



Assessorato a difesa del suolo e della costa, protezione civile, politiche
ambientali e della montagna



Arpae

Agenzia Regionale Prevenzione Ambiente e
Energia dell'Emilia-Romagna
Struttura Oceanografica Daphne

Qualità ambientale delle acque marine in Emilia-Romagna

Rapporto annuale 2018



SOMMARIO

1	QUADRO NORMATIVO.....	1
2	QUADRO CONOSCITIVO	3
2.1	Il mare Adriatico: caratteristiche generali	3
2.2	La fascia costiera emiliano-romagnola	4
2.2.1	Le pressioni	4
2.2.2	La qualità delle acque marino costiere.....	5
2.2.3	La circolazione geostrofica e le discontinuità strutturali della fascia litoranea.....	6
2.2.4	I corpi idrici	8
3	METODICHE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI.....	10
3.1	Metodi di campionamento.....	10
3.1.1	Prelievo acqua.....	10
3.1.1.a	Prelievo dei campioni per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton	10
3.1.1.b	Raccolta e trattamento dei campioni per la determinazione dei sali nutritivi	10
3.1.1.c	Prelievo dei campioni per le indagini chimiche.....	10
3.1.2	Prelievo sedimento.....	11
3.1.2.a	Prelievo per l'analisi quali-quantitativa del macrozoobenthos	11
3.1.2.b	Prelievo per le indagini chimiche e chimico fisiche	11
3.1.3	Determinazioni parametri chimico-fisici e biologici colonna d'acqua	12
3.2	Metodi analitici	13
3.2.1	Matrice acqua.....	13
3.2.1.a	Ricerca microinquinanti organici e inorganici.....	13
3.2.1.b	Determinazione dei sali nutritivi	14
3.2.1.c	Analisi quali-quantitativa del Fitoplancton	14
3.2.2	Matrice sedimento.....	15
3.2.2.a	Indagini chimico/fisiche	15
3.2.2.b	Ricerca microinquinanti organici e inorganici.....	15
1.1.1.a	Indagini ecotossicologiche	16
1.1.1.b	Analisi quali-quantitativa del macrozoobenthos.....	17
1.1.2	Indagini meteo-marine	17
2	LO STATO TROFICO	18
2.1	Rete di monitoraggio	18
2.1.1	Parametri e frequenza di campionamento	21
2.2	Rassegna degli eventi eutrofici del litorale emiliano-romagnolo	23
2.3	Elaborazione bollettino.....	35
2.3.1	Parametri idrologici	37
2.3.1.a	Temperatura.....	37
2.3.1.b	Salinità.....	42
2.3.1.c	Clorofilla "a"	52
2.3.2	Elementi nutritivi	55
2.3.2.a	Azoto nitrico (N-NO ₃)	55
2.3.2.b	Azoto nitroso (N-NO ₂)	60
2.3.2.c	Azoto ammoniacale (N-NH ₃)	63
2.3.2.d	Azoto inorganico disciolto (DIN).....	66
2.3.2.e	Azoto totale (N tot).....	68
2.3.2.f	Fosforo reattivo (P-PO ₄).....	71

2.3.2.g	Fosforo totale (P tot).....	75
2.3.2.h	Silice reattiva (Si-SiO ₂).....	79
2.3.2.i	Rapporto N/P (frazione solubile).....	81
2.4	Definizione dello Stato Trofico	83
2.4.1	Approccio metodologico di sviluppo e applicazione dell'Indice Trofico (TRIX).....	83
2.4.2	Indice di Torbidità (TRBIX).....	87
3	LO STATO DI QUALITÀ AMBIENTALE	89
3.1	Rete di monitoraggio	90
3.2	Analisi dei risultati.....	94
3.2.1	Elementi di Qualità Biologica (EQB)	94
3.2.1.a	Fitoplancton.....	94
3.2.1.b	Macrozoobenthos	112
3.2.2	Elementi di qualità chimico-fisica e idromorfologica a sostegno degli EQB	124
3.2.2.a	Elementi di qualità chimico-fisica.....	124
3.2.2.b	Elementi di qualità idromorfologica e fisico-chimica nei sedimenti	126
	Granulometria.....	126
	Carbonio Organico Totale	127
3.2.3	Inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità.....	128
3.2.4	Inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità.....	129
3.2.4.a	Sostanze ricercate nell'acqua.....	129
3.2.4.b	Sostanze ricercate nel sedimento	130
3.2.5	Test ecotossicologici	134
3.2.6	Direzione e altezza onde	135
3.2.7	Direzione e velocità delle correnti marine	138
3.3	Valutazione Stato Ecologico.....	140
3.4	Stato Chimico in aggiornamento	143
4	RETE DI MONITORAGGIO VITA MOLLUSCHI	145
5	EMERGENZE E ANOMALIE AMBIENTALI	147
5.1	MEDUSE	147
5.2	AVVISTAMENTI DI MNEMIOPSIS LEIDYI	148
5.3	AFFIORAMENTI DI MATERIALE MUCILLAGINOSO.....	149
5.4	FORMAZIONE DI SCHIUME.....	151
5.5	FIORITURE DI MACROALGHE VERDI.....	152

HANNO CONTRIBUITO:

Parametri chimico-fisici delle acque:

Margherita Benzi
Cristina Mazziotti
Enza Bertaccini
Maurizio Pascucci
Francesco Ortali

Determinazione della biomassa fitoplanctonica:

Maurizio Pascucci
Claudio Silvestri

Determinazione macrozoobenthos:

Cristina Mazziotti
Francesco Ortali

Analisi dei nutrienti e granulometria:

Paola Martini
Enza Bertaccini
Rita Pellegrino

Indagini ecotossicologiche:

Paola Martini

Determinazione dei microinquinanti

Laboratori integrati delle Sezioni Provinciali Arpa di Ferrara e Ravenna

Stesura testo, elaborazione grafica e statistica:

Margherita Benzi
Cristina Mazziotti
Marco Elementi
Claudio Silvestri
Silvia Pigozzi
Elena Riccardi
Carla Rita Ferrari

Segreteria organizzativa:

Alessandra Tinti

Struttura Oceanografica Daphne

Arpae - Emilia-Romagna

V.le Vespucci, 2 - 47042 Cesenatico FC

<http://www.arpa.emr.it/daphne/>

Si ringraziano per la collaborazione il Comandante Ferdinando Valerio ed il Motorista Papperini Marco del Battello Oceanografico "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 resta quanto previsto dal D.M. 367/03 alla tab.2 e concorrono anch'esse 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), la 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 successivamente 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".

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 2020.

Il perseguimento o mantenimento di tale obiettivo deve avvenire attraverso l'elaborazione e l'attuazione di strategie finalizzate a proteggere e preservare l'ambiente marino, a prevenirne il degrado oltre che a prevenire e 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 e che la capacità degli ecosistemi marini di reagire ai cambiamenti indotti dall'uomo non sia compromessa.

2 QUADRO CONOSCITIVO

2.1 IL MARE ADRIATICO: CARATTERISTICHE GENERALI

L'Adriatico ha un'estensione di 132.000 km², con una superficie pari ad 1/19 di quella del Mediterraneo (2.504.000 km²). Ha un volume di 36.000 km³ corrispondente a 1/103 dell'intera massa acquee mediterranea (3.700.000 km³). Straordinaria è la quantità di acque dolci che in esso si immettono; pur essendo un bacino di modeste dimensioni riceve 1/3 di tutti gli apporti fluviali confluenti nel Mediterraneo (il Mar Nero non è compreso in queste valutazioni).

Presenta una forma allungata secondo un asse principale orientato in direzione Nord Ovest–Sud Est, ha una lunghezza di circa 800 km e una larghezza massima di 220 km. Ricorda un lungo e stretto golfo, chiuso a nord in corrispondenza del Golfo di Trieste ed aperto verso sud, che comunica con il Mar Ionio attraverso il Canale d'Otranto largo appena 74 km. L'Adriatico presenta scarse profondità nella parte settentrionale, sul transetto Rimini-Pola (Croazia) si raggiungono a malapena i 50 m, più a sud, al traverso di Pescara, si trova una depressione, la Fossa di Pomo, che raggiunge i 238 m. La profondità massima di 1200 m si rileva però nella parte meridionale del bacino al largo di Bari. La pendenza dei fondali prospicienti l'Emilia-Romagna è molto lieve, soprattutto se si considera che la profondità oltre ad 1 km dalla costa aumenta di un metro ogni chilometro.

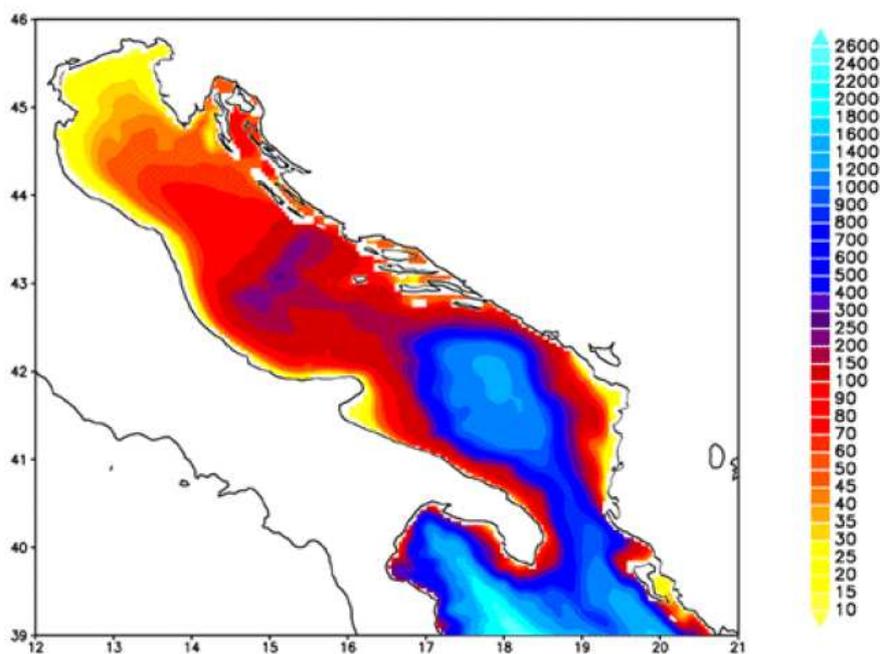


Figura 1 - Rappresentazione morfologica e batimetrica del mare Adriatico

Nella parte alta del bacino si riversano importanti fiumi che nel loro insieme rappresentano il reticolo drenante del Bacino Padano; una vasta valle compresa tra le Alpi a nord e la Catena Appenninica a sud. Nell'arco di costa nord-occidentale troviamo infatti le foci dell'Isonzo, del Tagliamento, del Piave, del Brenta, dell'Adige, del Po e del Reno. Il Po, il primo fiume italiano per lunghezza e portata (675 km di lunghezza e con portata media annuale di circa 1500 m³/sec), termina la sua corsa verso il mare in un delta formato da 5 diramazioni

principali. Il trasporto solido del Po ha generato nel tempo una vasta area deltizia il cui territorio protende verso est per circa 23 km.

Le coste si presentano basse, regolari e sabbiose su gran parte del versante italiano mentre su quello orientale si ha una costa alta, frastagliata e rocciosa. I fondali dell'Adriatico nord-occidentale sono formati da materiale sedimentario a granulometria fine (sabbie, limi e argille). Sulla direttrice che attraversa l'Adriatico da costa a costa, incontriamo una stretta fascia litoranea sabbiosa la cui larghezza media può essere compresa tra 1 e 2 km. Quindi, in rapida successione, troviamo sabbie che si arricchiscono progressivamente di frazioni pelitiche (limo e argille) via via crescenti fino a 5-6 km dalla costa. Da questa distanza fino a 45-50 km la componente sabbiosa scompare per lasciare il posto ai soli fanghi. Questa larga fascia sedimentaria pelitica è originata principalmente dagli apporti di materiali fini portati in sospensione dal Po e dagli altri fiumi e diffusi dalle correnti marine che tendono a convogliarli verso sud-est. L'area più estesa occupata dalle peliti si trova nella zona prospiciente al suo delta e continua poi parallelamente alla costa, per buona parte della lunghezza dell'Adriatico. Superata la fascia occupata dai fanghi, sempre procedendo lungo la direttrice verso il versante orientale, ritroviamo ancora sedimenti pelitico-sabbiosi per una larghezza di diversi chilometri e quindi sabbie fino ad arrivare alla costa croata.

Il Po è il motore principale della circolazione delle acque del nord Adriatico. Con i suoi apporti di acqua dolce esercita una forte diluizione della salinità delle acque della zona costiera e induce una accelerazione che produce in generale correnti verso sud. Tale direzione prevalente delle correnti è rafforzata dai venti prevalenti di Bora (Nord-Nord orientale). La corrente verso sud dell'Adriatico Occidentale è chiamata Corrente Costiera dell'Adriatico Occidentale (WACC), i cui massimi di corrente non si rilevano lungo la costa ma su una batimetria di 20-30 metri, circa 20-30 km da costa. Questa fa sì che si formino delle zone di "ricircolo" ovvero un movimento di masse d'acqua marina vicino a costa con direzione verso nord.

La variabilità delle correnti costiere indotte dai gradienti termici e associata alla salinità dell'acqua è molto accentuata nella zona a nord di Ravenna, mentre la zona sud è caratterizzata da correnti pressoché permanenti verso sud.

2.2 LA FASCIA COSTIERA EMILIANO-ROMAGNOLA

2.2.1 Le pressioni

I processi di eutrofizzazione che da diversi anni affliggono la fascia costiera dell'Emilia-Romagna provocano impatti negativi oltre che sugli equilibri ambientali dell'ecosistema bentico anche su due importanti settori dell'economia regionale e nazionale quali turismo e pesca e rappresentano il problema principale dell'alterazione dello stato ambientale.

Le zone prospicienti al delta del Po e la costa emiliano romagnola, essendo investite direttamente dagli apporti del bacino idrografico padano nonché dagli apporti dei bacini costieri, sono maggiormente interessate da fenomeni di eutrofizzazione. L'influenza e l'effetto dell'apporto veicolato dal fiume Po sull'area costiera, si evidenziano considerando anche il valore di salinità che si abbassa notevolmente lungo la fascia costiera rispetto al mare aperto; inoltre la grande massa di acqua dolce immessa dal fiume Po (1500 m³/sec come media annuale nel lungo periodo: 1917-2017), rappresenta il motore e l'elemento caratterizzante del bacino dell'Adriatico nord-occidentale, in grado di determinare e condizionare gran parte dei processi trofici e distrofici nell'ecosistema costiero (Figura 2).

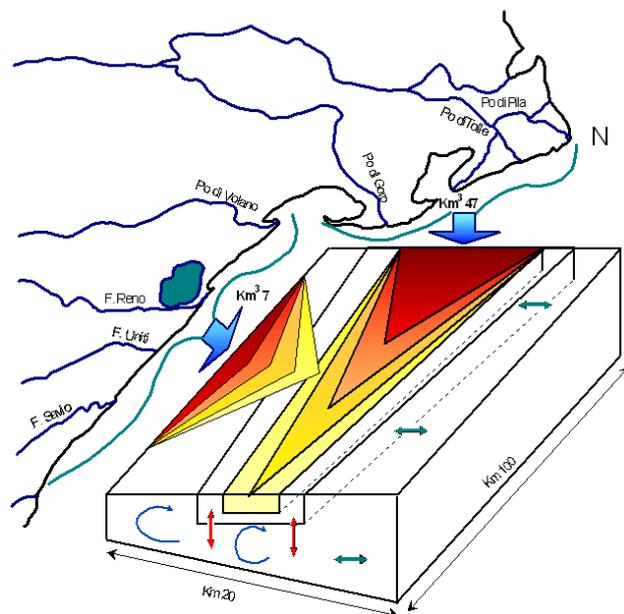


Figura 2 - Modello di distribuzione del gradiente degli inquinanti e dei fattori nutritivi veicolati dal bacino Padano e dai bacini costieri

2.2.2 La qualità delle acque marine costiere

Le attività di monitoraggio attuate dal 1980 hanno consentito di delineare la distribuzione lungo la costa degli elementi eutrofizzanti e degli effetti distrofici conseguenti, discriminando le aree maggiormente interessate dai processi eutrofici, anossici e ipossici che mostrano una grande variabilità stagionale.

Nelle stagioni di autunno, inverno e primavera la fascia costiera risulta divisa in due parti. Lo dimostrano le distribuzioni spaziali, da costa fino a 10 km verso il largo, di salinità, nitrati, considerati come traccianti, e di clorofilla "a" e indice trofico TRIX quali indicatori rispettivamente di biomassa microalgale e di stato trofico.

La prima parte corrisponde alla zona settentrionale dove le concentrazioni di nutrienti assumono valori più elevati rispetto alla zona centro-meridionale. La seconda, che si estende da Ravenna a Cattolica, presenta condizioni di stato ambientale che tendono ad uniformarsi per quanto riguarda gli indicatori di stato trofico, ma con valori più bassi rispetto alla zona settentrionale.

Nel periodo estivo, se si verifica una condizione di riduzione degli apporti dal bacino padano ed in seguito alla modificazione della circolazione delle masse d'acqua, il miglioramento dello stato qualitativo ambientale interessa anche le zone del ferrarese, mentre i processi eutrofici si localizzano nella zona a ridosso del delta del fiume Po.

L'area settentrionale dell'Emilia-Romagna è soggetta maggiormente allo sviluppo di stati anossici/ipossici nel periodo estivo/autunnale rispetto alla restante area costiera. Infatti la formazione di anossie negli strati prossimi al fondale è in stretta correlazione con la biomassa microalgale e alle condizioni al contorno favorevoli, rappresentate da scarsa dinamicità delle masse d'acqua e da situazioni meteo-marine stabili.

In altre parole poiché nella parte settentrionale, Goro-Ravenna, le manifestazioni di stato eutrofico e di fioriture microalgali sono più marcate, anche gli eventi distrofici conseguenti si manifestano più frequentemente.

2.2.3 La circolazione geostrofica e le discontinuità strutturali della fascia litoranea

In una zona costiera dove l'influenza degli apporti fluviali è dominante e le stratificazioni in temperatura e densità sono rilevanti, l'informazione del campo di temperatura e salinità possono essere tradotte in quella del campo di velocità associato alle correnti cosiddette "geostrofiche". La parola viene dal greco e significa "terra che gira": infatti per ottenere una relazione tra temperatura, salinità e correnti si suppone che i gradienti di questi due parametri inducano un campo di velocità che risente degli effetti della rotazione terrestre. Questo bilancio impone che nell'emisfero nord la circolazione sia antioraria attorno alle zone di bassa pressione, ovvero ciclonica, mentre al contrario attorno alle zone di alta pressione la circolazione sia oraria, ovvero anticiclonica.

La struttura più importante che emerge per tutti i mesi, anche se con diversa intensità, è una separazione netta dei regimi di circolazione tra la regione a nord e a sud dell'area tra Ravenna e Lido Adriano. In generale si può dire che la circolazione a nord di Ravenna è molto variabile durante l'anno e si riversa in direzione tra l'inverno e l'estate, mentre a sud la corrente è pressoché invariata in direzione durante l'anno ed è generalmente verso sud. Nella regione centrale attorno a Ravenna le correnti possono essere deboli e verso il largo (come nel caso di gennaio e dicembre) o deboli ma verso costa (come nel caso di settembre e ottobre).

La circolazione a Nord di Ravenna è caratterizzata da un campo di velocità diretto verso il largo sotto la foce del Po (nella zona antistante il Lido di Volano e il Lido delle Nazioni) che si richiude a nord di Ravenna con correnti verso costa. Queste due correnti opposte sono generalmente disconnesse ma ci sono mesi, quali quelli di aprile, maggio, giugno, dove si può chiaramente vedere che le correnti verso il largo e verso costa si connettono, quasi chiudendosi ad anello, producendo lungo la batimetria dei 10-20 metri una corrente verso sud. Questo anello è comunemente chiamato in oceanografia vortice ed in particolare in questo caso, vortice anticiclonico; non è sempre presente e la circolazione mostra cambiamenti repentini di direzione nei vari mesi. Tra febbraio e marzo la corrente in questa area ha direzioni opposte, indicando ancora una volta un regime idrodinamico assai variabile ed instabile. Data l'importanza che questo tipo di circolazione può avere sui fenomeni eutrofici della zona costiera è necessario concentrarsi sulla circolazione dei mesi estivi di luglio, agosto e settembre. A luglio e settembre le correnti sono generalmente prossime alla costa e limitano, verso costa, una zona di alta temperatura e bassa salinità che può condurre a fenomeni distrofici, non rari in queste aree. Questa circolazione può essere vista come il bordo del vortice che è però così accostato che non riesce a chiudersi lungo la costa e tende a confinare le acque calde e poco salate; la circolazione in agosto è leggermente più "aperta" ovvero di scambio tra la costa ed il mare aperto anche se persiste una condizione di confinamento delle acque di tipo fluviale e ad alta temperatura verso la costa. Nella zona a sud di Ravenna e Lido Adriano le correnti sono generalmente verso sud e dell'ordine di 5-10 cm/sec tutto l'anno. È questo un segmento della famosa corrente del nord Adriatico (WACC), che persiste tutto l'anno raggiungendo la massima intensità tra novembre e gennaio. Questo segmento di corrente è disconnesso dalla circolazione a nord di Ravenna eccetto che in novembre, settembre, agosto, giugno e febbraio, dove sembra formare una unica struttura a curve alternanti (o meandri), occludendo da un certo punto di vista la zona costiera dagli scambi con il mare aperto. Nella stessa area a sud di Ravenna vi sono mesi dove la componente della corrente lungo costa è decisamente molto debole (marzo e luglio) mentre la componente perpendicolare alla costa è molto forte come nel caso di maggio, luglio, agosto e settembre.

