72
Varianza campionaria	0.02	59.47	45.26	4.89	1.60	44.17	181290.67	142.59	127.43	210840.88	1151.09	7.13	232104.74	79525.83	343.25	1.10	0.51
Curtosi	-0.39	-1.69	0.61	-0.93	2.10	-0.07	-0.47	-0.67	8.36	-1.24	14.68	1.58	0.32	2.36	0.06	-0.91	1.89
Asimmetria	-0.21	-0.10	-0.99	-0.09	1.36	1.02	1.01	0.93	2.63	0.85	3.72	1.63	1.14	1.88	0.89	0.78	1.07
Intervallo	0.54	21.85	24.72	7.07	5.00	21.65	1220.38	31.33	47.67	1108.17	147.79	8.51	1577.98	897.34	67.44	3.05	3.07
Minimo	8.14	6.97	11.02	7.18	0.50	1.25	5.00	0.50	0.70	238.18	5.75	0.70	27.28	1.67	8.75	4.45	0.94
Massimo	8.67	28.81	35.74	14.25	5.50	22.90	1225.38	31.83	48.37	1346.34	153.54	9.21	1605.26	899.01	76.19	7.50	4.01
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.83	3.35	1.10	0.63	3.31	211.74	5.94	5.61	228.34	16.87	1.33	239.58	140.24	9.21	0.52	0.36

Elementi di statistica descrittiva. Stazione 6 e 306 (Casalborsetti)

Stazione 6 Casalborsetti 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
	°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.37	18.21	29.28	9.81	1.54	8.13	506.28	13.27	29.01	820.99	24.02	3.50	576.08	258.18	37.34	5.48	2.52
Errore standard	0.03	1.83	1.57	0.40	0.20	1.48	200.15	3.48	8.09	252.01	4.93	0.90	134.50	122.69	8.52	0.28	0.19
Mediana	8.39	17.39	31.87	10.12	1.50	4.88	56.37	5.80	18.56	368.98	17.49	1.09	349.50	55.09	27.98	4.99	2.37
Moda	8.49				2.00	3.80	5.00	0.50				0.70					2.30
Deviazione standard	0.13	7.77	6.67	1.69	0.83	6.28	849.15	14.78	34.30	1069.20	20.93	3.80	570.64	520.54	36.14	1.20	0.82
Varianza campionaria	0.02	60.31	44.43	2.85	0.69	39.49	721060.42	218.48	1176.68	1143179.05	438.15	14.47	325626.51	270959.64	1305.79	1.43	0.67
Curtosi	-0.20	-1.65	2.17	-1.54	-0.91	0.34	8.09	0.31	6.29	10.87	2.84	0.19	0.99	7.01	12.61	-1.18	2.09
Asimmetria	-0.47	-0.06	-1.46	-0.24	0.26	1.16	2.64	1.08	2.28	3.11	1.83	1.15	1.38	2.65	3.34	0.28	1.19
Intervallo	0.46	22.58	25.49	4.98	2.50	22.20	3406.91	49.14	140.16	4456.14	76.36	11.79	1922.19	1978.96	164.22	3.87	3.25
Minimo	8.11	7.20	10.67	7.10	0.50	0.90	5.00	0.50	0.70	234.12	5.62	0.70	30.54	1.47	7.71	3.66	1.18
Massimo	8.57	29.79	36.16	12.08	3.00	23.10	3411.91	49.64	140.86	4690.26	81.98	12.49	1952.73	1980.44	171.93	7.53	4.43
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.06	3.86	3.31	0.84	0.41	3.12	422.27	7.35	17.06	531.70	10.41	1.89	283.77	258.86	17.97	0.60	0.41

Stazione 306 Casalborsetti 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
		°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.38	18.14	28.14	9.75	2.43	6.61	435.14	10.31	17.46	700.73	17.15	2.58	628.70	223.45	38.85	5.22	2.17
Errore standard	0.02	1.81	1.81	0.38	0.35	1.45	138.56	2.77	4.09	156.36	2.74	0.62	156.47	91.25	6.10	0.24	0.20
Mediana	8.37	17.55	31.14	9.54	2.50	3.78	72.83	3.93	8.69	288.26	13.21	0.70	418.19	58.28	30.61	5.07	1.96
Moda					2.50		5.00	0.50				0.70					
Deviazione standard	0.10	7.70	7.68	1.62	1.49	6.16	587.85	11.74	17.33	663.39	11.64	2.63	663.85	387.15	25.90	1.02	0.85
Varianza campionaria	0.01	59.24	59.03	2.61	2.21	37.89	345564.36	137.76	300.45	440087.24	135.51	6.91	440695.66	149887.75	670.72	1.05	0.72
Curtosi	-0.44	-1.75	1.73	-1.08	-0.72	0.87	-0.52	0.21	0.07	0.13	2.13	-0.52	-0.27	2.13	6.55	-0.56	3.67
Asimmetria	-0.14	-0.07	-1.37	0.23	0.37	1.40	1.06	1.11	1.04	1.22	1.59	1.06	0.97	1.91	2.33	0.42	1.87
Intervallo	0.35	21.33	28.12	5.47	5.00	19.40	1585.27	35.64	58.14	1966.37	40.58	7.06	2106.94	1169.54	106.18	3.60	3.32
Minimo	8.20	7.74	7.28	7.28	0.50	1.40	5.00	0.50	0.70	189.16	5.12	0.70	18.19	1.90	17.81	3.53	1.29
Massimo	8.55	29.07	35.40	12.75	5.50	20.80	1590.27	36.14	58.84	2155.53	45.70	7.76	2125.13	1171.44	123.99	7.13	4.61
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.05	3.83	3.82	0.80	0.74	3.06	292.33	5.84	8.62	329.90	5.79	1.31	330.12	192.53	12.88	0.51	0.42