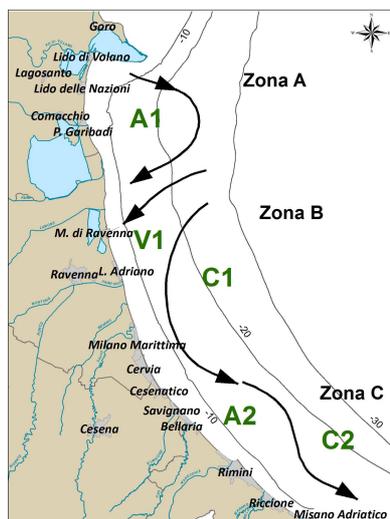


Figura 3 - Schema della circolazione climatologica dell'Emilia Romagna alla superficie

Questa circolazione è indicativa di dinamiche di 'downwelling' lungo la costa, tipiche del regime di venti di questa area. Infatti il vento di Bora induce fenomeni di accumulo delle acque verso costa, seguiti da processi di sprofondamento e 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 separano le acque costiere dell'Emilia Romagna in due zone, una a nord e l'altra a sud di Ravenna (vedi Figura 4).

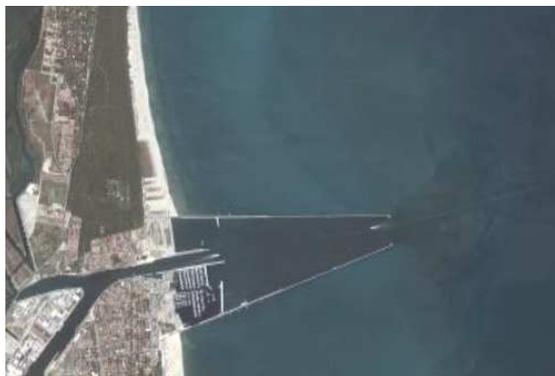


Figura 4 - Estensione delle dighe foranee del Porto Canale di Ravenna

2.2.4 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 $3.39 \cdot 10^{-1}$ e $4.21 \cdot 10^{-1}$, 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) 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 2 Corpi Idrici (Figura 5). Il primo corpo idrico (CD1) si estende da Goro (delta Po) a Ravenna con una superficie di circa 96 km^2 ed è influenzato dagli apporti sversati dal bacino padano e da quello del fiume Reno. Il secondo corpo idrico (CD2) si estende da Ravenna a Cattolica con una superficie pari a 202 km^2 e riceve il contributo dei bacini idrografici dei Fiumi Uniti, Savio e del Conca e Marecchia.



Vertice CD1 Goro-Ravenna	X_ETRS89 fuso 32	Y_ETRS89 fuso 32
CD1_1	761889.994044	4965278.17367
CD1_2	759109.277163	4966564.63804
CD1_3	761229.113886	4932406.67196
CD1_4	764227.611390	4932539.84731
Vertice CD1 Ravenna-Cattolica	X_ETRS89 fuso 32	Y_ETRS89 fuso 32
CD2_1	764227.611390	4932539.84731
CD2_2	761288.985354	4931149.81382
CD2_3	801401.735291	4875222.41584
CD2_4	802799.480646	4877787.23361

Figura 5 - Rappresentazione cartografica dei corpi idrici delle acque costiere marine 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 dei 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 Raccolta e trattamento dei campioni per la 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

Le 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:

- vengono eseguite 3 bennate con benna Van Veen (0.112 m² di superficie di campionamento e capacità 22 litri);
- per ogni bennata 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 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 mucilluginosi 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 "Sea Point" 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 mucilluginosi	Telecamera filoguidata (Fulgore Mare e Telesub Lanterna)

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% 1% sat.	0.1% sat.	3 s
pH	0 – 14 pH	0.01 pH	0.001 pH	3 s
Torbidimetro	0 – 30 ftu	1% f. s.	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	<p>- Procedura Arpae m/P/AC/007/FE: <i>Metodo per la determinazione dei residui di prodotti fitosanitari in acque superficiali, di transizione e marino-costiere mediante estrazione in fase solida (SPE) e analisi in cromatografia liquida e gassosa abbinate a spettrometri di massa.</i> (riferimento APAT IRSA CNR Metodi analitici per le acque - Manuali e linee guida n° 29/2003: <i>Metodo 5060. Prodotti fitosanitari (Antiparassitari, pesticidi)</i>)</p> <p>- Metodo EPA8081a. Organochlorine pesticides by gas chromatography</p> <p>- Metodo EPA8270c. Semivolatile organic compounds by gaschromatography/mass spectrometry (GC/MS)</p>
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	
Azoxystrobin	
Chloridazon	
Metalaxyl	
Metolachlor	
Oxadiazon	
Boscalid	
Propyzamide	
Thiamethoxam	
Solventi organici	
Benzene	<p>- Metodo EPA 5030c/2003</p> <p>- Metodo EPA 8260c/2006 - Purge and trap e GC/MS</p>
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 (DHEP)	<p>- Metodo EPA 3510c/1996</p> <p>- Metodo EPA 8270d/2014</p>

Parametro	Metodo analitico
Alchilfenoli	
4- Nonilfenolo	
Ottilfenolo 4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	- Metodo UNI EN 18857-1/2006
Clorofenoli	
Pentaclorofenolo	- APAT IRSA CNR Metodi analitici per le acque - Manuali e linee guida n° 29/2003: <i>Metodo 5070</i> .
Difenileteri Polibromurati (PBDE)	
Difeniletero bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99,100, 153 e 154)	- Metodo EPA 1614/2007
Policiclici Aromatici	
Fluorantene	
Antracene	
Benzo(a)pirene	- Metodo EPA 3510c/1996
Benzo(b)fluorantene	- Metodo EPA 3630c/1996
Benzo(k)fluorantene	- Metodo EPA 8270d/2014
Benzo(g,h,i)perilene	
Indeno(1,2,3-cd)pirene	
Naftalene	
Cloroalcani	
Alcani, C10-C13 (Cl 51,5)	- M/C/MO/004/LM (HPLC/MS)
Metalli	
Mercurio e composti	- APAT IRSA CNR Metodi analitici per le acque - Manuali e linee guida n° 29/2003: <i>Metodo 3200 A1</i>
Cadmio	
Nichel	- Metodo UNI EN ISO 17294-2/2016
Piombo	
Organometalli	
Tributilstagno (composti) (tributilstagno-catione)	- Metodo UNI EN ISO 17353-2/2006

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-031-04Rev.2 (multitest MT3A)
Azoto ammoniacale	SEAL Analytical Q-080-06 Rev. 2
Azoto nitroso	SEAL Analytical Q-030-04 Rev 3 (Multitest MT3A)
Silicati	Bran+Luebbe N° G-177-96-Rev.1 (Multitest MT19)
Azoto nitrico	SEAL Analytical Q-035-04 Rev.7 (Multitest MT3B, 3C)

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, 600x, 400x, 300x, 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 - 09e1 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. - ISO 3310-1:2000 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.
Carbonio organico (TOC)	Ossidazione ad anidride carbonica del carbonio organico e inorganico e determinazione fotometrica – IR

3.2.2.b Ricerca microinquinanti organici e inorganici

Sostanza	Metodo analitico
Metalli	
Mercurio	- UNI EN ISO 13657/2004
Cadmio	- EPA 6020b/2014
Nichel	
Piombo	
Arsenico	
Cromo totale	
Cromo esavalente (Cr VI)	- G.U. N 116 del 21/05/2003 D.L. 08/05/2003
Organometalli	
Tributilstagno	- Metodo interno-Estrazione con metilene cloruro, digestione in acido nitrico e determinazione in ICP-MS
Pesticidi	
Aldrin	- Metodo Arpae M/P/Am/003/LM: <i>Metodo per la determinazione di composti organoclorurati nei campioni di sabbia e sedimento mediante estrazione Quechers e analisi in cromatografia gassosa abbinata a spettrometri di massa-massa.</i>
Alfa esaclorocicloesano	
Beta esaclorocicloesano	
Gamma esaclorocicloesano lindano	
DDT	
DDD	
DDE	- Pesticidi Organoclorurati. Quad.Ist.Ric.Acque,64. Metodi analitici fanghi Vol.3. Gennaio 1988
Dieldrin	- Metodo EPA8081a. Organochlorine pesticides by gas chromatography.
Esaclorobenzene	- Metodo EPA8270c. Semivolatile organic compounds by gaschromatography/mass spectrometry (GC/MS)
Policiclici Aromatici	
Naftalene	- Metodo EPA 3545A 2007
Acenaftilene	- Metodo EPA 3630C 1996
Acenaftene	- Metodo EPA 8270D 2014
Fluorene	

Sostanza	Metodo analitico	
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		- Metodo EPA 1613B 1994 (G.C.+MASSA-MASSA)
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	- M/C/MO/002/LM rev.6 2016 (G.C.+MASSA-MASSA)	
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		

1.1.1.a Indagini ecotossicologiche

Specie	Matrice testata	Stadio vitale	Esposiz..	End-Point	Espressione dato
<i>Vibrio fischeri</i>	elutriato	cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	EC20 e EC50
	sedimento privo di acqua interstiziale	cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	S.T.I. (Sediment Toxicity Index)

Determinazione	Metodo analitico
Saggio ecotossicologico con batteri bioluminescenti- <i>Vibrio fischeri</i>	<p>Determinazione della tossicità acuta end point - inibizione della bioluminescenza</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metodi analitici per le acque, - APAT – CNR - IRSA, 29/2003 Vol. 3° pp 1003-1012 - ISO/CD 11348-3 “Water quality - Determination of the inhibitory effect of water samples on the light emission of <i>Vibrio fischeri</i> (Luminescent bacteria test) -- Part 3: Method using freeze-dried bacteria - Azur Environmental, 1995¹ modificato secondo Onorati e Mecozzi, 2004² <p>¹ Azur Environmental, 1995. Microtox® Acute Toxicity Solid-Phase Test, 20 pp ² ONORATI F., MECOZZI M., 2004. Effects of two diluents in the Microtox® toxicity bioassay with marine sediments. Chemosphere, 54: 679 – 687</p>

1.1.1.b Analisi quali-quantitativa del macrozoobentos

Vengono adottati i criteri definiti da Gambi, M.C. & Dappiano, M. (Ed.) (2003), Manuale di metodologie di campionamento e studio del bentos 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.

1.1.2 Indagini meteo-marine

Determinazione	Strumentazione - Località
Precipitazioni atmosferiche	Stazione meteorologica Cesenatico-Pluviografo (SIAP)
Altezza dell'onda	Boa ondometrica Mod. Datawel MKIII (coordinate WGS84 12.3669°E 44.5101°N) gestita da Arpa-SIMC
Portate fiume Po	Fornite dal Servizio IdroMeteoclima di Arpa
Correnti marine	Correntometro Aanderaa, modello RCM9 (coordinate WGS84 12.28309°E 44.12743°N)

2 LO STATO TROFICO

2.1 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 sintetizzati:

- 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.ppdddd)	LON WGS84 (gg.ppdddd)
2	Lido di Volano	3.9	0.5	44.457656	12.155128
3	Lido Nazioni	5.1	0.5	44.434495	12.150388
4	Porto Garibaldi	3.7	0.5	44.396873	12.154228
5	Foce Reno	5.2	0.5	44.365613	12.174268
6	Casalborsetti	5.2	0.5	44.332012	12.174568
8	Marina di Ravenna	3.5	0.5	44.28299	12.175348
9	Lido Adriano	5.4	0.5	44.240749	12.195387
11	Lido di Savio	3.9	0.5	44.195268	12.208826
12	Cervia	3.5	0.5	44.162989	12.217405
13	Zadina	3.0	0.5	44.13621	12.23442
14	Cesenatico	3.1	0.5	44.127226	12.241524
16	Bellaria	4.2	0.5	44.090626	12.283585
17	Rimini	4.3	0.5	44.046585	12.350548
18	Riccione	3.8	0.5	44.016584	12.38289
19	Cattolica	4.1	0.5	43.582924	12.444691
302	Lido di Volano	6.7	3	44.456876	12.174088
304	Porto Garibaldi	9.1	3	44.396934	12.172888
306	Casalborsetti	10.2	3	44.334052	12.193348
308	Marina di Ravenna	8.1	3	44.28899	12.192627
309	Lido Adriano	9.4	3	44.243089	12.213866
314	Cesenatico	8.3	3	44.132626	12.258444
317	Rimini	9.9	3	44.058165	12.359907
319	Cattolica	11	3	43.593664	12.455912
602	Lido di Volano	7.8	6	44.455737	12.196888
604	Porto Garibaldi	12	6	44.397054	12.194968
609	Lido Adriano	11.4	6	44.24549	12.235585
614	Cesenatico	10.2	6	44.139407	12.278603
619	Cattolica	12.1	6	44.006625	12.469712
1002	Lido di Volano	10.1	10	44.454357	12.227489
1004	Porto Garibaldi	14.8	10	44.397175	12.225689
1009	Lido Adriano	15.1	10	44.249031	12.265945
1014	Cesenatico	12.3	10	44.148588	12.305963
1019	Cattolica	13.6	10	44.023846	12.487892
2004	Porto Garibaldi	26.5	20	44.397297	12.301289
2014	Cesenatico	22.0	20	44.17109	12.373884



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

2.1.1 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, 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 L. 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	FITOPLANCTON	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

2.2 RASSEGNA DEGLI EVENTI EUTROFICI DEL LITORALE EMILIANO-ROMAGNOLO

Il 2018 è stato un anno caratterizzato da precipitazioni più abbondanti rispetto al precedente ma, come accade negli ultimi anni, queste si sono manifestate in maniera disomogenea e a volte con eccezionale intensità, intervallate a periodi di siccità. Contemporaneamente alle precipitazioni intense si sono verificati anche eventi di maltempo singolari caratterizzati da venti forti e intense mareggiate in particolare a febbraio, marzo e ottobre che hanno condizionato anche la qualità ambientale dell'ecosistema marino costiero. Ugualmente, le alte temperature atmosferiche con situazione di eccezionalità segnalate su tutto il territorio regionale e nazionale hanno influito sulle fluttuazioni delle temperature nelle acque superficiali lungo tutta la costa anche al largo.

L'inizio del 2018 è stato caratterizzato da piccole anomalie per le temperature atmosferiche in tutta la regione con minimi e massimi al di sopra della media climatologica e per scarse precipitazioni mantenutesi al di sotto di quelle previste. Questa condizione ha influito anche sull'andamento delle temperature delle acque marine di superficie che si sono mantenute, in tutti i controlli effettuati a gennaio, superiori a 7.5°C sia in costa che al largo, in particolare nell'area più meridionale. Durante il monitoraggio del 15-18 gennaio nella stazione a 20 km al largo da Rimini si è registrato il valore più basso di temperatura pari a 11.1°C (Figura 7).

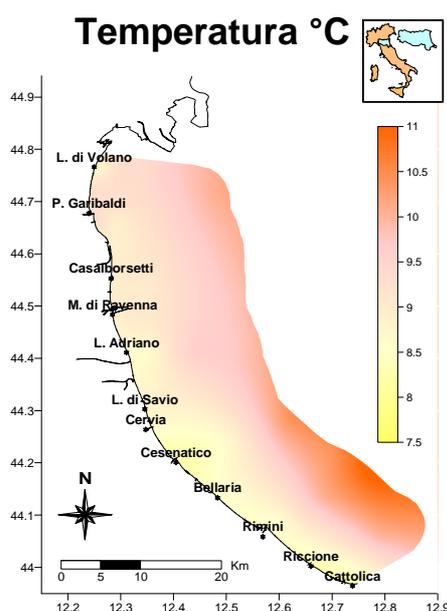


Figura 7 - Mappe di distribuzione della temperatura rilevate da costa fino a 20 km al largo il 15-18 gennaio

Nell'area meridionale si sono osservate concentrazioni medio alte di clorofilla "a" (Figura 9) determinate dalla presenza di elevate abbondanze di fitoplancton in particolare di Diatomee appartenenti al genere *Chaetoceros* e *Ditylum* caratteristiche del periodo (Figura 8).

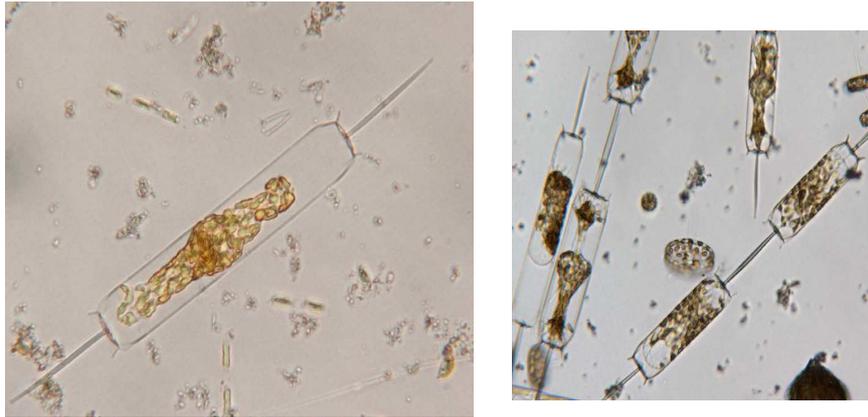


Figura 8 - *Ditylum* spp. Fotografie al microscopio ottico (Foto archivio: Struttura Oceanografica Daphne)

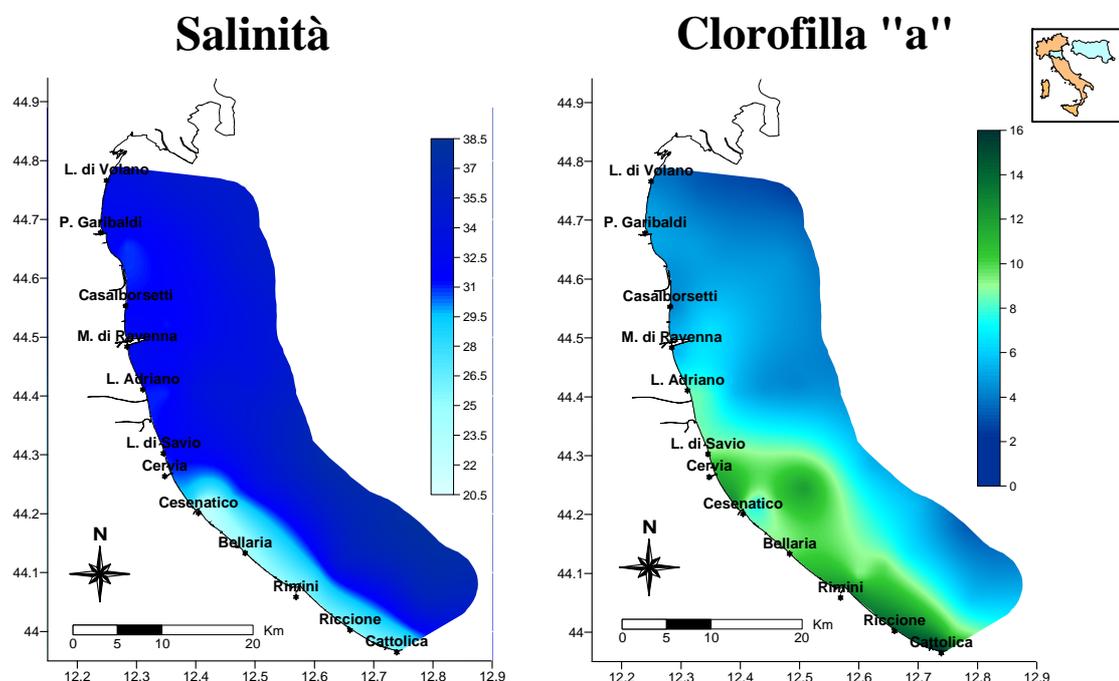


Figura 9 - Mappe di distribuzione della salinità (psu) e della clorofilla “a” ($\mu\text{g/l}$) rilevate da costa fino a 20 km al largo il 15-18 gennaio

A febbraio si è assistito ad una inversione di tendenza per quanto riguarda i valori di temperatura e salinità in conseguenza del cambiamento delle condizioni meteo climatiche e marine che si sono avute anche in Emilia Romagna. Il mese si è caratterizzato infatti per abbondanti precipitazioni non solo piovose ma anche nevose a partire dal 21 febbraio, ed a forti abbassamenti di temperatura a fine mese. Nella stazione pluviometrica di Cesenatico si è calcolata una media mensile di 8.6 mm di pioggia con i massimi registrati il giorno 23 pari a 61 mm (Figura 10).