Elementi di statistica descrittiva. Stazione 9 (Lido Adriano) e Stazione 14 (Cesenatico)

Stazione 9 Lido Adriano 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP. SAL.	O.D.	D.SEC.	CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX	
	°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l					
Media	8.34	17.18	29.83	9.36	1.75	10.48	343.19	12.02	32.81	577.68	15.37	2.71	539.80	181.11	38.23	5.55	2.49
Errore standard	0.04	1.83	1.32	0.61	0.28	2.75	88.71	2.61	9.20	85.51	2.04	0.67	94.03	56.87	3.51	0.24	0.26
Mediana	8.35	17.24	32.73	8.89	1.50	4.94	167.39	8.66	10.77	456.56	14.22	0.70	541.32	90.10	34.33	5.74	2.24
Moda					2.00		5.00	0.50				0.70					
Deviazione standard	0.18	7.53	5.45	2.52	1.16	11.33	365.74	10.76	37.91	352.57	8.40	2.77	387.71	234.48	14.48	0.99	1.05
Varianza campionaria	0.03	56.76	29.75	6.35	1.34	128.26	133766.16	115.69	1437.43	124305.21	70.61	7.69	150317.25	54980.10	209.81	0.98	1.11
Curtosi	-0.79	-1.69	-1.68	-1.17	-0.58	0.94	-0.71	0.06	0.31	-1.22	-0.08	-0.50	-0.51	2.93	-0.21	-0.98	2.42
Asimmetria	0.13	0.03	-0.62	0.07	0.53	1.47	0.78	0.99	1.28	0.58	0.89	1.02	0.52	1.96	0.85	0.23	1.68
Intervallo	0.62	21.60	13.69	7.96	3.90	34.60	1035.21	34.17	113.26	1002.59	27.73	7.93	1232.84	763.53	47.13	3.15	3.54
Minimo	8.05	6.84	21.43	5.01	0.10	1.80	5.00	0.50	0.70	194.54	5.66	0.70	20.43	2.76	22.73	4.00	1.46
Massimo	8.66	28.44	35.11	12.97	4.00	36.40	1040.21	34.67	113.96	1197.14	33.38	8.63	1253.27	766.29	69.86	7.15	5.00
Conteggio	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Livello di confidenza(95.0%)	0.09	3.87	2.80	1.30	0.60	5.82	188.05	5.53	19.49	181.27	4.32	1.43	199.34	120.56	7.45	0.51	0.54

Stazione 14 Cesenatico 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
		°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.32	17.37	31.73	7.93	1.45	9.10	226.15	10.84	48.80	497.61	16.75	2.61	355.43	134.13	32.81	5.55	2.56
Errore standard	0.06	1.80	0.98	0.63	0.13	2.60	63.17	2.17	11.22	65.41	1.86	0.57	49.10	39.60	4.35	0.22	0.14
Mediana	8.23	16.38	33.04	7.13	1.50	4.90	84.32	6.93	32.94	350.70	15.08	1.46	318.33	86.34	26.90	5.38	2.49
Moda					1.00	2.30						0.70					3.06
Deviazione standard	0.26	7.66	4.15	2.65	0.54	11.02	268.00	9.20	47.59	277.52	7.91	2.42	208.32	168.02	18.45	0.94	0.61
Varianza campionaria	0.07	58.63	17.21	7.05	0.29	121.47	71824.46	84.59	2265.20	77018.47	62.49	5.83	43395.46	28231.74	340.30	0.89	0.37
Curtosi	-0.01	-1.76	1.89	-0.01	-0.83	2.97	0.76	0.97	0.74	0.50	2.58	-0.30	-0.59	6.10	3.77	1.14	1.10
Asimmetria	0.89	-0.01	-1.48	0.87	0.18	1.93	1.37	1.47	1.21	1.30	1.39	1.01	0.39	2.55	1.70	-0.13	0.18
Intervallo	0.93	20.95	15.67	9.75	2.00	38.20	871.04	27.92	162.91	899.86	32.86	6.96	738.47	640.38	75.11	4.02	2.70
Minimo	7.95	7.35	20.82	4.12	0.50	1.90	5.00	2.73	2.67	229.65	6.11	0.70	59.34	16.85	13.19	3.28	1.30
Massimo	8.88	28.30	36.48	13.87	2.50	40.10	876.04	30.65	165.58	1129.51	38.97	7.66	797.81	657.23	88.30	7.30	4.00
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.13	3.81	2.06	1.32	0.27	5.48	133.27	4.57	23.67	138.01	3.93	1.20	103.59	83.56	9.17	0.47	0.30