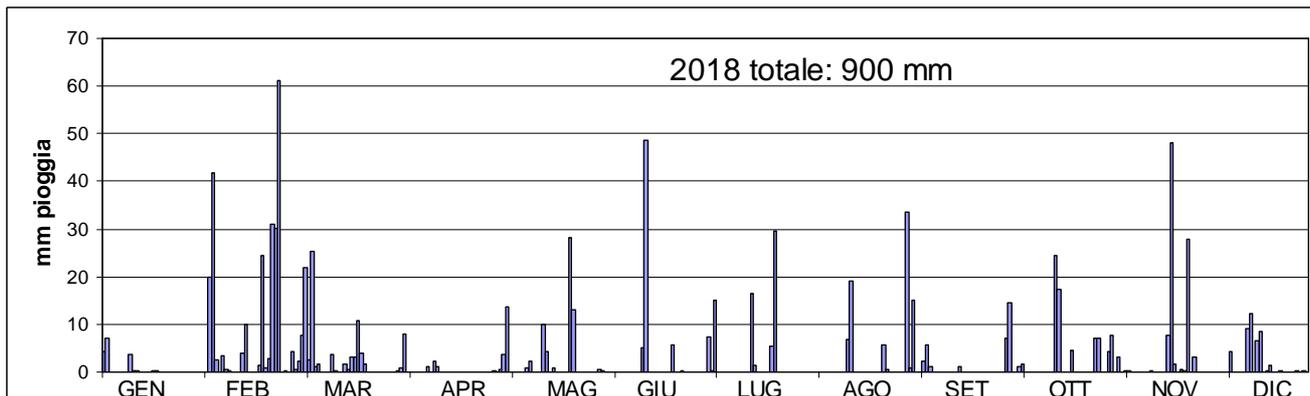


Figura 10 - Andamento annuale delle precipitazioni rilevate nella stazione di Cesenatico presso la Struttura Oceanografica Daphne

Oltre alle piogge si sono verificate anche mareggiate significative sia in termini di intensità che durata tra il 21 e il 27 febbraio (Figura 11); in particolare il giorno 21 si è raggiunta un'intensità di classe 4, mentre il giorno 24 l'altezza delle onde ha toccato il massimo di 3 mt a causa dello spirare di forti venti di Bora. Le diverse giornate caratterizzate da rigide temperature e vento forte sulla costa e sul mare hanno portato ad un conseguente abbassamento delle temperature delle acque marine di superficie e ad un forte rimescolamento delle masse lungo tutta la colonna.

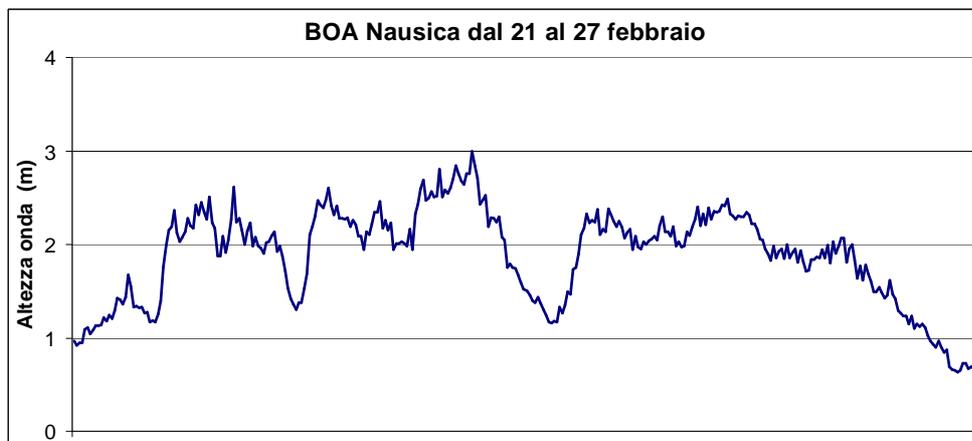


Figura 11 - Altezza dell'onda registrata dal 24 al 27 febbraio (dati Boa Nausicaa)

Anche marzo è stato un mese freddo e nevoso per l'ingresso nei primi giorni del Burian, aria siberiana, che ha portato ad un sensibile calo delle temperature. Oltre a temperature rigide il mese si è caratterizzato anche per eventi di instabilità meteo marina che hanno impedito il normale svolgimento delle attività di controllo da parte dell'unità operativa della Daphne. Condizioni meteo di forte instabilità hanno contrassegnato anche il mese di Aprile ma oltre a ciò è da segnalare un sensibile aumento delle temperature esterne rilevato su tutto il territorio contemporaneamente a scarse precipitazioni (0.46 mm di pioggia media calcolata a Cesenatico).

Questa condizione di livelli termici elevati ha contribuito ad incrementare velocemente la temperatura superficiale delle acque marine; infatti a fine mese i controlli eseguiti, causa

condizioni meteo marine avverse solo nell'area più meridionale della costa, hanno rilevato un aumento importante dei valori con una media pari a 17.6°C (Figura 12).

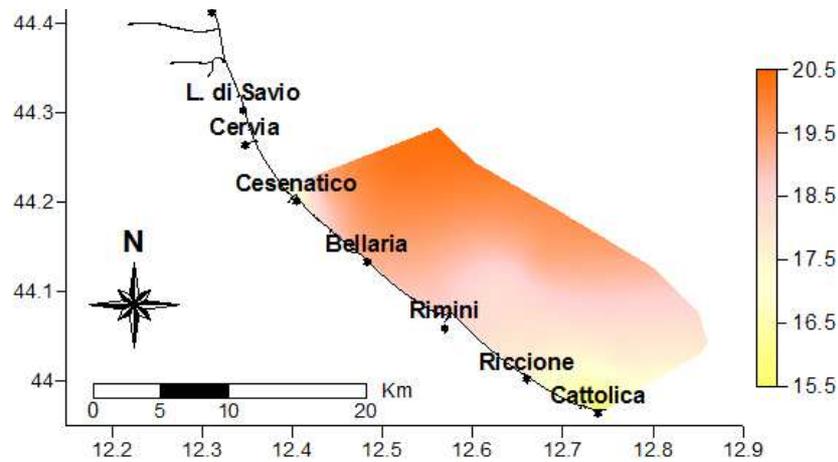


Figura 12 - Mappa di distribuzione della temperatura rilevate da costa fino a 10 km al largo da Cesenatico a Cattolica il 26 aprile

Maggio è stato un mese con condizioni meteo variabili e perturbato da temporali intensi accompagnati da forti raffiche di vento. Nonostante ciò l'ultimo periodo del mese si è comunque caratterizzato anche da temperature alte che hanno portato ad un innalzamento di quelle marine in particolare in superficie e nell'area più a nord della costa (Figura 13).

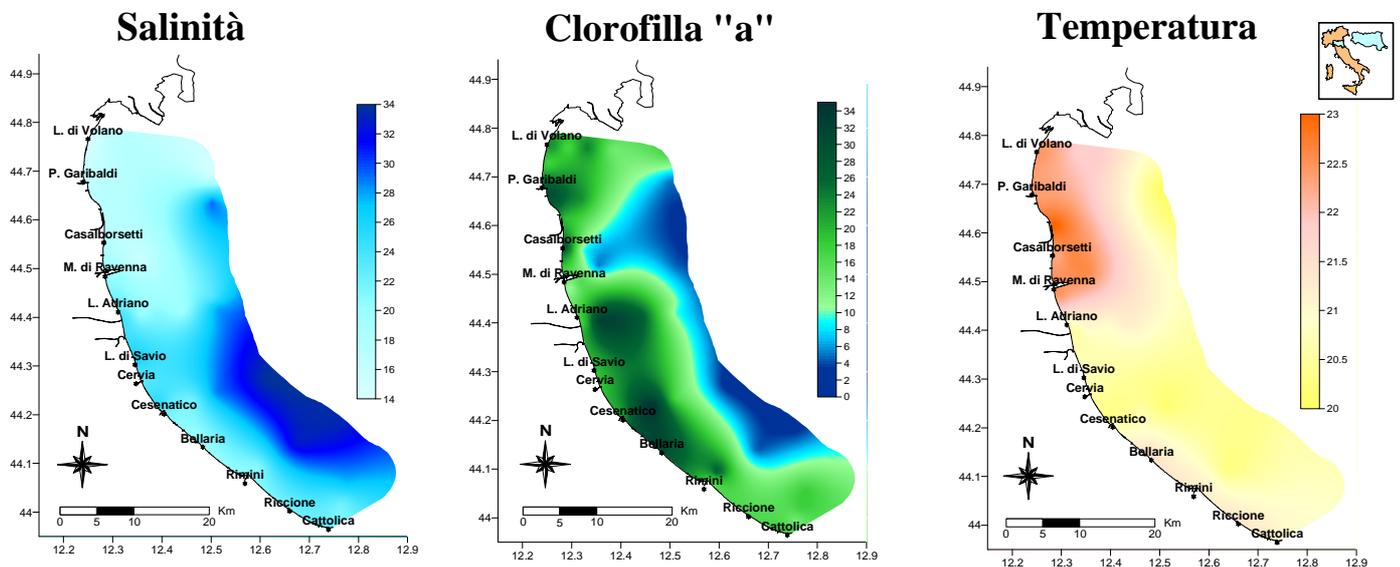


Figura 13 - Mappe di distribuzione della salinità (psu), clorofilla "a" (µg/l) e temperatura (°C) lungo la costa fino a 20 km al largo nel monitoraggio del 08-10 maggio

I controlli in mare hanno registrato, oltre all'aumento delle temperature, anche salinità bassa a causa di intensi apporti dai bacini costieri ed in particolare da quello padano che hanno portato a forti diluizioni delle acque marine nei primi metri della colonna d'acqua (Figura 45). Oltre ad abbassare la salinità, detti apporti hanno contribuito ad immettere concentrazioni di

nutrienti quali azoto e fosforo che hanno alimentato e sostenuto la componente fitoplanctonica marina, determinandone un incremento in biomassa. Si è infatti rilevata a inizio mese, una condizione di eutrofizzazione estesa su tutta la costa monitorata sia in costa che al largo, sostenuta principalmente dal genere *Chaetoceros* spp. (Figura 14).

L'alta produttività microalgale ha determinato un aumento delle concentrazioni di ossigeno fino a valori di sovrasaturazione.

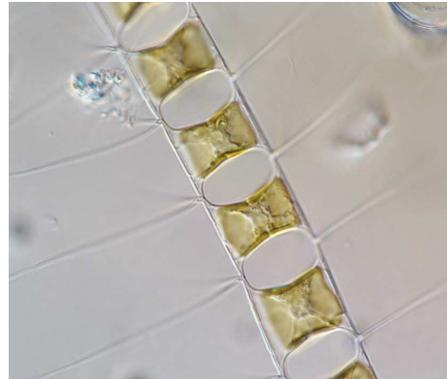
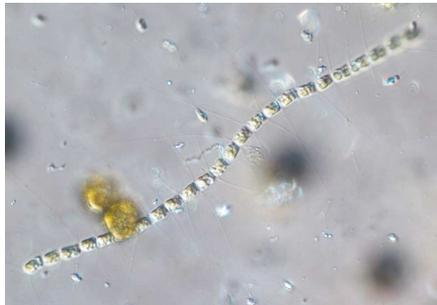


Figura 14 - *Chaetoceros* spp. Fotografia al microscopio ottico (Foto archivio: Struttura Oceanografica Daphne)

Anche il mese di giugno si è contraddistinto per condizioni meteo instabili e variabili, con frequenti temporali accompagnati da forti venti e con temperature elevate superiori alla media del periodo.

Intensi temporali nelle giornate tra l'11 e il 14 hanno scaricato precipitazioni importanti in alcune zone come ad esempio a Cesenatico dove, precisamente il giorno 14, si sono misurati 18.8 mm di pioggia. L'aumento delle portate dai bacini costieri ha contribuito a diluire le acque marine soprattutto in costa ed a immettere elementi nutritivi che hanno favorito l'aumento della biomassa microalgale. In particolare le osservazioni al microscopio hanno rilevato la presenza prevalente di Diatomee in particolare di *Chaetoceros curvisetum* e *Dactyliosolen* spp. (Figura 15).

Le attività di controllo in mare sono state ostacolate dalle condizioni di instabilità meteo marina ma il monitoraggio del 18-19 giugno eseguito entro i 3 km dalla costa hanno evidenziato una condizione ambientale caratterizzata da elevate concentrazioni di clorofilla "a" per lo sviluppo di un intenso fenomeno eutrofico sostenuto da Diatomee con bassi valori di salinità in particolare nella zona settentrionale (Figura 16).



Figura 15 - *Dactyliosolen* spp. Fotografie al microscopio ottico (Foto archivio: Struttura Oceanografica Daphne)

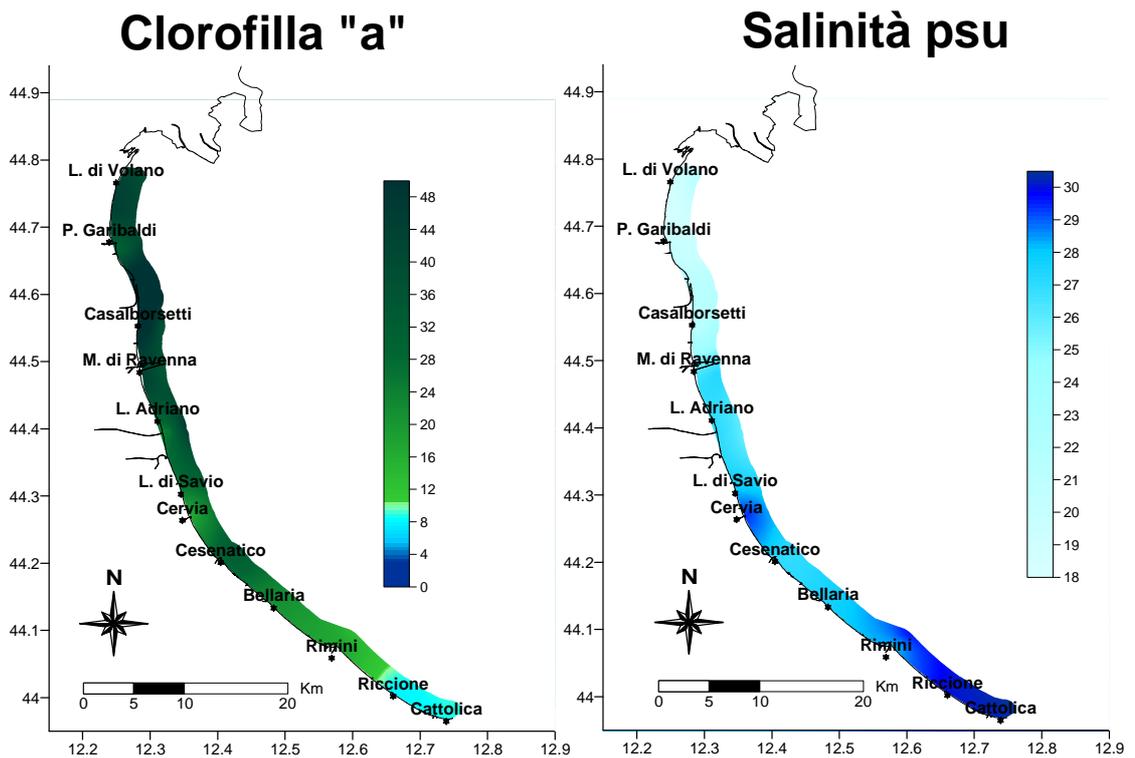


Figura 16 - Mappe di distribuzione della clorofilla “a” ($\mu\text{g/l}$) e della salinità (psu) lungo la costa fino a 3 km al largo nel monitoraggio del 18-19 giugno

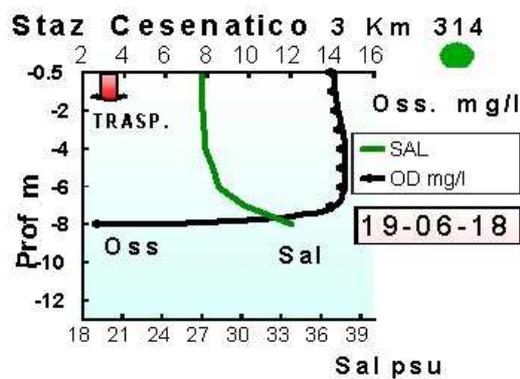


Figura 17 - Profili verticali di salinità (psu) e ossigeno disciolto (mg/l) nella stazione a 3 km davanti a Cesenatico rilevate durante il monitoraggio del 18-19 giugno

Durante tutto giugno si sono rilevate soprattutto nell’area centro settentrionale concentrazioni elevate di clorofilla “a” che, oltre ha determinare un colore verde marrone caratteristico alle acque di superficie, ne hanno diminuito molto la trasparenza (Figura 18).

L’alta produttività dell’ecosistema marino in questo periodo ha contribuito da una parte ad un aumento delle concentrazioni di ossigeno disciolto negli strati superficiali della colonna ma dall’altra ad un incremento dell’attività metabolica anche della componente biologica eterotrofa presente sul fondo. Qui il materiale organico microalgale, depositatosi sul fondale marino a fine ciclo vitale, ha alimentato la catena trofica dei detritivori aumentando il consumo di ossigeno disciolto in ambiente marino. Si osserva infatti a fine mese limitate aree

localizzate nella zona costiera più settentrionale nelle quali, la diminuzione di ossigeno sul fondo, tendeva all'ipossia (Figura 19).

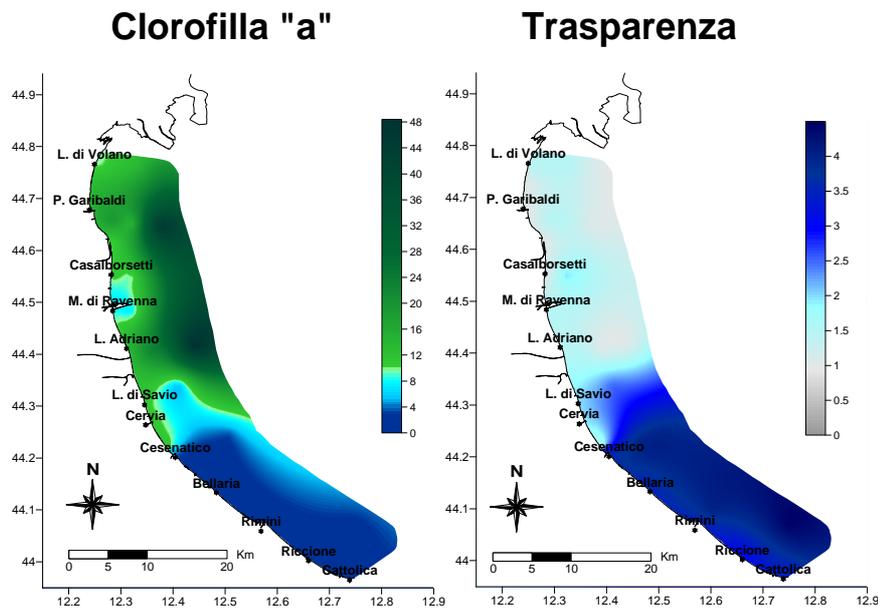


Figura 18 - Mappe di distribuzione della clorofilla “a” (µg/l) e della trasparenza (m) lungo la costa fino a 10 km al largo nel monitoraggio del 11-12 giugno

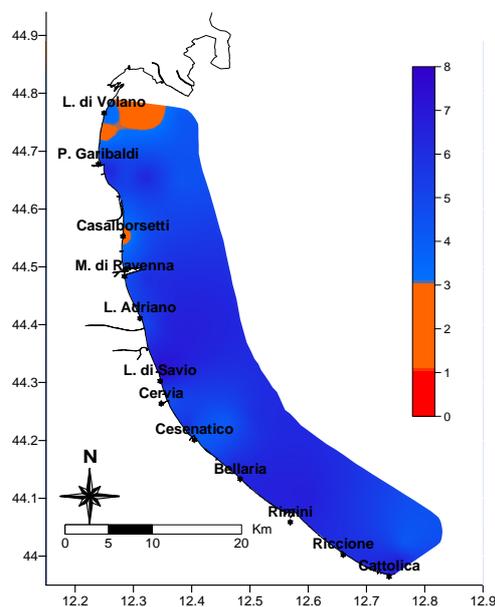


Figura 19 - Mappa di distribuzione dell'ossigeno di fondo (mg/l) lungo la costa fino a 10 km al largo nel monitoraggio del 25-29 giugno

In questo periodo si è segnalata la presenza in mare di schiume più o meno diffuse, in questo caso si è trattato di sostanza organica di origine naturale (fioriture microalgali) presente lungo la colonna d'acqua e separatasi dalla fase acquosa a seguito della sinergia tra l'azione del vento e il moto ondoso.