Elementi di statistica descrittiva. Stazione 309 (Lido Adriano) e Stazione 314 (Cesenatico)

Stazione 309 Lido Adriano 3 km dalla costa Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP. SAL.	O.D.	D.SEC. CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX		
	°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l						
Media	8.38	17.17	28.78	9.86	2.50	9.62	333.66	10.90	15.76	586.52	19.75	4.77	438.93	177.16	36.95	5.35	1.96
Errore standard	0.04	1.83	1.38	0.42	0.38	2.57	102.03	2.92	5.46	103.47	4.28	2.47	92.15	67.60	4.56	0.27	0.17
Mediana	8.37	17.49	32.17	9.88	2.50	3.45	55.64	4.56	5.65	295.26	14.56	0.70	254.89	67.42	37.34	5.16	1.87
Moda				1.00			5.00	0.50				0.70					
Deviazione standard	0.15	7.54	5.71	1.73	1.56	10.62	420.69	12.04	22.51	426.60	17.66	10.20	379.93	278.73	18.82	1.11	0.71
Varianza campionaria	0.02	56.86	32.56	3.00	2.44	112.72	176982.65	144.86	506.52	181985.77	311.80	103.97	144349.10	77692.39	354.07	1.22	0.51
Curtosi	-1.29	-1.72	-1.14	-1.29	-1.53	-0.02	-0.05	-0.21	4.50	-1.05	1.96	14.19	-0.43	3.29	-0.01	-0.82	8.53
Asimmetria	0.21	-0.01	-0.79	0.19	0.28	1.23	1.08	1.03	2.26	0.68	1.67	3.66	0.78	2.05	0.41	0.55	2.57
Intervallo	0.46	21.07	16.15	4.93	4.50	29.36	1264.96	34.88	79.16	1266.02	57.09	42.21	1249.50	932.15	69.08	3.42	3.16
Minimo	8.17	7.14	18.29	7.44	0.50	1.74	5.00	0.50	0.70	185.74	5.16	0.70	4.68	0.47	3.69	3.86	1.21
Massimo	8.62	28.21	34.44	12.37	5.00	31.10	1269.96	35.38	79.86	1451.76	62.25	42.91	1254.18	932.62	72.77	7.28	4.37
Conteggio	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Livello di confidenza(95.0%)	0.08	3.88	2.93	0.89	0.80	5.46	216.30	6.19	11.57	219.34	9.08	5.24	195.34	143.31	9.67	0.57	0.37

Stazione 314 Cesenatico 3 km dalla costa Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP. SAL.	O.D.	D.SEC. CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX		
	°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l						
Media	8.41	17.44	31.07	9.54	2.44	10.06	209.45	9.15	13.91	433.28	11.90	1.94	270.52	103.25	40.51	5.08	1.89
Errore standard	0.05	1.78	0.99	0.40	0.34	2.79	65.91	2.57	4.95	67.93	1.62	0.37	57.29	33.52	4.84	0.23	0.11
Mediana	8.32	16.77	32.70	9.39	2.00	4.27	50.88	4.86	4.45	291.78	10.12	1.09	186.75	63.09	36.81	4.96	1.95
Moda				1.00	1.90		5.00	0.50				0.70					
Deviazione standard	0.19	7.56	4.21	1.69	1.42	11.85	279.65	10.89	21.01	288.21	6.86	1.56	243.05	142.21	20.55	0.98	0.45
Varianza campionaria	0.04	57.15	17.75	2.84	2.03	140.42	78204.11	118.57	441.45	83065.62	47.00	2.42	59072.58	20224.80	422.17	0.96	0.20
Curtosi	-0.33	-1.71	0.95	0.90	1.01	2.20	0.29	1.00	5.00	-0.29	-0.44	0.24	0.59	6.77	-0.35	-0.11	-1.21
Asimmetria	0.65	-0.09	-1.34	0.86	1.16	1.66	1.31	1.49	2.27	1.14	0.83	1.05	1.16	2.54	0.65	0.81	-0.31
Intervallo	0.69	21.08	14.66	6.84	5.00	41.48	790.25	33.26	78.46	828.67	22.56	4.92	845.28	559.43	71.65	3.41	1.39
Minimo	8.10	7.11	20.46	6.58	1.00	1.12	5.00	0.50	0.70	147.39	4.01	0.70	14.44	7.52	9.71	3.79	1.11
Massimo	8.79	28.19	35.12	13.42	6.00	42.60	795.25	33.76	79.16	976.06	26.57	5.62	859.72	566.94	81.37	7.20	2.49
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.09	3.76	2.09	0.84	0.71	5.89	139.07	5.42	10.45	143.32	3.41	0.77	120.87	70.72	10.22	0.49	0.22

Elementi di statistica descrittiva. Stazione 17 (Rimini) Stazione 19 (Cattolica)

Stazione 17 Rimini 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
		°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.39	17.88	31.48	9.17	1.72	6.35	185.66	11.08	20.20	404.87	12.52	2.99	297.94	92.07	35.24	4.91	2.62
Errore standard	0.04	1.80	0.83	0.36	0.22	1.79	50.93	2.24	6.89	50.93	1.26	0.75	52.95	29.41	4.37	0.20	0.14
Mediana	8.33	17.39	32.90	8.82	1.50	3.85	73.88	7.24	7.48	307.80	11.86	1.49	241.44	50.09	32.32	4.85	2.43
Moda					1.00	4.00	5.00	0.50	0.70			0.70					
Deviazione standard	0.19	7.62	3.51	1.53	0.91	7.61	216.09	9.52	29.21	216.08	5.34	3.19	224.67	124.76	18.54	0.86	0.60
Varianza campionaria	0.04	58.13	12.29	2.36	0.83	57.90	46695.12	90.67	853.44	46691.64	28.48	10.19	50475.62	15565.43	343.84	0.75	0.36
Curtosi	0.22	-1.73	1.53	-0.68	-0.87	8.86	-1.10	-1.25	3.99	-1.02	0.66	1.75	-0.28	4.56	3.49	-0.55	1.11
Asimmetria	0.93	-0.06	-1.45	0.14	0.67	2.76	0.86	0.60	2.11	0.80	0.83	1.54	0.65	2.30	1.49	0.22	1.30
Intervallo	0.66	21.21	12.89	5.37	3.00	31.80	572.96	26.03	106.08	626.30	19.87	10.59	778.60	431.37	81.74	3.16	2.16
Minimo	8.15	7.55	22.16	6.27	0.50	1.00	5.00	0.50	0.70	184.34	5.80	0.70	5.60	4.22	7.90	3.40	1.87
Massimo	8.80	28.75	35.05	11.64	3.50	32.80	577.96	26.53	106.78	810.63	25.67	11.29	784.20	435.58	89.64	6.55	4.03
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.09	3.79	1.74	0.76	0.45	3.78	107.46	4.74	14.53	107.46	2.65	1.59	111.72	62.04	9.22	0.43	0.30

Stazione 19 Cattolica 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
		°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.35	17.64	32.31	9.20	2.28	6.32	153.98	9.10	16.06	367.23	9.35	2.13	244.98	80.32	53.42	4.65	2.41
Errore standard	0.05	1.75	0.86	0.33	0.37	1.66	47.28	2.24	4.94	50.27	1.15	0.48	43.05	22.86	14.98	0.27	0.15
Mediana	8.32	17.00	33.53	9.40	1.50	3.46	39.34	3.82	5.78	266.11	10.46	1.15	202.10	57.63	37.91	4.57	2.21
Moda					1.50	0.90	5.00		0.70			0.70					
Deviazione standard	0.19	7.42	3.67	1.42	1.57	7.04	200.59	9.49	20.95	213.29	4.90	2.05	182.66	96.99	63.56	1.16	0.65
Varianza campionaria	0.04	55.06	13.46	2.01	2.45	49.57	40235.10	90.09	438.87	45493.79	23.99	4.21	33365.72	9407.40	4039.88	1.34	0.42
Curtosi	-0.30	-1.69	1.35	0.37	-0.80	0.72	-0.33	-0.43	2.45	-0.25	0.43	1.01	2.17	4.72	15.65	-0.51	-0.84
Asimmetria	0.60	0.00	-1.37	0.09	0.85	1.40	1.13	1.05	1.71	1.16	0.41	1.45	1.30	2.18	3.85	0.28	0.70
Intervallo	0.71	20.58	13.82	5.46	4.50	21.50	565.67	27.83	73.55	620.69	20.16	6.56	743.85	367.88	284.38	3.94	2.01
Minimo	8.06	7.78	22.73	6.47	0.50	0.90	5.00	0.50	0.70	166.60	0.70	0.70	3.29	6.93	16.41	2.67	1.59
Massimo	8.76	28.36	36.55	11.93	5.00	22.40	570.67	28.33	74.25	787.29	20.86	7.26	747.14	374.81	300.79	6.62	3.60
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.10	3.69	1.82	0.70	0.78	3.50	99.75	4.72	10.42	106.07	2.44	1.02	90.84	48.23	31.61	0.58	0.32

Elementi di statistica descrittiva. Stazione 317 (Rimini) Stazione 319 (Cattolica)