A luglio le temperature si sono mantenute elevate con il massimo raggiunto a fine mese contemporaneamente alla prima ondata di calore registrata in Emilia Romagna (Figura 20).

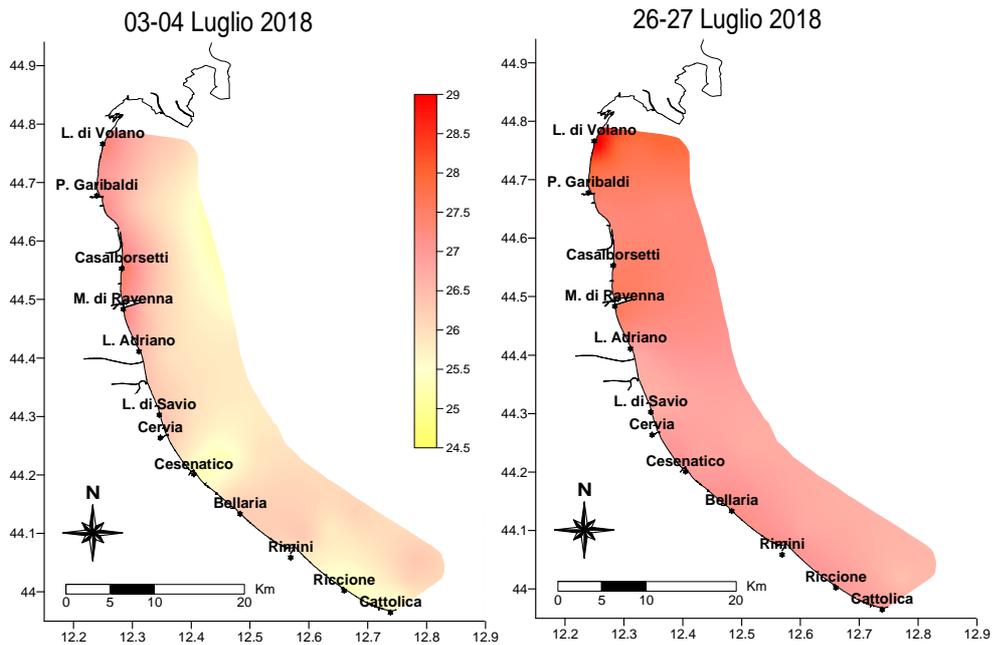


Figura 20 - Mappe di distribuzione della temperatura (°C) lungo la costa fino a 10 km al largo nei monitoraggi del 03-04 e 26-27 luglio

Durante i controlli eseguiti in mare si è segnalata anche la presenza di meduse in particolare della specie *Rhizostoma pulmo*.

L'ondata di caldo a fine luglio è proseguita fino alla prima settimana di agosto con conseguente incremento delle temperature superficiali delle acque marine. Il 1 agosto è stata la giornata più calda in assoluto registrata nel 2018 e nelle stazioni costiere posizionate nell'area più settentrionale con valori medi attestatisi intorno ai 30°C (Figura 21).

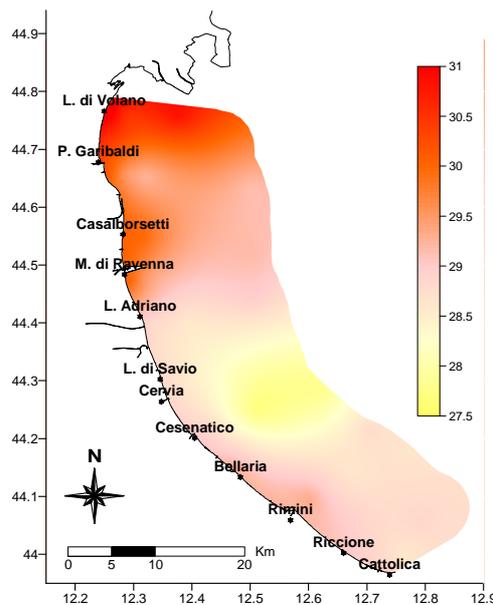


Figura 21 - Mappa di distribuzione della temperatura (°C) lungo la costa fino a 10 km al largo nel monitoraggio del 06-07 agosto

Intorno alla metà di agosto sono mutate le condizioni meteorologiche con giornate caratterizzate dal susseguirsi di intensi temporali accompagnati anche da forti raffiche di vento. Questa situazione ha contribuito a modificare le condizioni in mare con un abbassamento delle temperature superficiali ed un importante rimescolamento delle masse d'acque lungo tutta la colonna d'acqua, che ha uniformato i parametri idrologici da superficie a fondo.

L'ultimo monitoraggio di fine agosto ha rilevato temperature più basse ed un generale miglioramento della qualità ambientale.

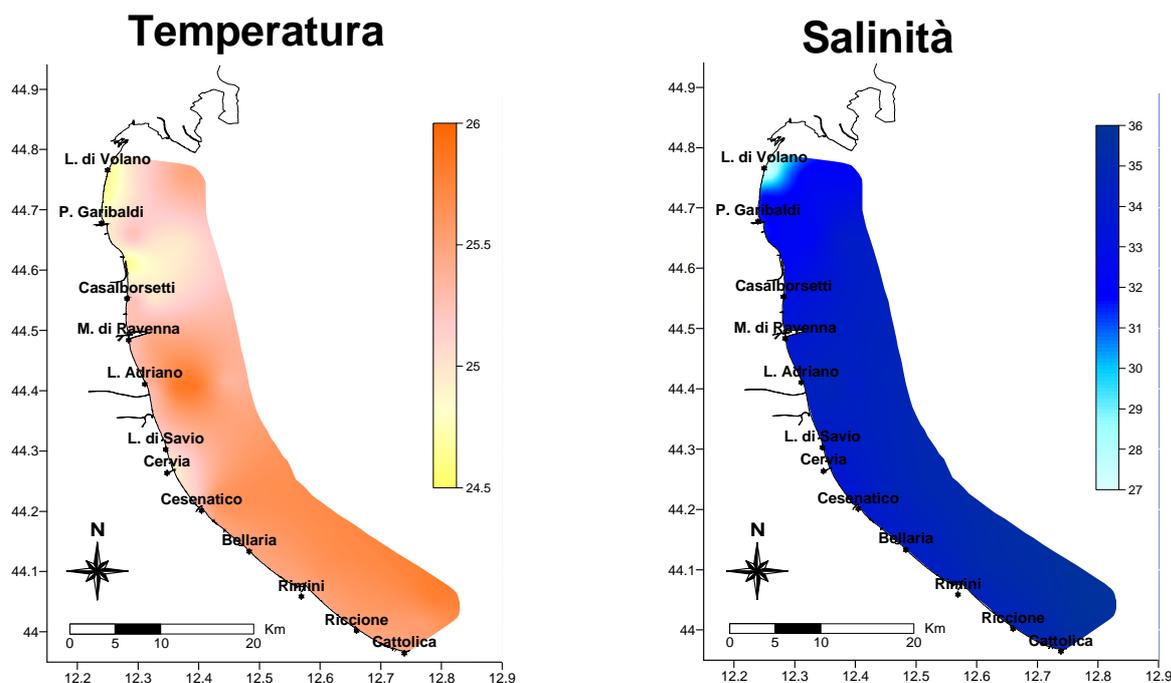


Figura 22 - Mappe di distribuzione della temperatura (°C) e della salinità (psu) lungo la costa fino a 10 km al largo nel monitoraggio del 29-30 agosto

Anche per tutto il mese di agosto si è segnalata la presenza di meduse di varie dimensioni appartenenti alle specie *Cothyloriza tuberculata* e *Rhizotoma pulmo* caratteristiche sia del periodo sia della zona. Oltre a ciò si inizia ad osservare anche la presenza dello ctenoforo *Mneiopsis leidey* che a partire dal 2015 ha fatto la sua comparsa lungo tutta la costa emiliano romagnola.

Sempre in agosto si è evidenziata la presenza di materiale mucillaginoso nella zona centrale e nel primo tratto dell'area più meridionale con affioramenti che tendevano a spostarsi in costa nelle ore più calde della giornata ed in base ai venti predominanti. Questa condizione si è mantenuta per qualche settimana per poi disperdersi grazie ad un aumento del moto ondoso che ha rimescolato le masse d'acqua, contribuendo alla disgregazione del materiale presente.

Settembre si è contraddistinto per temperature elevate fra le più alte a partire dal 2000 per quasi tutto il mese, per poi diminuire a seguito di perturbazioni meteo con intensi temporali e mareggiate che hanno modificato in parte le condizioni ambientali dell'ecosistema marino. Soprattutto per quanto riguarda l'ossigeno disciolto a livello del fondo, si sono risolti a fine mese alcuni casi di ipossia nell'area più settentrionale, a fine mese. Grazie all'azione di forti venti spiranti dai quadranti settentrionali, che hanno innescato un forte rimescolamento delle acque marine, si è registrata una diminuzione delle temperature in superficie di circa 4°C rispetto ai controlli precedenti.

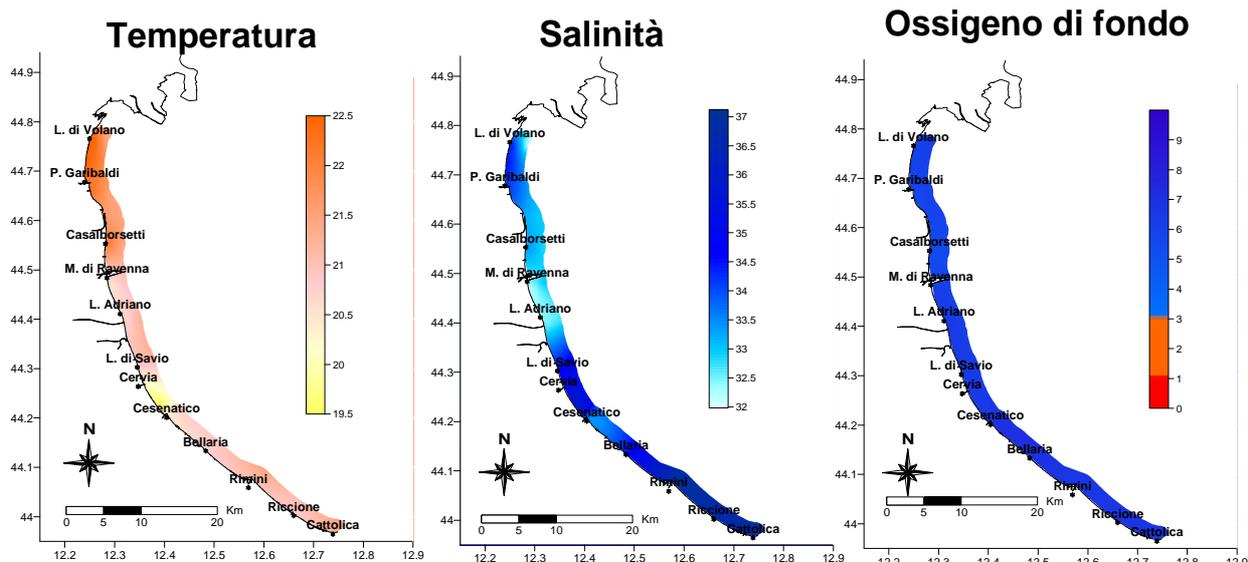


Figura 23 - Mappe di distribuzione della temperatura (°C), della salinità (psu) e dell'ossigeno disciolto (mg/l) lungo la costa fino a 10 km al largo nel monitoraggio del 27-28 settembre

A ottobre, dopo un primo periodo di clima mite con giornate calde conseguenti ad intenso foehn alpino, si sono verificate condizioni meteo di forte vento che hanno innescato l'aumento del moto ondoso impedendo il normale svolgimento delle attività di monitoraggio. La nostra regione è stata investita da un lungo periodo di maltempo contrassegnato da precipitazioni molto intense che hanno determinato un'immissione di enormi quantità di acque dolci in ambiente marino. Queste hanno diluito fortemente le acque marine nei primi metri della colonna ed hanno innescato una forte corrente da nord a sud che ha di fatto creato lungo tutta la costa una condizione eccezionale con valori di salinità in superficie molto bassi. Infatti, il primo monitoraggio del mese ha evidenziato soprattutto questa condizione di forte diluizione estesa fino al largo con valori di salinità anche di 10 psu (Figura 24).

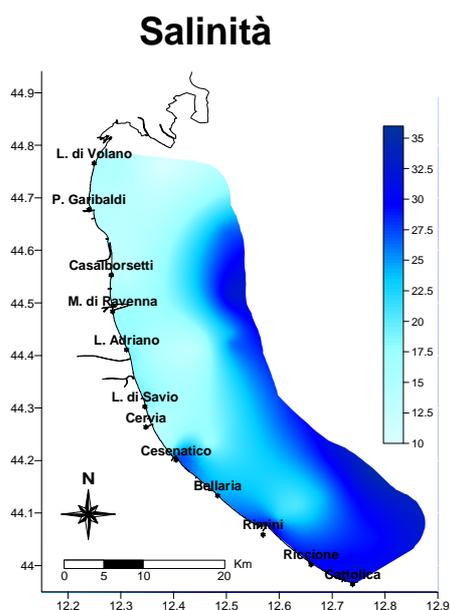


Figura 24 - Mappa di distribuzione della salinità (psu) lungo la costa fino a 20 km al largo nel monitoraggio del 08-09 novembre

Altri episodi di intense precipitazioni hanno contraddistinto le giornate intorno al 20 del mese a Cesenatico come il valore di 48 mm di pioggia registrato proprio nella giornata del 20 in concomitanza di un incremento del moto ondoso. I controlli a fine novembre hanno rilevato ancora salinità basse diffuse lungo la costa e temperature in diminuzione soprattutto nell'area più settentrionale ma ancora al di sopra della media del periodo (Figura 25).

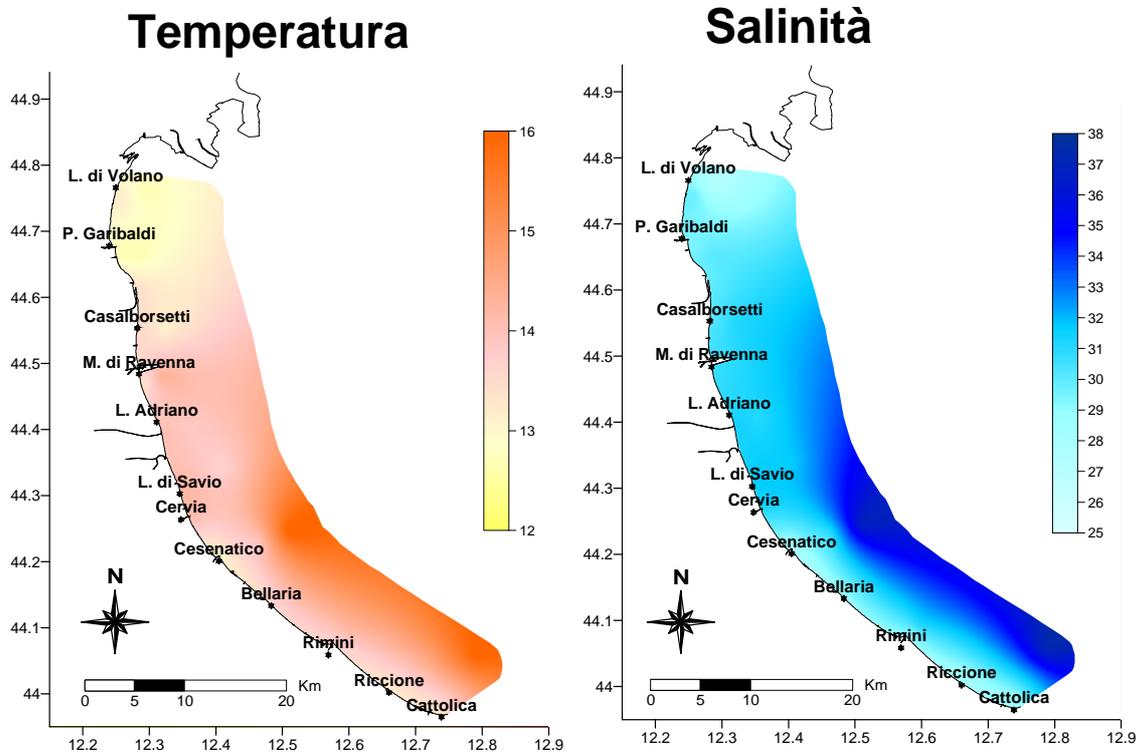


Figura 25 - Mappe di distribuzione della temperatura (°C) della salinità (psu) lungo la costa fino a 10 km al largo nel monitoraggio del 22-23 novembre

Gli apporti di acque dolci dai bacini costieri e da quello padano avuti in ottobre e novembre hanno contribuito ad immettere in ambiente marino anche elementi nutritivi come fosforo e azoto che hanno alimentato e sostenuto la componente microalgale favorendone un importante incremento. Nel primo monitoraggio di dicembre si è infatti rilevata la presenza di elevate concentrazioni di fitoplancton in particolare nelle stazioni in costa e, dalle analisi eseguite al microscopio ottico, si è evidenziata la presenza di Diatomee appartenenti al genere *Skeletonema* spp. (Figura 26).

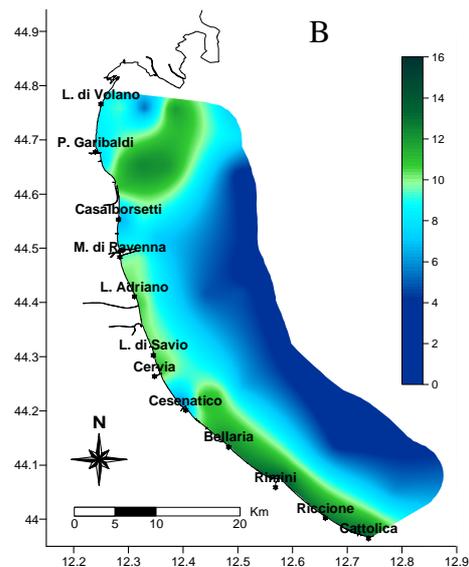
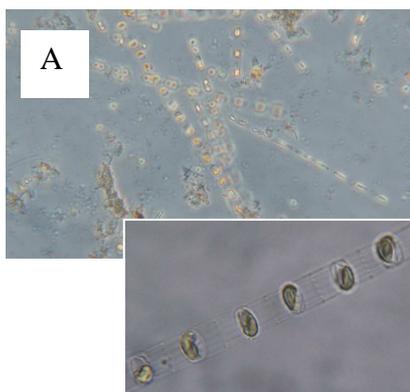


Figura 26 - A) *Skeletonema* spp. Fotografie al microscopio ottico (Foto archivio: Struttura Oceanografica Daphne); B) Mappe di distribuzione della clorofilla "a" (µg/l) nel monitoraggio del 03-04 dicembre lungo la costa fino a 10 km al largo

Dicembre 2018 si è contraddistinto anche per il clima mite che ha contribuito a mantenere in ambiente marino temperature superficiali medio alte, su valori compresi tra 7 e 11.5 °C (Figura 27).