Stazione 317 Rimini 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
		°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.39	17.92	31.97	9.77	3.56	5.69	179.47	8.82	6.81	494.04	13.10	5.35	222.54	84.24	53.21	4.57	1.92
Errore standard	0.03	1.80	0.86	0.35	0.58	1.78	59.01	2.48	2.17	124.91	4.70	3.55	53.46	30.59	8.81	0.26	0.15
Mediana	8.33	17.61	33.22	9.18	2.50	2.00	30.68	2.89	3.37	243.68	8.62	0.70	131.56	36.69	43.24	4.36	1.76
Moda					2.00	11.00	5.00	0.50	0.70			0.70					
Deviazione standard	0.15	7.62	3.66	1.48	2.44	7.56	250.34	10.51	9.20	529.93	19.93	15.06	226.82	129.77	37.38	1.10	0.64
Varianza campionaria	0.02	58.04	13.36	2.19	5.97	57.20	62670.65	110.54	84.57	280823.13	397.14	226.85	51448.31	16840.99	1397.48	1.21	0.41
Curtosi	0.58	-1.75	1.81	-0.74	-0.63	7.62	0.07	-0.51	4.80	8.60	15.33	17.41	0.65	8.13	2.11	-0.93	0.94
Asimmetria	1.07	-0.07	-1.58	0.72	0.68	2.53	1.25	1.00	2.16	2.71	3.80	4.15	1.25	2.70	1.53	0.19	0.98
Intervallo	0.52	20.86	13.20	4.97	8.00	30.70	700.56	28.15	34.52	2162.25	89.63	64.58	734.73	527.11	134.83	3.64	2.39
Minimo	8.24	7.77	22.48	7.61	1.00	0.60	5.00	0.50	0.70	166.71	0.70	0.70	1.00	0.71	18.29	2.85	1.15
Massimo	8.76	28.63	35.68	12.58	9.00	31.30	705.56	28.65	35.22	2328.96	90.33	65.28	735.73	527.82	153.12	6.50	3.54
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.79	1.82	0.74	1.21	3.76	124.49	5.23	4.57	263.53	9.91	7.49	112.80	64.53	18.59	0.55	0.32

Stazione 319 Cattolica 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
	°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.39	17.68	32.20	9.38	3.21	6.24	159.09	9.02	9.16	359.46	11.34	2.13	201.28	75.86	47.82	4.45	1.98
Errore standard	0.04	1.77	0.89	0.36	0.53	1.88	50.72	2.54	2.43	53.95	2.90	0.55	47.17	27.45	7.05	0.26	0.16
Mediana	8.31	17.52	33.34	9.24	2.50	2.53	31.53	2.98	5.33	249.52	8.50	0.70	129.76	41.79	47.37	4.38	1.86
Moda				9.44	2.00	1.20	5.00	0.50	0.70			0.70					
Deviazione standard	0.18	7.49	3.77	1.54	2.26	7.98	215.19	10.76	10.32	228.91	12.29	2.33	200.12	116.45	29.93	1.09	0.67
Varianza campionaria	0.03	56.16	14.24	2.36	5.09	63.74	46307.76	115.75	106.52	52399.31	151.03	5.44	40049.58	13560.87	895.67	1.18	0.45
Curtosi	0.37	-1.70	0.49	-0.33	-0.28	4.51	-0.41	-0.37	4.22	-0.52	11.46	1.98	2.53	5.25	0.18	0.18	-0.56
Asimmetria	1.15	-0.07	-1.19	0.69	0.95	2.12	1.09	1.08	2.02	1.02	3.14	1.65	1.62	2.48	0.77	0.56	0.61
Intervallo	0.59	20.80	13.09	5.27	7.20	30.20	605.14	29.59	39.65	684.93	55.54	7.77	761.67	397.39	103.98	3.85	2.30
Minimo	8.17	7.68	23.51	7.26	0.80	0.40	5.00	0.50	0.70	151.91	0.70	0.70	1.00	8.86	4.53	2.83	1.10
Massimo	8.76	28.48	36.60	12.53	8.00	30.60	610.14	30.09	40.35	836.84	56.24	8.47	762.67	406.25	108.51	6.68	3.41
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.09	3.73	1.88	0.76	1.12	3.97	107.01	5.35	5.13	113.83	6.11	1.16	99.52	57.91	14.88	0.54	0.33

Elementi di statistica descrittiva. Stazione 13 (Zadina) Stazione 308 (Marina di Ravenna)

Stazione 13 Zadina 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
		°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.27	17.62	30.50	9.03	1.39	10.92	239.25	10.72	39.85	507.14	18.29	2.50	368.56	129.70	32.06	5.39	2.62
Errore standard	0.04	1.81	1.35	0.73	0.17	2.74	67.14	2.43	11.44	76.11	3.92	0.74	62.99	32.58	3.56	0.24	0.13
Mediana	8.26	18.15	33.48	8.37	1.25	4.55	53.81	6.39	15.94	373.29	11.75	0.70	362.10	73.76	27.72	5.38	2.59
Moda					2.00	2.20	5.00					0.70					2.68
Deviazione standard	0.16	7.68	5.72	3.08	0.71	11.62	284.84	10.30	48.52	322.90	16.64	3.12	267.23	138.23	15.09	1.01	0.56
Varianza campionaria	0.03	59.01	32.70	9.52	0.50	134.92	81133.31	106.01	2354.13	104262.05	276.76	9.75	71412.71	19107.72	227.66	1.02	0.31
Curtosi	0.30	-1.73	0.11	-1.33	-1.32	0.37	-0.96	0.46	2.11	-0.07	10.18	2.53	1.37	0.32	0.22	-0.20	2.07
Asimmetria	-0.12	-0.15	-1.11	0.32	0.00	1.22	0.81	1.18	1.70	0.98	2.96	1.83	0.96	1.37	1.12	0.32	0.81
Intervallo	0.66	20.61	19.84	8.99	2.35	37.50	783.48	34.74	157.02	1063.06	72.69	10.40	1040.49	409.28	50.52	3.68	2.47
Minimo	7.92	7.12	17.03	4.74	0.30	1.30	5.00	0.50	0.70	189.18	5.02	0.70	37.29	5.55	16.11	3.64	1.63
Massimo	8.58	27.73	36.87	13.73	2.65	38.80	788.48	35.24	157.72	1252.23	77.71	11.10	1077.79	414.83	66.63	7.32	4.09
Conteggio	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Livello di confidenza(95.0%)	0.08	3.82	2.84	1.53	0.35	5.78	141.65	5.12	24.13	160.57	8.27	1.55	132.89	68.74	7.50	0.50	0.28

Stazione 308 Marina di Ravenna 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2025																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL. "a"	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₃	N-TOT	P-TOT	P-PO ₄	Si-SiO ₂	N/P	NT/Pt	TRIX	TRBIX
		°C	psu	mg/l	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Media	8.38	17.60	30.34	9.59	2.37	8.93	296.67	10.38	14.58	615.74	18.39	2.29	401.00	170.82	36.21	5.10	2.08
Errore standard	0.03	1.88	1.24	0.48	0.37	2.33	96.55	2.69	3.87	137.23	4.12	0.74	90.90	66.25	6.03	0.29	0.18
Mediana	8.39	16.94	32.31	9.24	2.50	3.40	42.81	3.88	8.20	293.54	12.55	0.70	258.83	57.81	29.10	4.78	2.00
Moda					1.00	15.20	5.00	0.50	0.70		12.44	0.70					
Deviazione standard	0.14	7.75	5.11	1.97	1.54	9.60	398.10	11.09	15.94	565.83	16.98	3.04	374.79	273.14	24.88	1.20	0.73
Varianza campionaria	0.02	60.11	26.08	3.87	2.38	92.19	158481.20	122.99	254.10	320161.38	288.25	9.24	140465.78	74603.92	619.10	1.44	0.53
Curtosi	-0.90	-1.69	-0.85	-1.26	0.14	1.33	1.49	-0.62	3.16	1.35	9.48	2.35	0.76	4.15	6.69	-0.69	2.15
Asimmetria	0.21	0.03	-0.78	0.26	0.85	1.47	1.41	0.98	1.72	1.52	2.89	1.83	1.19	2.16	2.32	0.53	1.45
Intervallo	0.44	22.08	15.69	6.06	5.20	30.80	1345.89	30.95	59.44	1826.52	71.52	9.80	1320.59	973.39	106.97	4.14	2.88
Minimo	8.19	7.10	20.86	6.76	0.30	0.80	5.00	0.50	0.70	182.56	5.51	0.70	8.51	2.08	9.84	3.30	1.11
Massimo	8.63	29.17	36.55	12.82	5.50	31.60	1350.89	31.45	60.14	2009.08	77.03	10.50	1329.09	975.47	116.81	7.44	3.99
Conteggio	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.99	2.63	1.01	0.79	4.94	204.68	5.70	8.20	290.92	8.73	1.56	192.70	140.43	12.79	0.62	0.38

ALLEGATO II - Inquinanti specifici a sostegno degli EQB

Media annuale per stazione delle concentrazioni ($\mu\text{g/l}$) degli inquinanti specifici a sostegno degli EQB (tab. 1\B D.Lgs. 172/15)

Parametri/Stazioni	2025					
	CD1			CD2		
	Goro-Ravenna			Ravenna-Cattolica		
	2 L. Volano	4 P. Garibaldi	6 Casalborsetti	9 L. Adriano	14 Cesenatico	17 Rimini
Dimetoato	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Terbutilazina (somma)	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Azoxistrobin	0.014	<0.010	0.011	<0.010	<0.010	<0.010
Boscalid	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Carbendazim	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Cloranttrilipprolo (DPX E-2Y45)	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Cloridazon	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Dimetomorf	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fludioxonil	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fluopicolide	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fluxapyroxad	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030
Imidacloprid	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Metalaxil	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Metamitron	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Metazaclo	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Metolaclo	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Metrafenone	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Oxadiazon	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Pirimicarb	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Procloraz	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Propizamide	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Tebuconazolo	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Tiametoxam	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Triticonazolo	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010