Temperatura

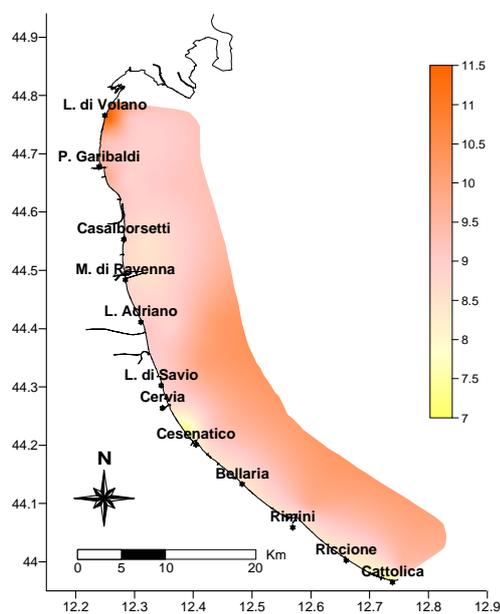


Figura 27 - Mappe di distribuzione della temperatura (°C) lungo la costa fino a 10km al largo nel monitoraggio del 18-19 dicembre

2.3 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 MARE IN-FORMA (Figura 28) pubblicato in Internet e disponibile al seguente indirizzo: www.arpa.emr.it/daphne/ per la consultazione.

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;
- 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); elaborazione di mappe tematiche di distribuzione su tutta la costa di: temperatura, clorofilla "a", salinità, trasparenza e ossigeno disciolto sul fondo (Figura 29).

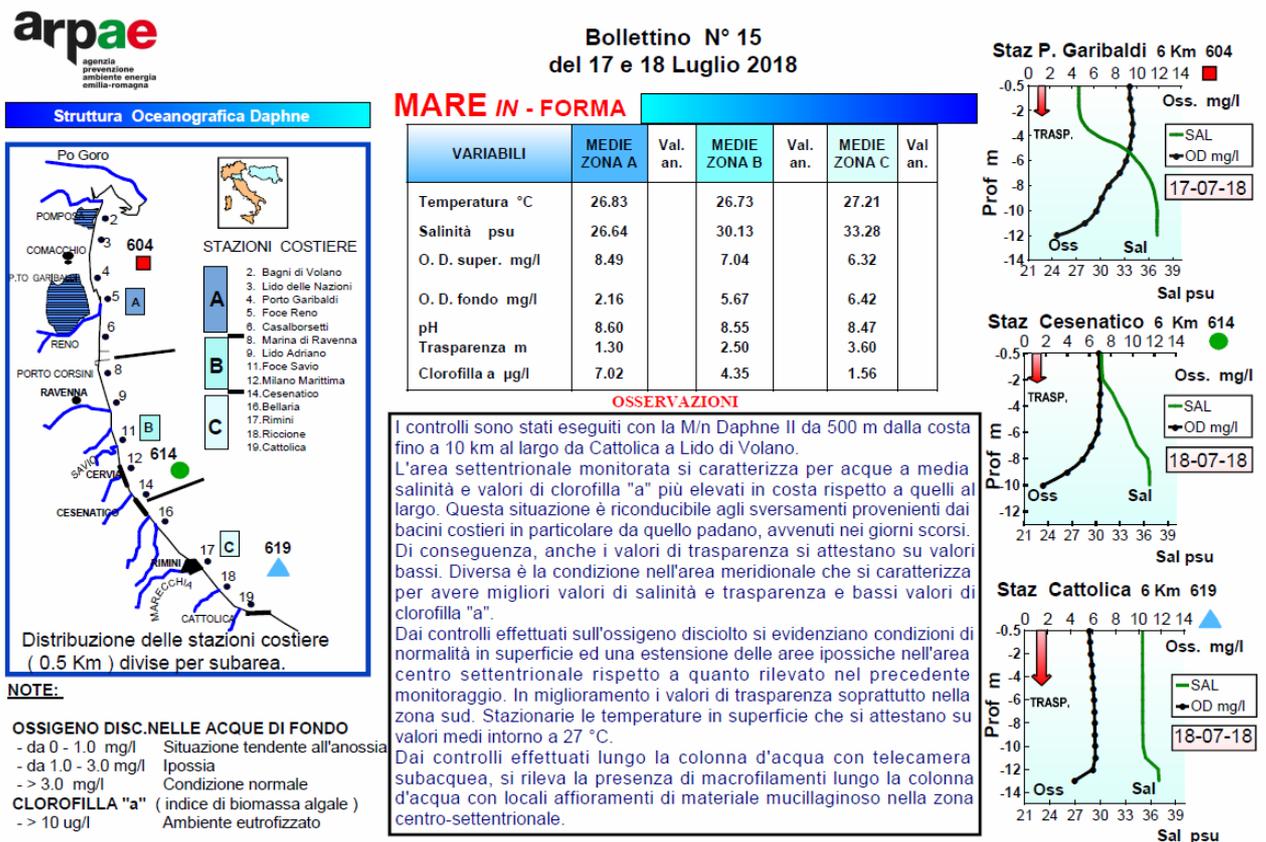


Figura 28 - Esempio di bollettino realizzato a conclusione di un monitoraggio

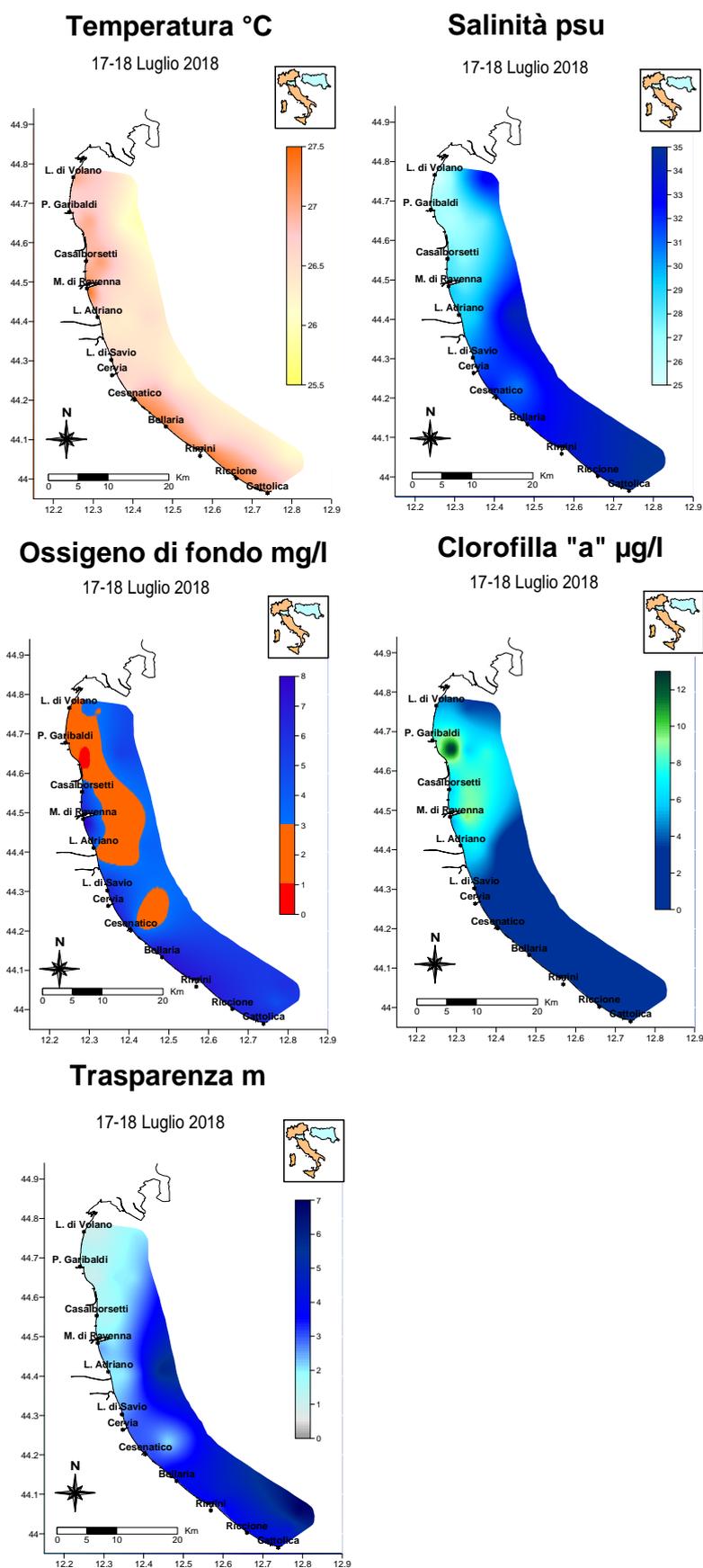


Figura 29 - Esempio di mappe tematiche allegate al bollettino realizzate a conclusione di un monitoraggio

Monitoraggio e risultati

I paragrafi che seguono contengono analisi e valutazioni dei risultati emersi nel corso dell'attività di monitoraggio per la definizione dello stato trofico nel 2018.

In particolare si esaminano i risultati relativi ai parametri idrologici ed agli elementi nutritivi.

2.3.1 Parametri idrologici

2.3.1.a Temperatura

Lungo la costa dell'Emilia Romagna il comportamento della temperatura delle acque in superficie anche per il 2018 mostra il classico andamento sinusoidale, con minimi in inverno/autunno e massimi in estate (Figura 30).

In tutte le stazioni i valori più bassi si sono rilevati nel corso dei controlli del 7/8 marzo con il minimo assoluto pari a 5.15 °C nella stazione 314 (3 km antistante Cesenatico). Durante il monitoraggio si è riscontrata una diminuzione generale di temperatura in tutta l'area controllata contemporaneamente ad un sensibile calo anche delle temperature atmosferiche come conseguenza dell'ingresso di aria siberiana (Buran) da N-NE su tutto il territorio che ha caratterizzato l'inizio del mese.

L'estate 2018 si è presentata estremamente calda e questo ha contribuito a mantenere elevate le temperature delle acque in superficie in special modo nelle stazioni più in costa. Nella stazione 2 a 0.5 km davanti a Lido di Volano si sono raggiunti i valori più alti pari a 31.15°C il 6 agosto.

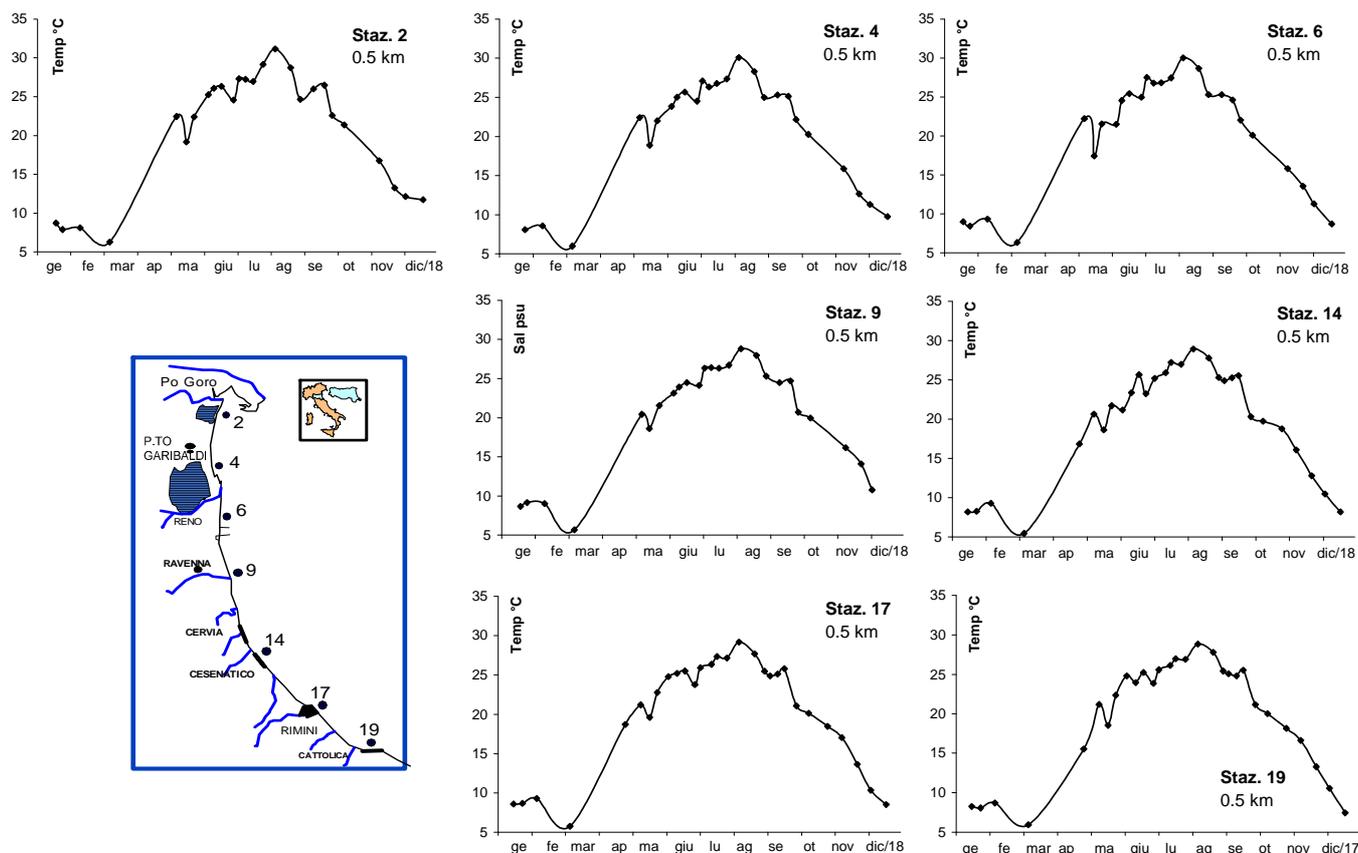


Figura 30 - Andamenti temporali della temperatura in superficie in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

Elaborando i dati medi annuali lungo alcuni transetti da 0.5 km a 20 km di distanza da costa si osserva che i valori si mantengono molto simili fra loro da nord a sud e da costa fino a 10 km (Figura 31 A): diminuiscono nelle stazioni più al largo con valori medi pari a 18°C nella 2004 (Porto Garibaldi) e 18.5°C nella 2014 (Cesenatico). Rispetto ai valori rilevati nel 2017 si osserva un aumento medio della temperatura di circa 1°C (17°C valore medio annuale nel 2017) nella stazione 2004 e di 2°C nella stazione 2014 (16.8°C valore medio annuale nel 2017).

Tra la stazione 2, posta più a nord lungo la costa e la stazione 19 posizionata a sud, si osserva una differenza di 1°C con 20.88°C a Lido di Volano contro i 19.88°C a Cattolica.

L'elaborazione delle medie stagionali nelle stazioni a 0.5 km conferma temperature più elevate in estate ed a seguire in primavera (Figura 31 B). I dati primaverili calcolati del 2018 a confronto con quelli del 2017 evidenziano valori più alti in tutte le stazioni campionate; ad esempio a Lido di Volano (st. 2) la media nel 2018 è di 23.65°C contro i 21.05°C calcolati nel 2017 ed a Cattolica (st. 19) di 22.32°C contro i 20.04°C.

Forti incrementi delle temperature durante l'anno si sono registrati ad aprile e maggio (Figura 30). Anche se per condizioni meteo marine instabili i monitoraggi non si sono potuti eseguire con regolare frequenza. I dati medi nell'area più meridionale hanno registrato un aumento importante da 17.6°C a 21.18°C.

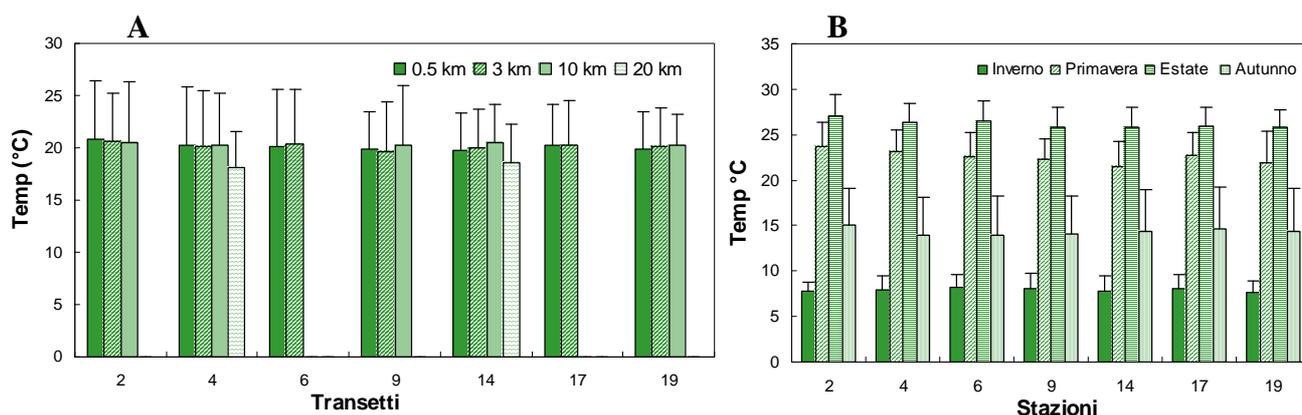


Figura 31 - Valori medi annuali e deviazioni standard della temperatura calcolate in superficie lungo i transetti da 0.5 a 20 km da costa (A) e Valori medi stagionali e deviazioni standard della temperatura calcolate nelle acque di superficie nelle stazioni a 0.5 km da costa (B)

L'andamento sinusoidale del parametro sul fondo rispecchia quello di superficie come si evidenzia nella Figura 32 anche se, ad esempio in estate, i valori registrati sono molto più bassi. Proprio in corrispondenza della stagione più calda si rilevano marcate differenze tra temperature di superficie di fondo in particolare nelle stazioni più lontane dalla costa con colonne d'acqua più stabili (Figura 32).

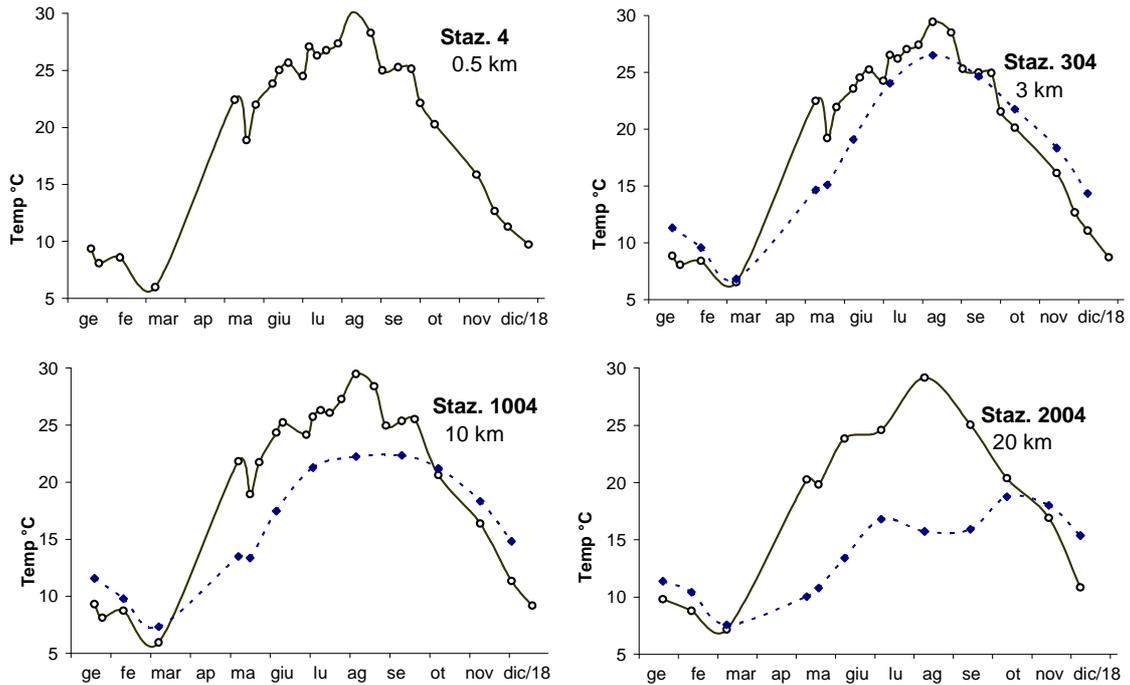


Figura 32 - Andamenti temporali della temperatura in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) nelle stazioni a 0,5, 3, 10 e 20 km dalla costa lungo il transetto di Porto Garibaldi

Le isolinee di Figura 33 fotografano l'andamento durante l'anno della temperatura lungo la colonna in tre stazioni posizionate a 10 km dalla costa davanti a Lido di Volano Cesenatico e Cattolica mettendo in evidenza la presenza di stratificazioni termiche più o meno definite. Temoclini più marcati si sono instaurati durante il mese di agosto e tra febbraio e marzo.