ALLEGATO III - Inquinanti appartenenti all'elenco di priorità in matrice acqua

Concentrazioni medie per stazione (µg/l) degli inquinanti prioritari (tab. 1/A D.Lgs. 172/15)

Parametri/ Stazioni	SQA- MA (µg/L)	2025					
		CD1 Goro-Ravenna			CD2 Ravenna-Cattolica		
		2	4	6	9	14	17
Alacloro	0.3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Antracene	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Atrazina	0.6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzene	8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
Somma PBDE		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Cadmio e composti	0.2	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
Tetracloruro di carbonio	12	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cloroalcani C10-C13 (Cl 51,5%)	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Clorfenvifos	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Clorpirifos Etile	0.03	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
Antiparassitari ciclodiene (somma)	0.005	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
DDT totale	0.025	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
p,p DDT	0.01	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
1,2-Dicloroetano	10	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Diclorometano	20	<6	<6	<6	<6	<6	<6
Di(2-etilesil)Ftalato (DEHP)	1.3	<0.2	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Diuron	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Endosulfan (somma)	0.0005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fluorantene	0.0063	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Esaclorobenzene	0.002	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorobutadiene	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorocicloesano (somma)	0.002	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Isoproturon	0.3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Piombo e composti	1.3	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
Mercurio e composti		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Naftalene	2	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Nichel	8.6	<2	<2	<2	<2	<2	<2
4-nonil-fenolo	0.3	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Octil-fenolo	0.01	<0.003	<0.003	<0.003	0.003	0.004	<0.003
Pentaclorobenzene	0.0007	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Pentaclorofenolo	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo(a)pirene	0.00017	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(b)+(j)fluorantene		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(k)fluorantene		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(g,h,i)perilene		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Simazina	1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tetracloroetilene	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tricloroetilene	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tributilstagno	0.0002	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Triclorobenzeni (somma)	0.4	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cloroformio (Triclorometano)	2.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Trifluralin	0.03	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
Chinossifen	0.015	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Acionifen	0.012	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Cibutrina	0.0025	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Terbutrina	0.0065	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

Concentrazioni massime (µg/l) degli inquinanti prioritari (tab. 1A D.Lgs. 172/15)

Parametri/Stazioni	SQA-CMA (µg/L)	2025					
		CD1 Goro-Ravenna			CD2 Ravenna-Cattolica		
		2	4	6	9	14	17
Alacloro	0.7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Antracene	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Atrazina	2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzene	50	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
Somma PBDE	0.014	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00004	0.00006	0.00006
Cadmio e composti	1.5	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
Tetracloruro di carbonio		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cloroalcani C10-C13 (Cl 51,5%)	1.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Clorfenvifos	0.3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Clorpirifos Etile	0.1	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
Antiparassitari ciclodiene (somma)*		<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
DDT totale*		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
p,p DDT*		<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
1,2-Dicloroetano*		<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Diclorometano*		<6	<6	<6	<6	<6	<6
Di(2-etilesil)Ftalato (DEHP)		<0.2	0.2	<0.2	0.3	0.3	<0.2
Diuron	1.8	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Endosulfan (somma)	0.004	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fluorantene	0.12	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Esaclorobenzene	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorobutadiene	0.6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorocicloesano (somma)	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Isoproturon	1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Piombo e composti	14	1.7	1.6	1.4	1.3	1.4	1.1
Mercurio e composti	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Naftalene	130	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.014
Nichel	34	4	4	3	3	<2	<2
4-nonil-fenolo	2	<0.03	0.04	0.04	<0.03	<0.03	<0.03
Octil-fenolo*		0.005	0.003	0.006	0.008	0.012	0.007
Pentaclorobenzene*		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Pentaclorofenolo	1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo(a)pirene	0.027	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(b)+(j)fluorantene	0.017	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(k)fluorantene	0.017	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(g,h,i)perilene	0.00082	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Simazina	4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tetracloroetilene*		<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tricloroetilene*		<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tributilstagno	0.0015	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Triclorobenzeni (somma)*		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cloroformio (Triclorometano)*		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Trifluralin*		<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
Chinossifen	0.54	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Acclonifen	0.012	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.008	<0.004
Cibutrina	0.016	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

* Parametri che non presentano alcun SQA-CMA nella tabella 1/A del D.Lgs. 172/15 e per i quali si ritiene che i valori di SQA-MA tutelino dai picchi di inquinamento

ALLEGATO IV - Inquinanti ricercati nella matrice biota

Concentrazione ($\mu\text{g/kg p.u.}$) delle sostanze prioritarie ricercate nella matrice biota (tab. 1\A D.Lgs. 172/15)

Anno	SQA biota corretti per il valore di LT ** ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	2025	
Corpo idrico		CD1	CD2
Data di campionamento		07/10/2025	25/09/2025
Specie selezionata		<i>Mullus barbatus</i>	<i>Mullus barbatus</i>
Contenuto acqua %		69.0	68.1
Sostanza grassa tot. %		12.1	10.7
Difenileteri bromurati ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	0.0050	0.1189	0.0317
DDT totale ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	50 (pesci <5% di grassi) 100 (pesci >5% di grassi)	3.4	2.6
Esaclorobenzene ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	3.7	<1.5	<1.5
Esaclorobutadiene ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	55	<16	<16
Mercurio e composti ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	9.1	25	80
Dicofol ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	33	<1.5	<1.5
Acido perfluorottansolfonico e suoi sali (PFOS) ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	4.42	<1.3	<1.3
Diossine e composti diossina- simili ($\mu\text{gTEQ/kg p.u.}$)*	0.0065 TEQ	0.0025	0.0020
Data di campionamento		26/03/2025 - 29/10/2025	21/05/2025
Specie selezionata		<i>Mytilus</i> spp. <i>Ruditapes</i> spp.	<i>Mytilus</i> spp.
Fluorantene ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	30	1.89 (MAR) 0.45 (COST1)	1.75 (M4) ---
Benzo(a)pirene ($\mu\text{g/kg p.u.}$)	5	1.59 (MAR) 0.12 (COST1)	<0.01 (M4) ---

* somma di diossine, furani e PCB diossina-simili espressi in equivalenti di tossicità dell'Organizzazione Mondiale della Sanità utilizzando i Fattori di Tossicità Equivalente (TEQ) dell'OMS (OMS-TEF, 2005); concentrazioni *upper bound* calcolate ipotizzando che tutti i valori dei vari congeneri inferiori al limite di quantificazione siano pari al limite di quantificazione

** SQA da Tab 1/A D.Lgs. 172/15 adeguati in base alla tipologia di organismo e al suo livello trofico (LT) come indicato nelle "Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D.Lgs. 172/2015). Manuali e Linee guida 143/2016." (ISPRA, 2016). Si applica un livello trofico pari a 3 per il pesce e 2 per i molluschi. Le determinazioni analitiche sono effettuate su pesce intero.

ALLEGATO V - Inquinanti ricercati nel sedimento

Medie/anno di Metalli, Organometalli, Policiclici Aromatici e Pesticidi per corpo idrico

Parametri/ Corpi idrici	SQA-MA	2025	
		CD1 Goro-Ravenna Staz. 302-304-306	CD2 Ravenna-Cattolica Staz. 308-309-314-317-319
Metalli (mg/kg s.s.)			
Cadmio	0.3	0.14	0.10
Mercurio	0.3	<0.10	<0.10
Piombo	30	15.0	9.4
Organometalli (µg/kg s.s.)			
Tributilstagno	5	1.6	<1.0
Policiclici Aromatici (µg/kg s.s.)			
Antracene	24	<2.0	<2.0
Naftalene	35	<2.0	<2.0
Pesticidi (µg/kg s.s.)			
Aldrin	0.2	<0.10	<0.10
Alfa esaclorocicloesano	0.2	<0.10	<0.10
Beta esaclorocicloesano	0.2	<0.10	<0.10
Gamma esaclorocicloesano lindano	0.2	<0.10	<0.10
Somma DDT	1	0.15	0.21
Somma DDD	0.8	0.28	0.31
Somma DDE	1.8	0.56	0.36
Dieldrin	0.2	<0.10	<0.10

Medie/anno di Metalli, Organometalli, Policiclici Aromatici e Pesticidi per stazione

Parametri/ Stazioni	2025							
	CD1 Goro-Ravenna			CD2 Ravenna-Cattolica				
	302	304	306	308	309	314	317	319
Metalli (mg/kg s.s.)								
Cadmio	0.21	0.12	<0.10	0.11	0.15	<0.10	<0.10	0.13
Mercurio	0.11	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Piombo	19.0	13.6	12.4	9.3	13.4	6.0	7.0	11.5
Organometalli (µg/kg s.s.)								
Tributilstagno	<1.0	<1.0	3.5	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Policiclici Aromatici (µg/kg s.s.)								
Antracene	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Naftalene	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Pesticidi (µg/kg s.s.)								
Aldrin	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Alfa esaclorocicloesano	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Beta esaclorocicloesano	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Gamma esaclorocicloesano lindano	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Somma DDT	0.22	0.14	<0.10	0.40	0.28	<0.10	0.11	0.18
Somma DDD	0.41	0.32	0.11	0.40	0.48	0.10	0.14	0.45
Somma DDE	0.83	0.53	0.31	0.45	0.57	0.13	0.21	0.46
Dieldrin	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

**Arpae - Agenzia Regionale Prevenzione Ambiente Energia
dell'Emilia-Romagna**

STRUTTURA OCEANOGRAPHICA DAPHNE

V.le Vespucci, 2 - 47042 CESENATICO (FC)

Tel. 0547 83941

E-mail: sod@pec.arpae.it