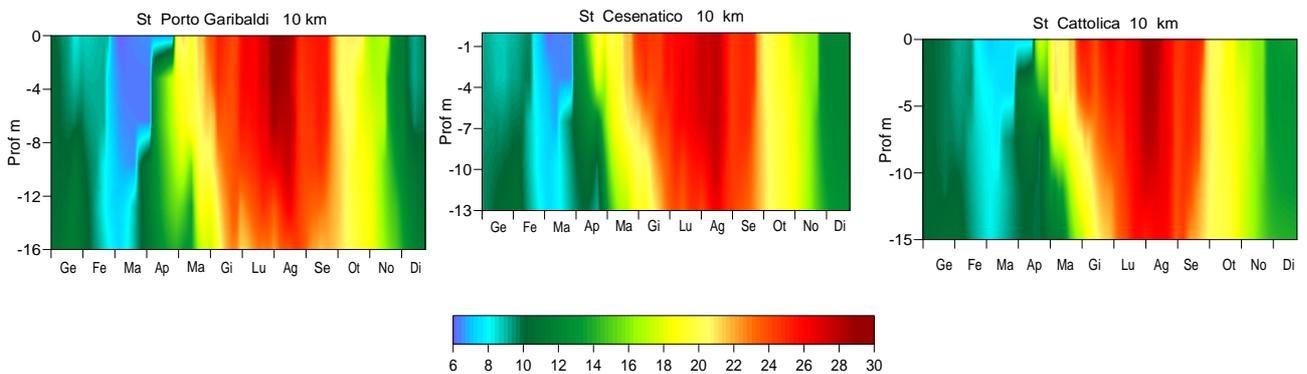


Figura 33 - Isolinee di temperatura (°C) rilevate nelle stazioni a 10 km dalla costa al largo di Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica

In Figura 34 sono rappresentati i profili di temperatura rilevati lungo la colonna d'acqua mediante la sonda multiparametrica, durante il monitoraggio del 6-7 agosto nelle due stazioni più al largo della rete di controllo la 2004 e 1014. Oltre a sottolineare la differenza di circa 12°C tra superficie e fondo, si osserva anche il mantenimento di temperature alte comprese tra 28 e 29°C nei primi 10 metri della colonna.

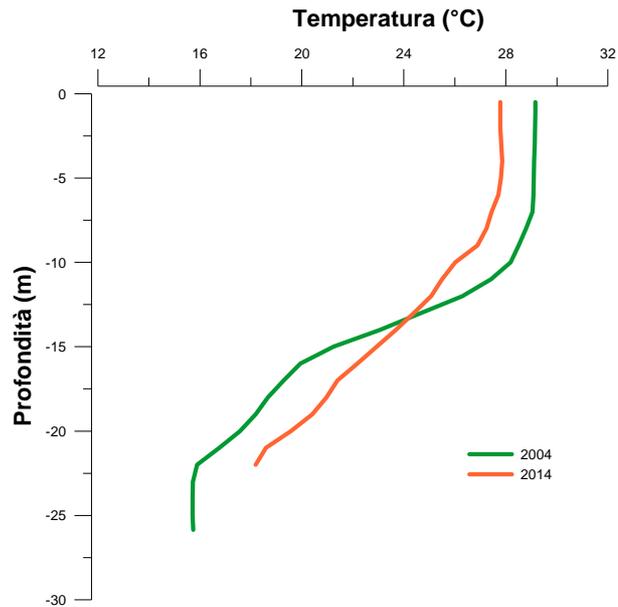


Figura 34 - Profili di temperatura rilevati con la sonda multiparametrica il 6-7 agosto nelle stazioni 2004 e 2014 a 20 km da costa davanti a Porto Garibaldi e Cesenatico

Le isolinee di Figura 35 descrivono più nel dettaglio l'andamento della temperatura lungo il transetto di Porto Garibaldi, da 0.5 km a 20 km al largo, in due monitoraggi nei quali si sono rilevate le temperature più basse (8 marzo) e più alte (6 agosto) del 2018.

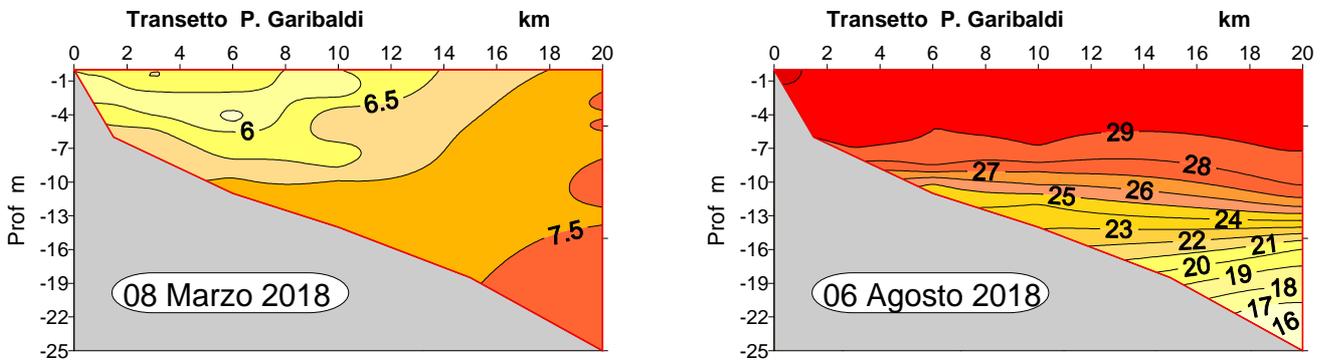


Figura 35 - Isolinee di temperatura (°C) lungo il transetto di Porto Garibaldi rilevati nei monitoraggi dell'08 Marzo e 06 Agosto

La Figura 36 mette in risalto i profili lungo la colonna d'acqua registrati con la sonda multi parametrica nelle stazioni più esterne dei transetti di Porto Garibaldi e Cesenatico nei controlli del 5-7 febbraio e 8-9 marzo. Eventi meteo climatici di particolare intensità hanno contribuito a cambiare le condizioni di alcuni parametri idrologici lungo la colonna; per quanto riguarda la temperatura si osserva una diminuzione dei valori di superficie tra febbraio e marzo specialmente nelle stazioni a 10 km.

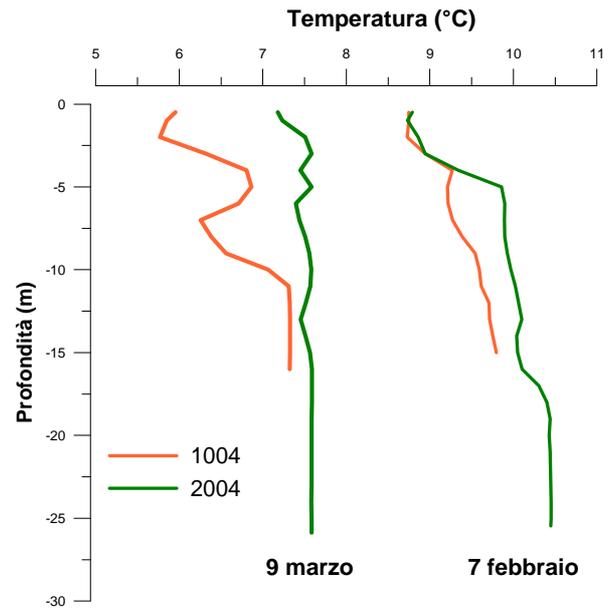
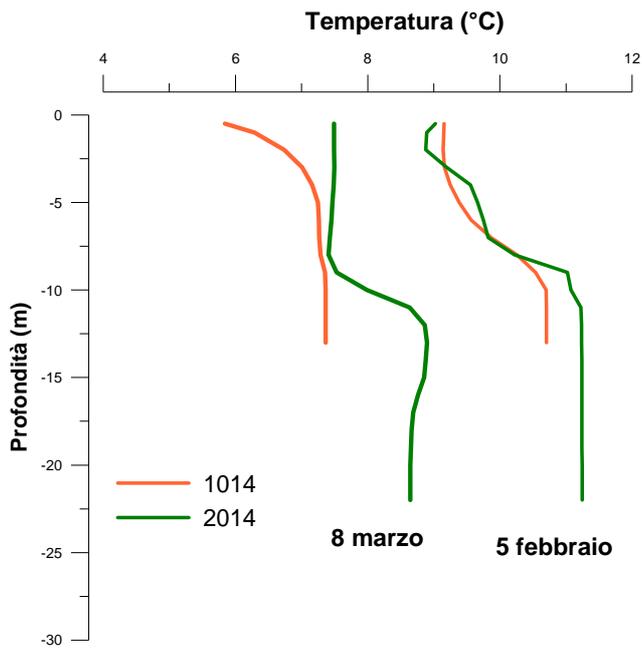


Figura 36 - Profili di temperatura rilevati con la sonda multi parametrica nelle stazioni a 10 e 20 km dalla costa davanti a Porto Garibaldi e Cesenatico il 5-7 Febbraio e 8-9 Marzo

2.3.1.b Salinità

Il 2018 ha registrato un aumento delle portate dal bacino padano rispetto al 2017, con una media rilevata a Pontelagoscuro di circa 1500 mc/sec contro i 875 mc/sec dell'anno precedente (Figura 37). Questo ha influito sull'andamento della salinità in superficie in particolare nell'area più settentrionale da sempre quella più direttamente investita dalle immissioni di acque dolci dal Po.

La salinità è un elemento importante nel definire i campi di densità e stratificazione ed è un ottimo tracciante per analizzare la distribuzione di eventuali inquinanti e nutrienti veicolati dai fiumi. L'ambiente marino costiero antistante all'Emilia Romagna, risente notevolmente dell'influenza dei bacini costieri e in particolare proprio da quello padano.

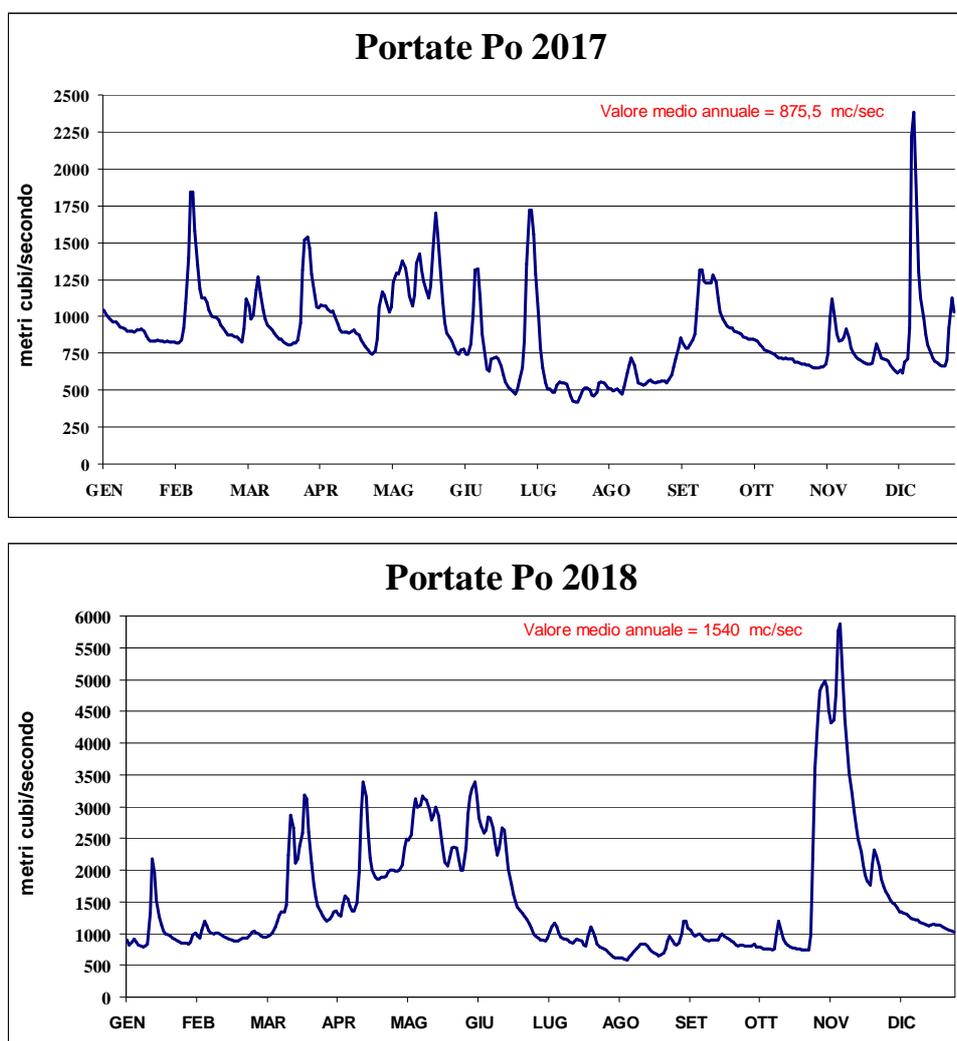


Figura 37 - Portate fiume Po rilevate a Pontelagoscuro (FE) nel 2017 e 2018 (Fonte: Arpae SIMC)

L'andamento delle medie annuali delle portate del Po su lungo periodo a partire dal 1982 in Figura 38 mostra un incremento rispetto agli ultimi quattro anni. Analizzando più nel dettaglio le medie mensili del 2018 a confronto con le medie mensili calcolate considerando il

periodo storico 1917-2017 si evidenzia un andamento simile ma picchi più pronunciati in novembre e valori più elevati da marzo a giugno; negli altri mesi i valori calcolati per il 2018 rimangono inferiori o simili rispetto alle medie di confronto (Figura 39).

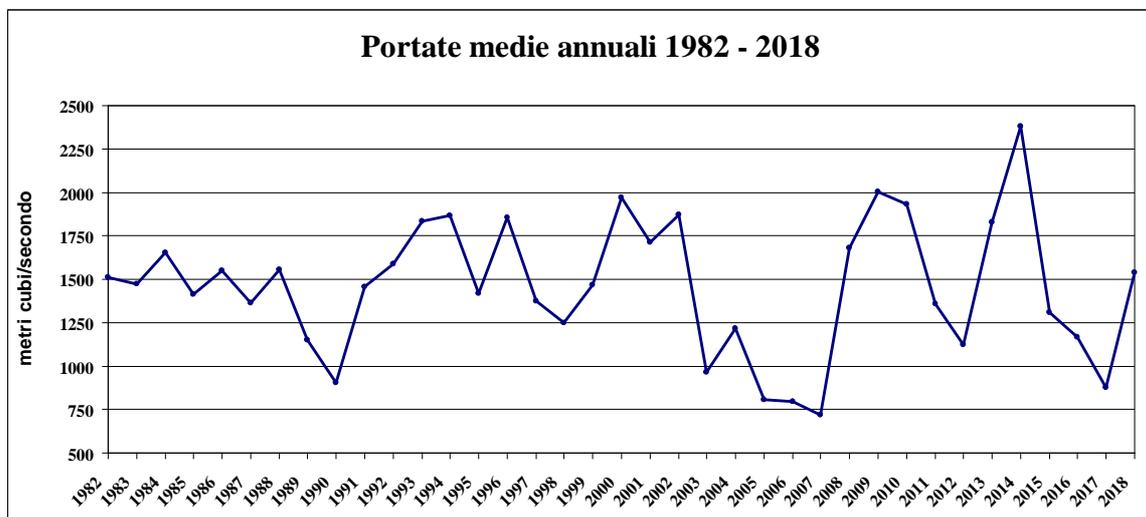


Figura 38 - Valori medi portate del Po dal 1982 al 2018

Spesso osserviamo il verificarsi di portate molto consistenti limitate a brevi periodi di tempo in conseguenza di eccezionali eventi di precipitazioni piovose. L'immissione di grossi volumi d'acqua dolce in ambiente marino determina spesso conseguenze che possono avere ripercussioni sulla qualità ambientale dell'ecosistema marino costiero.

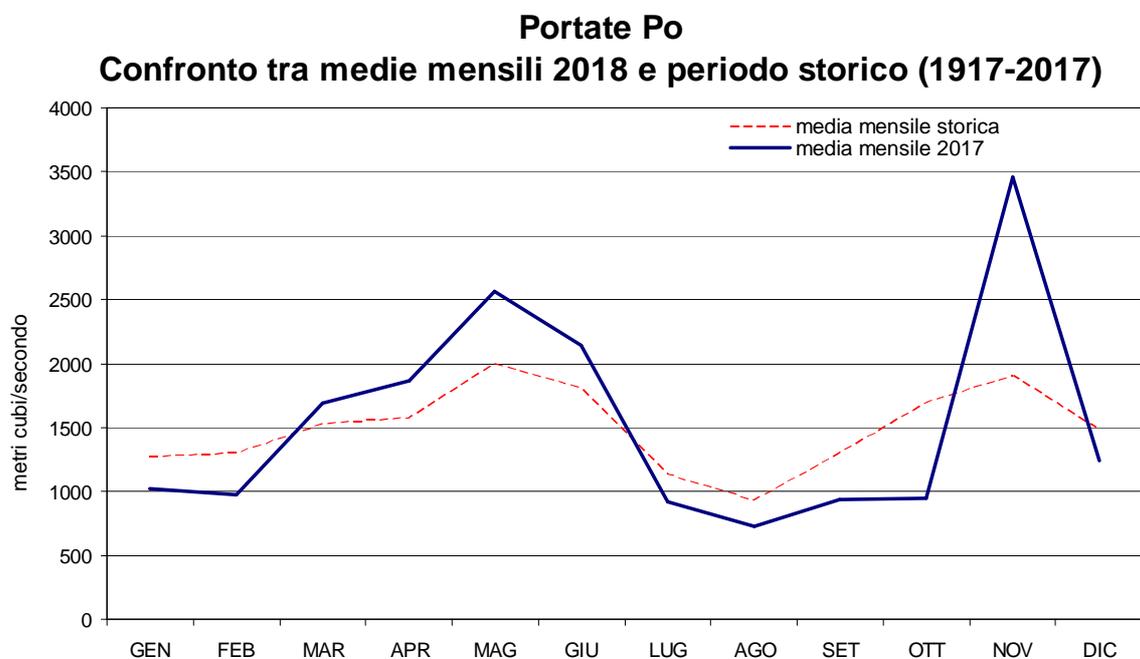


Figura 39 - Confronto delle medie mensili delle portate del Po nel 2018 con le medie calcolate per il periodo storico 1917-2017

L'elaborazione dell'andamento annuale in Figura 40 del parametro in superficie in alcune stazioni monitorate, evidenzia elevate fluttuazione più frequenti e accentuate nell'area settentrionale rispetto a quelle rilevate a sud della costa e strettamente correlate proprio al flusso di acque dolci registrate a Pontelagoscuro.

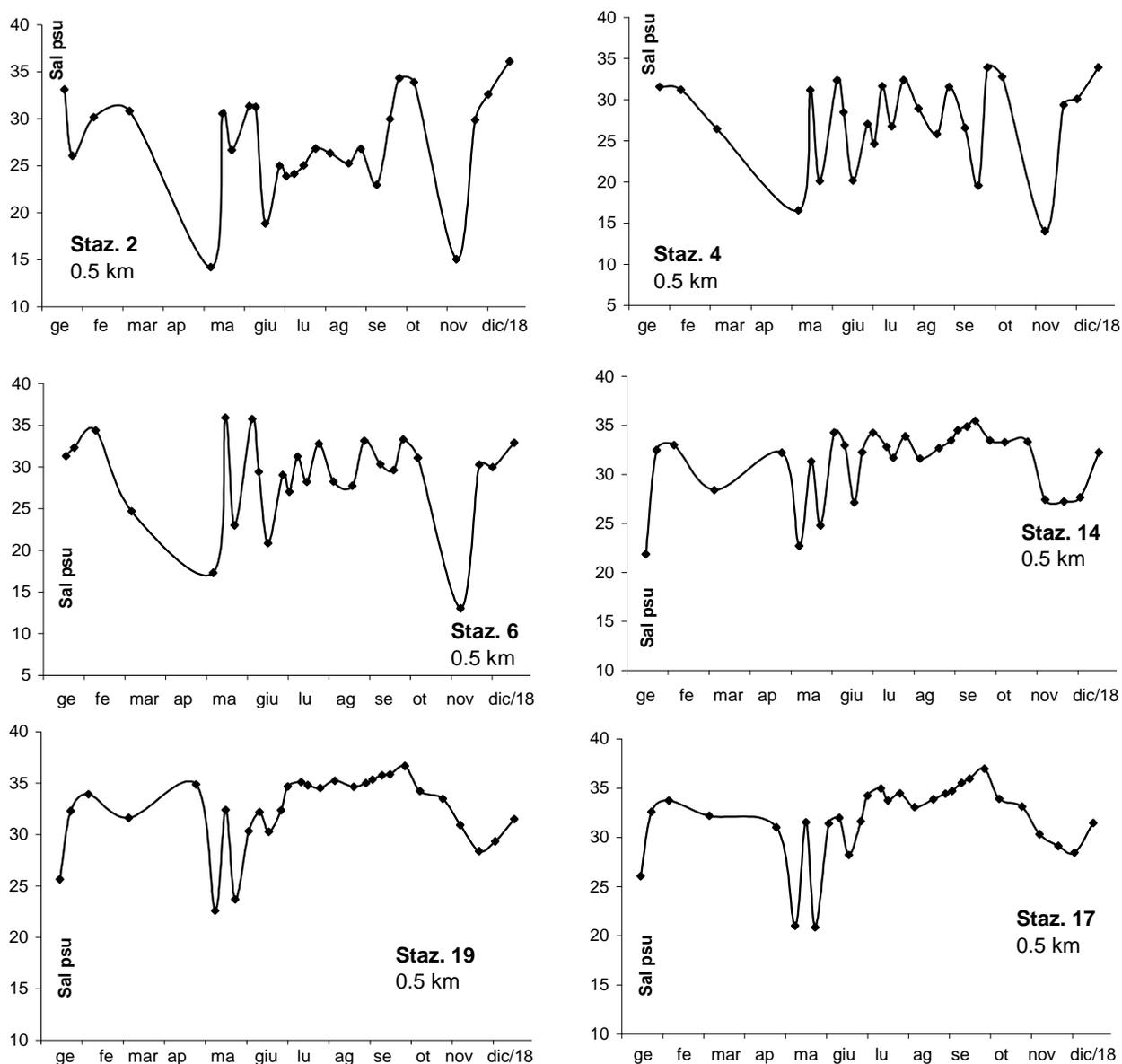


Figura 40 - Andamenti temporali della salinità in superficie in alcune stazioni costiere

È infatti l'area più a ridosso del delta padano che intercetta immediatamente il flusso di acqua dolce immessa in ambiente marino dal Po con l'andamento annuale che ne fotografa perfettamente la condizione con il minimo assoluto pari a 9.79 psu registrato nei controlli del 9 novembre nella stazione 1002 (10 km al largo di Lido di Volano).

Il confronto degli andamenti fra le stazioni 1002 e 1019 (Figura 41), posizionate la prima proprio nella parte più a nord della costa e la seconda nella parte più a sud, conferma la

differente condizione ambientale nelle due aree (minimo valore registrato in superficie nella 1019 pari a 27.18 psu nel monitoraggio del 10 maggio).

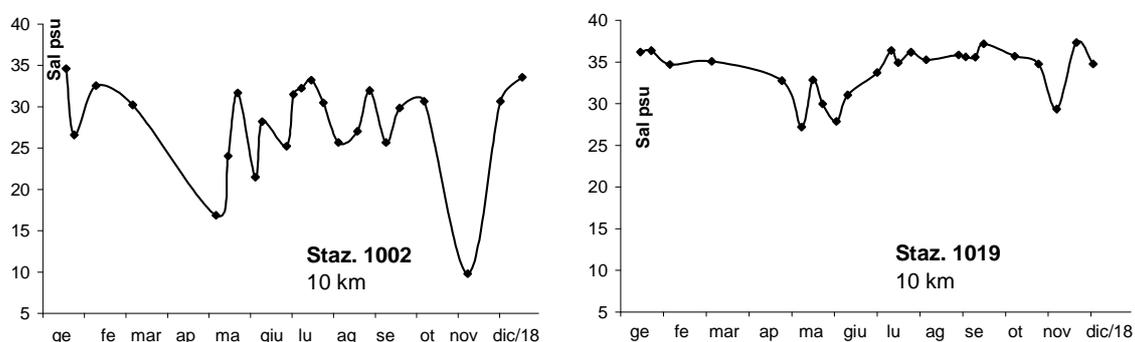


Figura 41 - Andamento temporale della salinità nelle stazioni a 10 km al largo davanti a Lido di Volano e Cattolica

L’elaborazione delle medie annuali lungo i transetti evidenzia un netto trend nord sud e costa largo a partire da Porto Garibaldi. Ancora una volta emerge la differente condizione a cui sono soggette le aree settentrionali rispetto a quelle centro meridionali in quanto queste ultime sono direttamente legate all’immissione di apporti di acque dolci dal Po. Il transetto di Lido di Volano anche nel 2018 presenta le medie annuali più basse rispetto a quelle calcolate nelle altre stazioni (Figura 42) lungo tutto il transetto, senza mostrare un incremento passando da costa a largo.

Nelle altre stazioni i dati medi si mantengono simili fra loro a 0.5 e a 3 km da costa, mentre si osserva un incremento progressivo allontanandosi da costa come avviene ad esempio nel transetto di Cesenatico (14) con una media annuale a 20 km pari a 34 psu contro i 31 psu a 0.5 km.

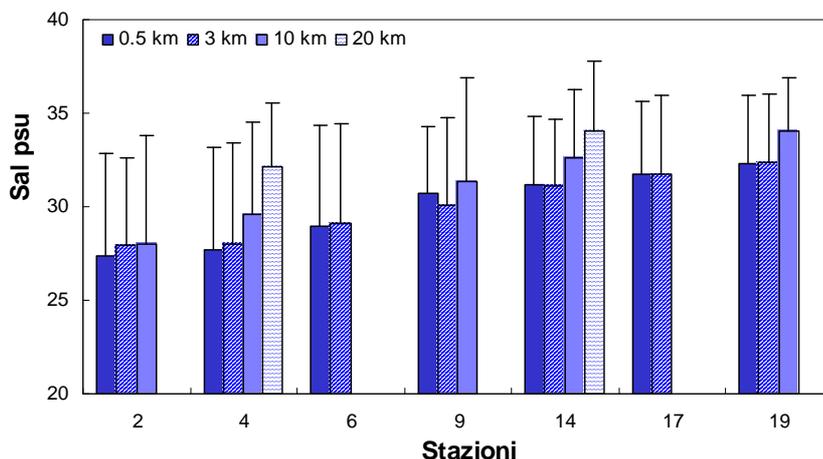


Figura 42 - Valori medi annuali e deviazione standard della salinità nelle acque superficiali calcolate nei transetti a 0.5, 3, 10 e 20 km dalla costa

Mentre in superficie le fluttuazioni dei valori di salinità sono molto accentuate, sul fondo si mantengono più lineari e omogenee confermando una maggior stabilità delle masse d’acqua negli strati più profondi lungo la colonna d’acqua (Figura 43).

Il grafico evidenzia anche la presenza di stratificazioni aline più marcate in alcuni controlli ben correlate con l'aumento delle immissioni di acque dolci in ambiente marino sia dal Po che dai bacini costieri (Figura 37).

Le isolinee in Figura 44 fotografano la distribuzione dei valori di salinità da superficie a fondo durante l'anno nelle stazioni a 10 km da costa, evidenziando la presenza di picnoclini più frequenti e marcati nelle due stazioni più a nord della costa (st. 1002 e st. 1004) rispetto a quelle posizionate nell'area centro meridionale.

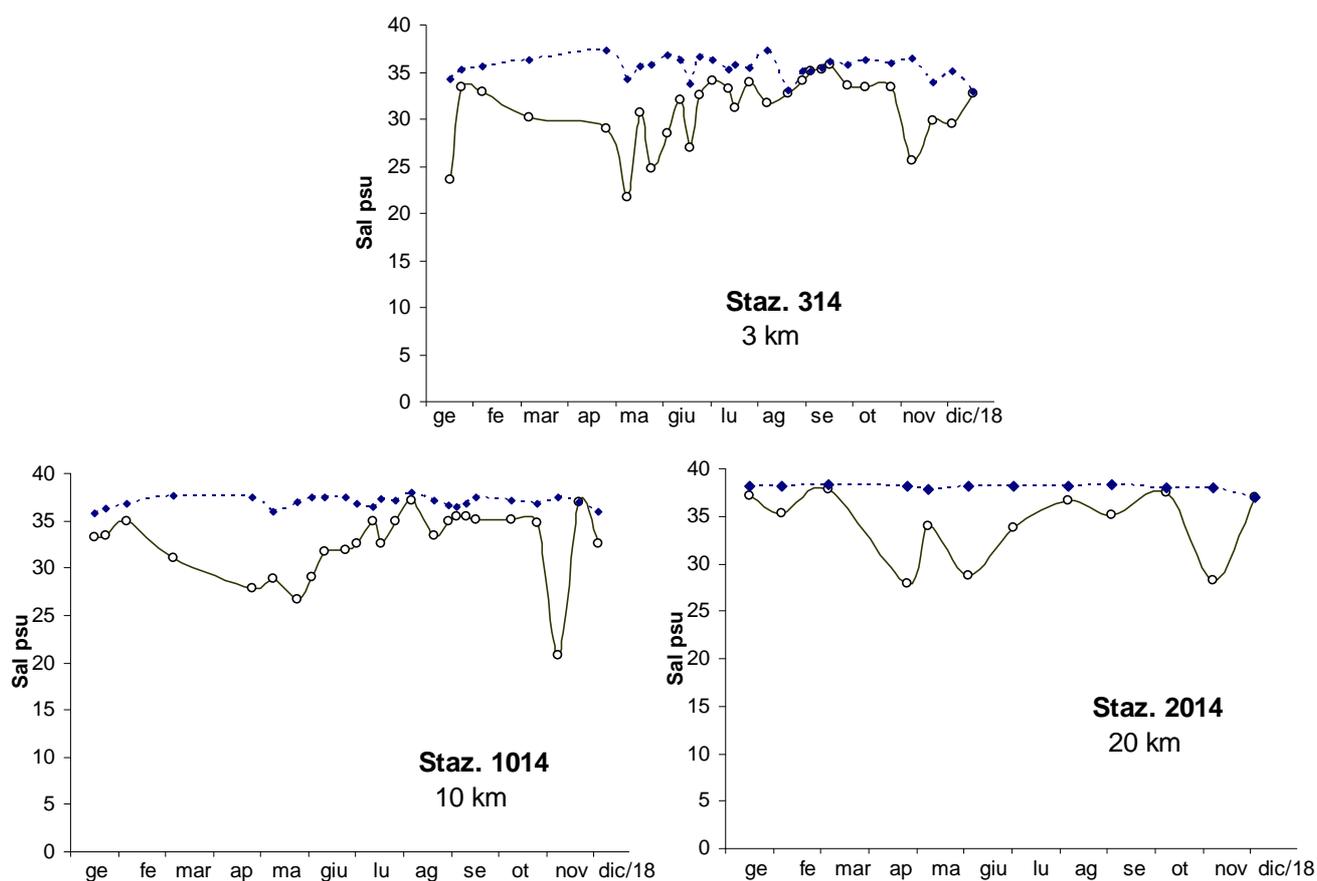


Figura 43 - Andamenti temporali della salinità in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) nelle stazioni a 3, 10 e 20 km dalla costa lungo il transetto di Porto Garibaldi

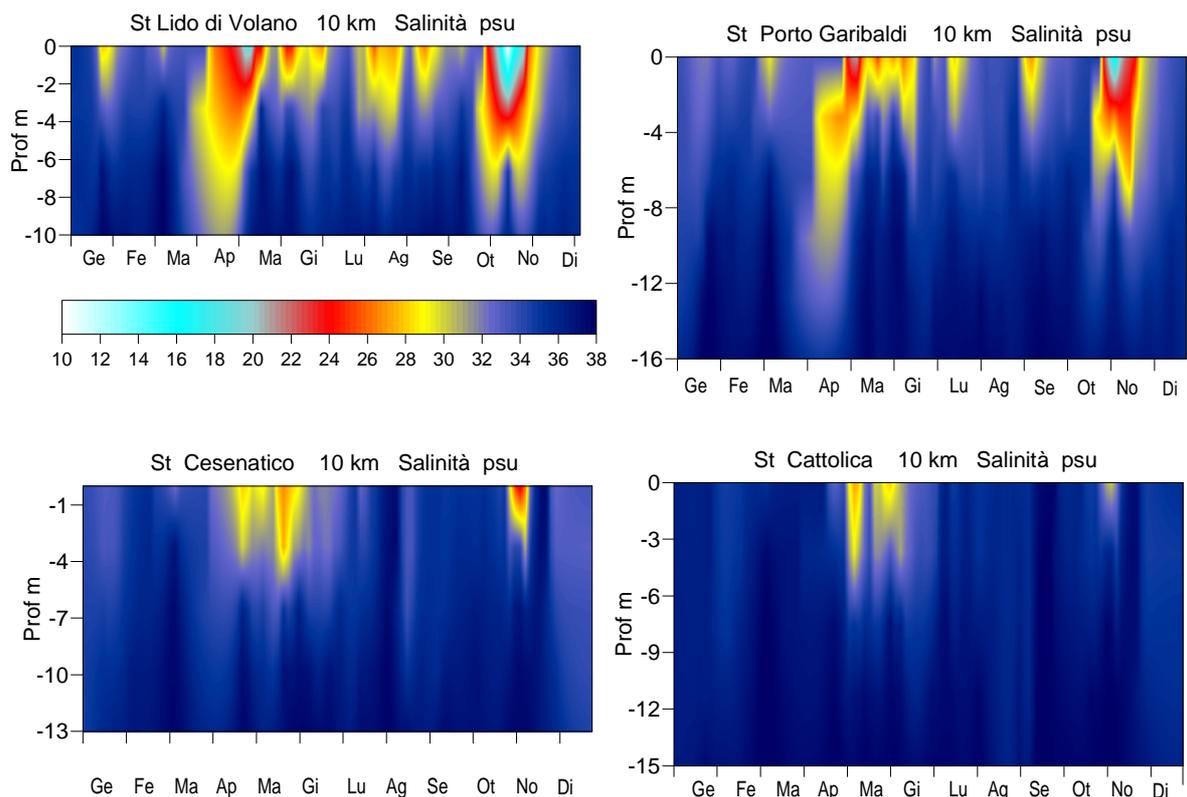


Figura 44 - Isolinee di salinità rilevate nelle stazioni a 10 km dalla costa al largo di Lido di Volano, Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica

In particolare in Figura 45 sono rappresentati i profili eseguiti nei controlli del 8 maggio (A) e del 9 novembre (B), lungo la colonna in tre stazioni a 10 km davanti a Lido di Volano, Porto Garibaldi e Lido Adriano; tutti i profili sottolineano la presenza di pycnoclini molto netti che interessano non solo la superficie ma anche i primi metri della colonna.

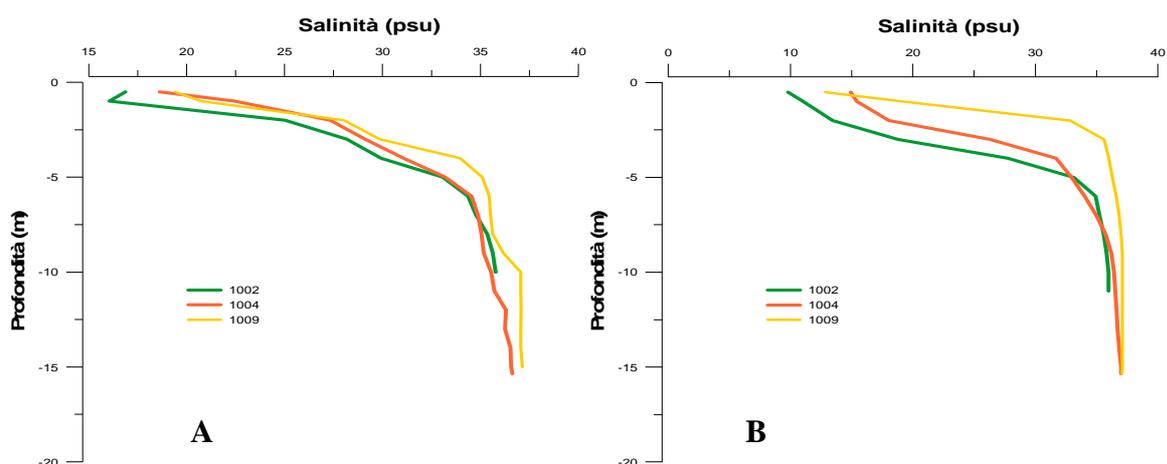


Figura 45 - Profili di salinità rilevati con la sonda multi parametrica nei due controlli dell'8 maggio (A) e 9 novembre (B)

I controlli effettuati durante le giornate dell'8-9 novembre hanno registrato una situazione diffusa lungo la maggior parte della costa emiliano romagnola. Le forti precipitazioni del periodo sia in regione che nel nord Italia, hanno determinato l'immissione di enormi quantità di acque dolci dai bacini costieri, in particolare da quello padano, che ha contribuito a diluire notevolmente le acque superficiali sia in costa che al largo.

Nelle figure sottostanti (Figura 46) è rappresentata la distribuzione della salinità in superficie rilevata durante il monitoraggio (A) ed in particolare la condizione della colonna d'acqua lungo il transetto di Lido di Volano (B) con salinità bassa sia in costa che al largo e soprattutto una forte stratificazione verticale diffusa su tutto il transetto.

08-09 Novembre 2018

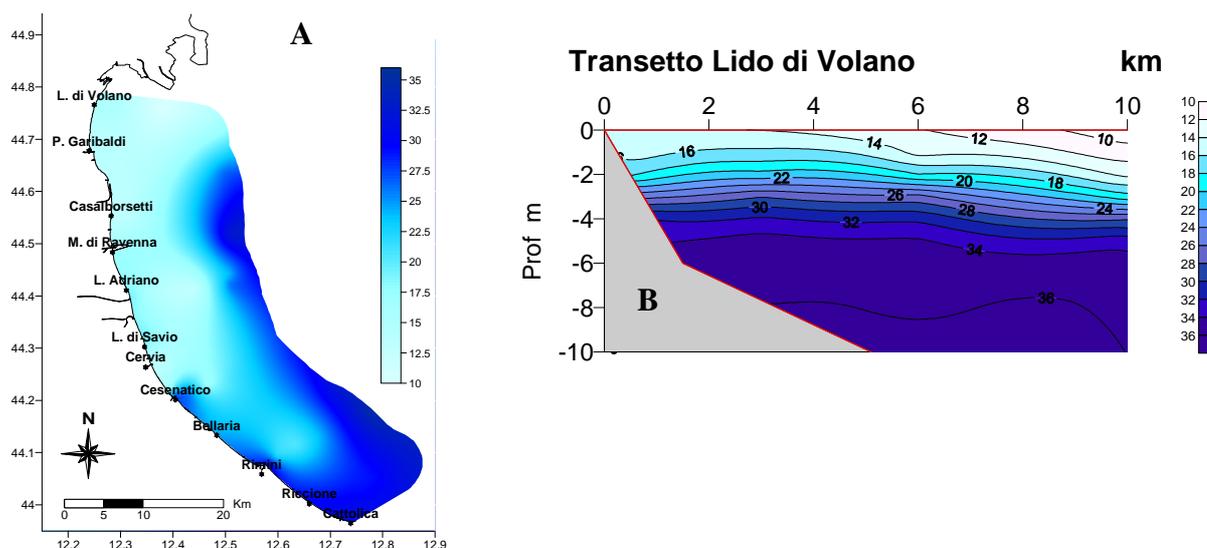


Figura 46 - A) Mappa di distribuzione della salinità (psu) in superficie da costa a 20 km al largo durante il monitoraggio dell'8-9 novembre; B) Isolinee di salinità lungo il transetto di Lido di Volano

Nell'area più a sud della costa si sono registrate le salinità più basse durante i controlli di maggio; in particolare il giorno 10 con valori al di sotto dei 30 psu rilevati sia in costa che al largo. In Figura 47 sono rappresentate le isolinee di salinità lungo tutto il transetto di Cattolica fino a 10 km.

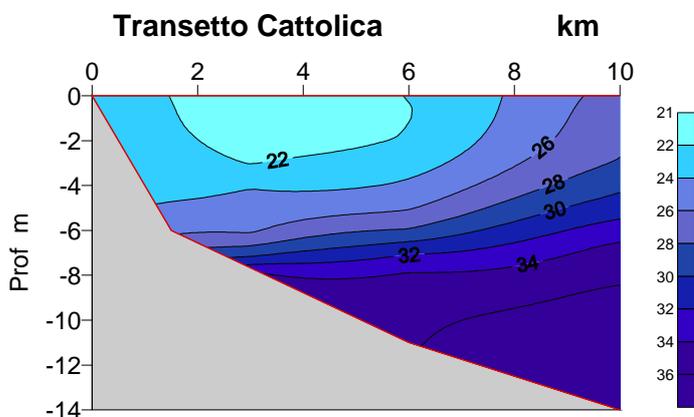


Figura 47 - Isolinee di salinità lungo il transetto di Cattolica da costa fino a 10 km al largo del 10 maggio

Ossigeno disciolto

L'ossigeno disciolto rappresenta un importante indicatore dello stato trofico e della qualità di un ecosistema marino ed è strettamente correlato alla presenza di fitoplancton.

Le acque marine antistanti l'Emilia Romagna sono da sempre considerate acque molto produttive ma, la presenza di eventi eutrofici se prolungati nel tempo ed estesi nello spazio in concomitanza a condizioni meteo marine favorevoli, possono causare l'insorgere di criticità soprattutto a livello del fondale. Situazioni di ipossia e anossia tendono ad instaurarsi sul fondo per l'aumento dell'attività metabolica degli organismo eterotrofi (detritivori) sulla biomassa organica depositatasi sul fondo a fine ciclo dopo periodi di estese e durature fioriture. La diminuzione di ossigeno in profondità può mettere in crisi le comunità bentoniche strettamente legate alla vita di fondo e questa condizione si può instaurare sia in costa che al largo.

L'elaborazione delle medie annuali nelle stazioni a 0.5 e a 3 km da costa evidenzia valori di ossigeno disciolto più elevati in superficie, dove si svolge al massimo l'attività fotosintetica della comunità microalgale, rispetto al fondo (Figura 48). Nelle stazioni costiere sia in costa che a 3 km i valori maggiori si registrano nelle stazioni più settentrionali in accordo con i valori più elevati di biomassa fitoplanctonica. Nelle stazioni a 3 km si osserva un trend in aumento sul fondo da nord a sud, più accentuato nelle stazioni a 3 km.

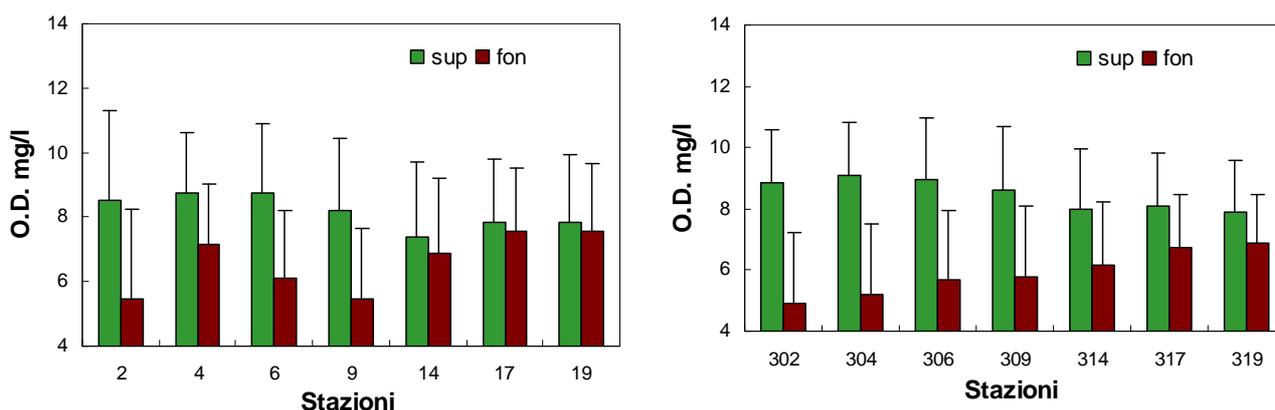


Figura 48 - Valori medi annuali e deviazioni standard di ossigeno disciolto nelle acque superficiali nelle stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa

L'andamento temporale del parametro lungo i due transesti di Porto Garibaldi e Cesenatico (Figura 49), mostra una maggior variabilità in superficie rispetto al fondo. In superficie queste forti fluttuazioni si registrano contemporaneamente alla presenza di fioriture microalgali in mare in alcuni periodi dell'anno; ad esempio i valori elevati in superficie rilevati il 18-19 giugno si osservano in concomitanza di alte concentrazioni di clorofilla "a" (46.6 $\mu\text{g/l}$ nella stazione 304). L'intensa attività fotosintetica della componente autotrofa marina porta all'incremento dell'ossigeno disciolto in acqua portando in alcuni casi ad una sovrassaturazione, specialmente nei primi metri della colonna d'acqua.

Anche nel 2018 l'area più soggetta a situazioni di ipossia/anossia si è rilevata essere quella settentrionale come mostrano le mappe elaborate per i bollettini (Figura 50), che rappresentano la distribuzione di ossigeno disciolto sul fondo da costa a 10 km al largo lungo tutta l'area monitorata.

Sia in costa che al largo durante la stagione più calda si è spesso rilevata una diminuzione di ossigeno disciolto sul fondo con valori tendenti all'ipossia e, solo in tre monitoraggi, in alcune stazioni circoscritte tra Casalboretto e Lido di Volano i valori sono risultati essere $<1 \mu\text{g/l}$.

Il valore più basso di 0.29 $\mu\text{g/l}$ si è rilevato durante i controlli del 20-21 agosto nell'area più a nord nella stazione 602 (6 km antistante Lido di Volano).

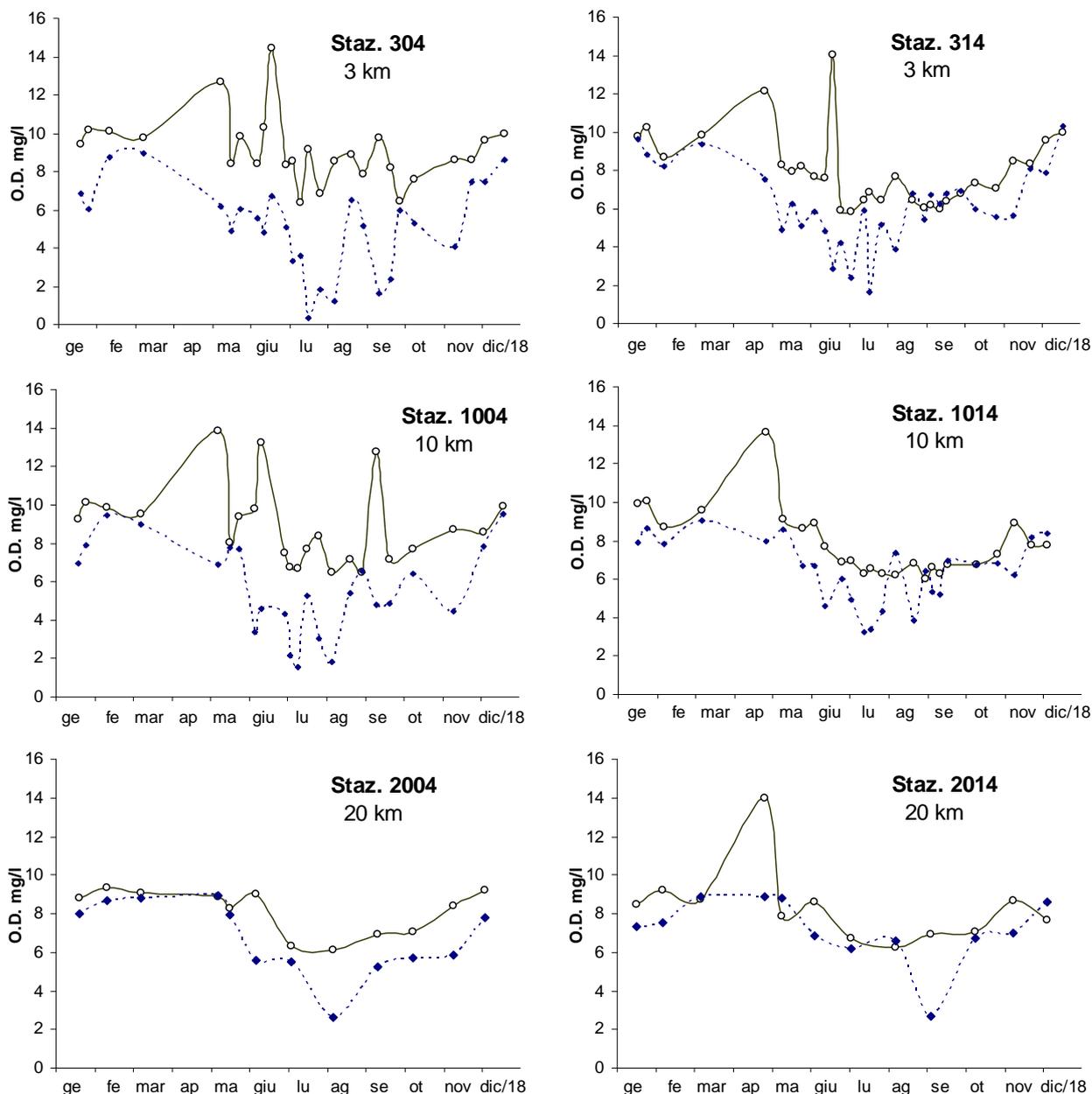


Figura 49 - Andamento temporale dell'ossigeno disciolto in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) a 3, 10 e 20 km dalla costa lungo i transetti di Porto Garibaldi e Cesenatico

Situazioni critiche con diminuzioni importanti di ossigeno a livello di fondale spesso si risolvono in breve tempo grazie all'instaurarsi di intensi movimenti idrodinamici a seguito di mareggiate o forti venti.

Nel corso del 2018 non si sono verificate situazioni di prolungata criticità sul fondo.

Il grafico di Figura 51 mostra il profilo dell'ossigeno disciolto rilevato con la sonda multi parametrica nella stazione 304 il 17 luglio con diminuzione graduale dell'ossigeno a partire dai 4 metri di profondità fino ad arrivare a valori $<1 \mu\text{g/l}$ sul fondo (0.35 $\mu\text{g/l}$).

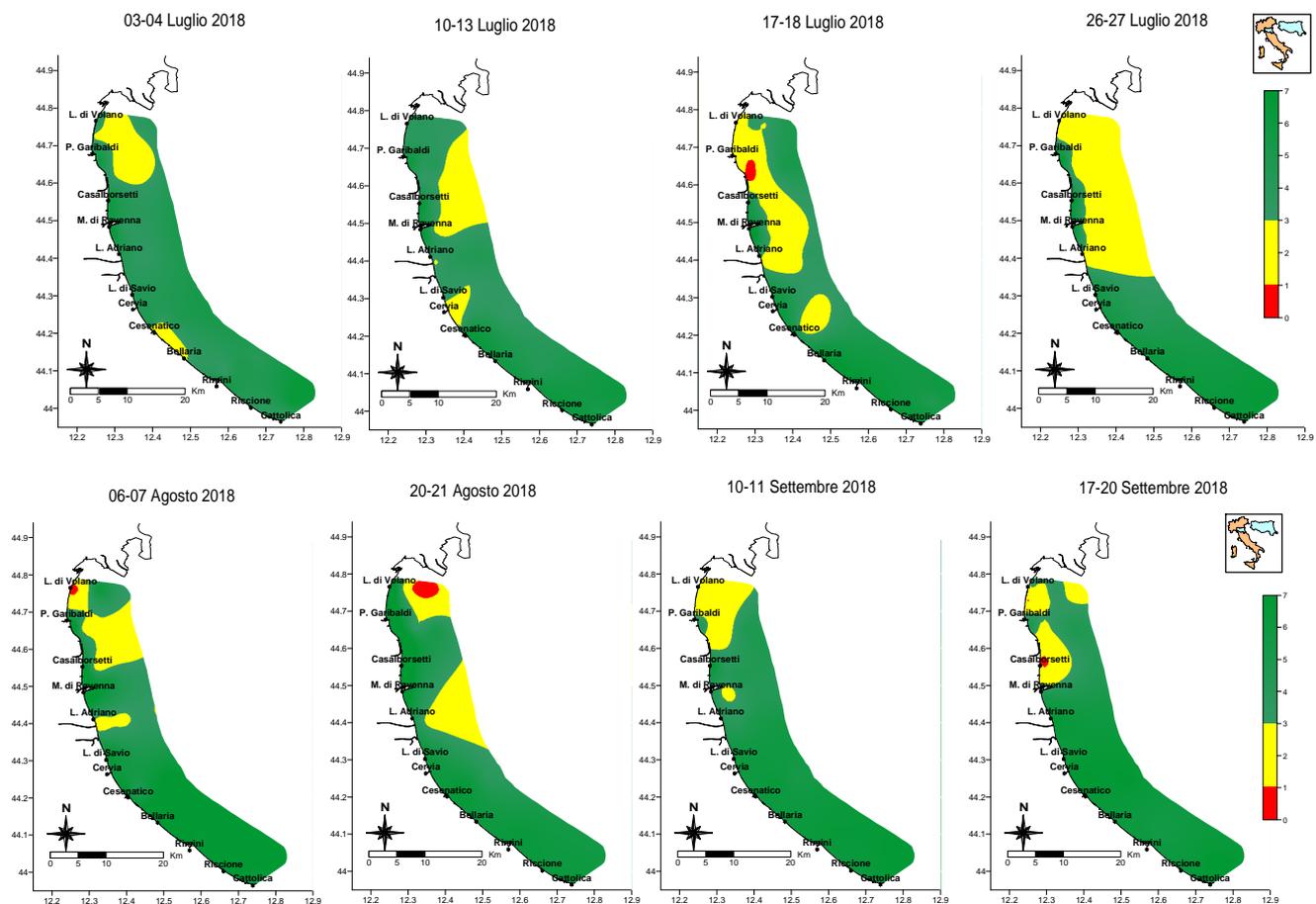


Figura 50 - Mappe di distribuzione dell'ossigeno disciolto sul fondo da costa fino a 10 km al largo rilevato in alcuni monitoraggi del 2018

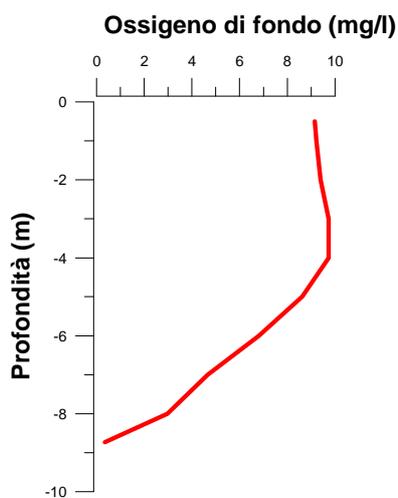


Figura 51 - Profilo dell'ossigeno disciolto rilevato con la sonda multi parametrica il 17 luglio nella stazione 304 (3 km antistante Cesenatico)

2.3.1.c 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. Essa rappresenta un efficace indicatore della produttività del sistema e determina il livello di eutrofizzazione delle acque. È una componente fondamentale degli indici trofici (valutazione della produzione primaria) come ad esempio il TRIX, dell’indice di torbidità TRBIX, applicati nella valutazione delle caratteristiche trofiche del corpo idrico e dello stato ambientale dell’ecosistema.

Le stazioni della rete di monitoraggio per la determinazione della Clorofilla “a” sono 15 dislocate su 7 transetti perpendicolari alla costa (Lido di Volano, P. Garibaldi, Casalborsetti, Lido Adriano, Zadina, Cesenatico, Rimini e Cattolica) e distanti 0.5 e 3 km dalla linea di riva (vedi Tabella 3).

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.

La frequenza di indagine è quindicinale (1^a e 3^a settimana di ogni mese) e deriva dalla necessità di tenere più frequentemente monitorate le diverse fasi eutrofiche essendo l’eutrofizzazione il principale problema del tratto costiero emiliano romagnolo. I dati acquisiti in trenta anni di monitoraggi a frequenza settimanale, mostrano infatti in linea di massima, una scala temporale di variazione ben più accentuata rispetto alla frequenza di misure prevista.

Nella Figura 52 si riportano gli andamenti della clorofilla “a” nel 2018 nelle varie stazioni di campionamento. L’interruzione delle curve che descrivono l’andamento della clorofilla “a” nel corso dell’anno, indicano la mancata esecuzione di una campagna di campionamenti dovuta generalmente a condizioni meteo-climatiche sfavorevoli.

Anche nel 2018 si nota come le stazioni più settentrionali presentano concentrazioni maggiori di clorofilla “a” e come le stazioni ubicate più a nord sono caratterizzate in genere da una variabilità maggiore rispetto a quelle più meridionali essendo maggiormente soggette alle portate fluviali in particolare del Po. I picchi di clorofilla “a”, si sono registrati nel mese di luglio in corrispondenza dei valori elevati di 56.2 e 48 µg/l registrati rispettivamente nelle stazioni di Casalborsetti e Lido Adriano.

In Figura 53 si riportano le mappe di distribuzione delle medie stagionali di clorofilla “a”.

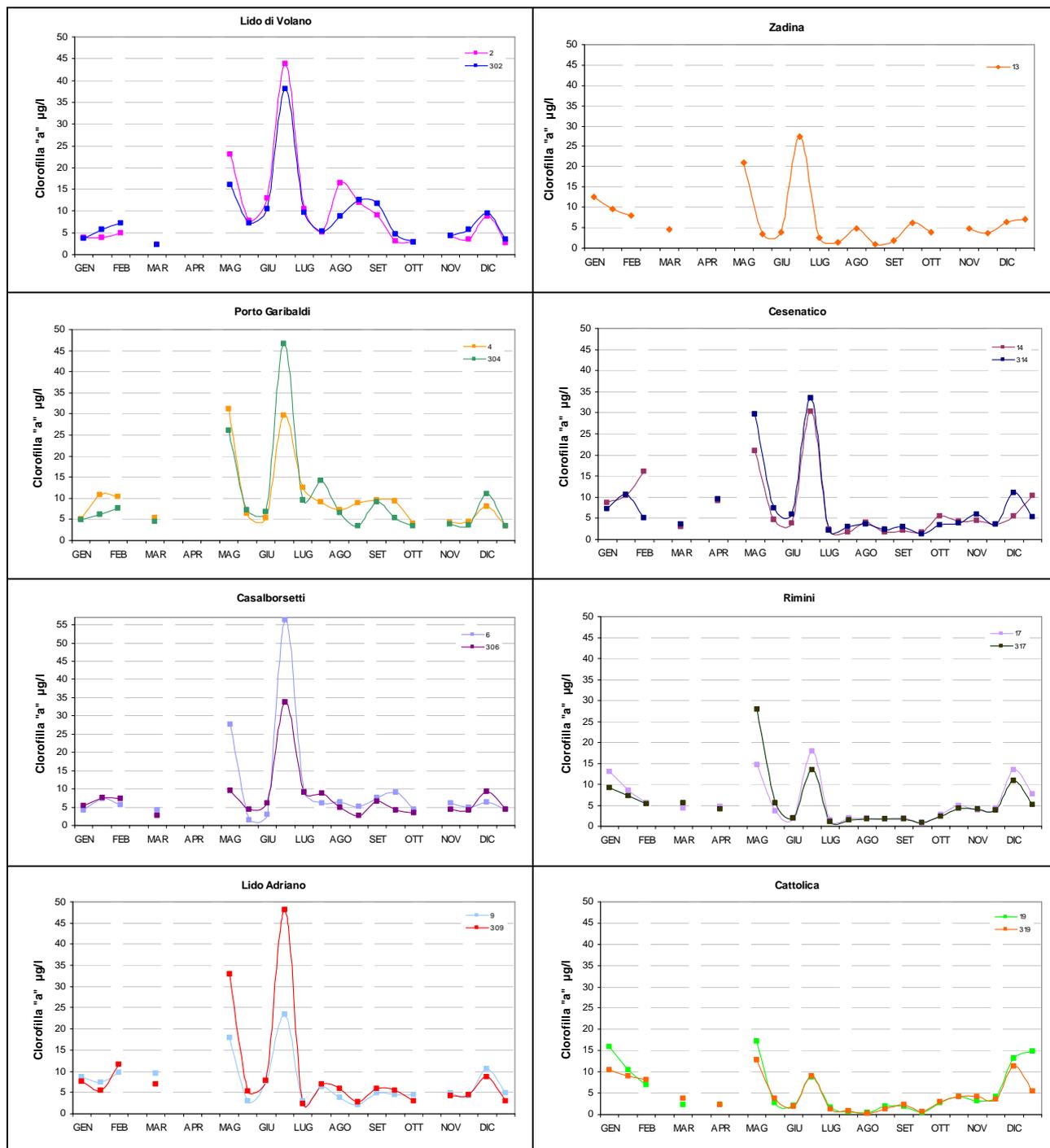


Figura 52 - Andamenti temporali della clorofilla "a" in superficie nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa nei corpi idrici CD1 (stazioni 2, 302, 4, 304, 6, 306) e CD2 (stazioni 9, 309, 13, 14, 314, 17, 317, 19, 319): anno 2018

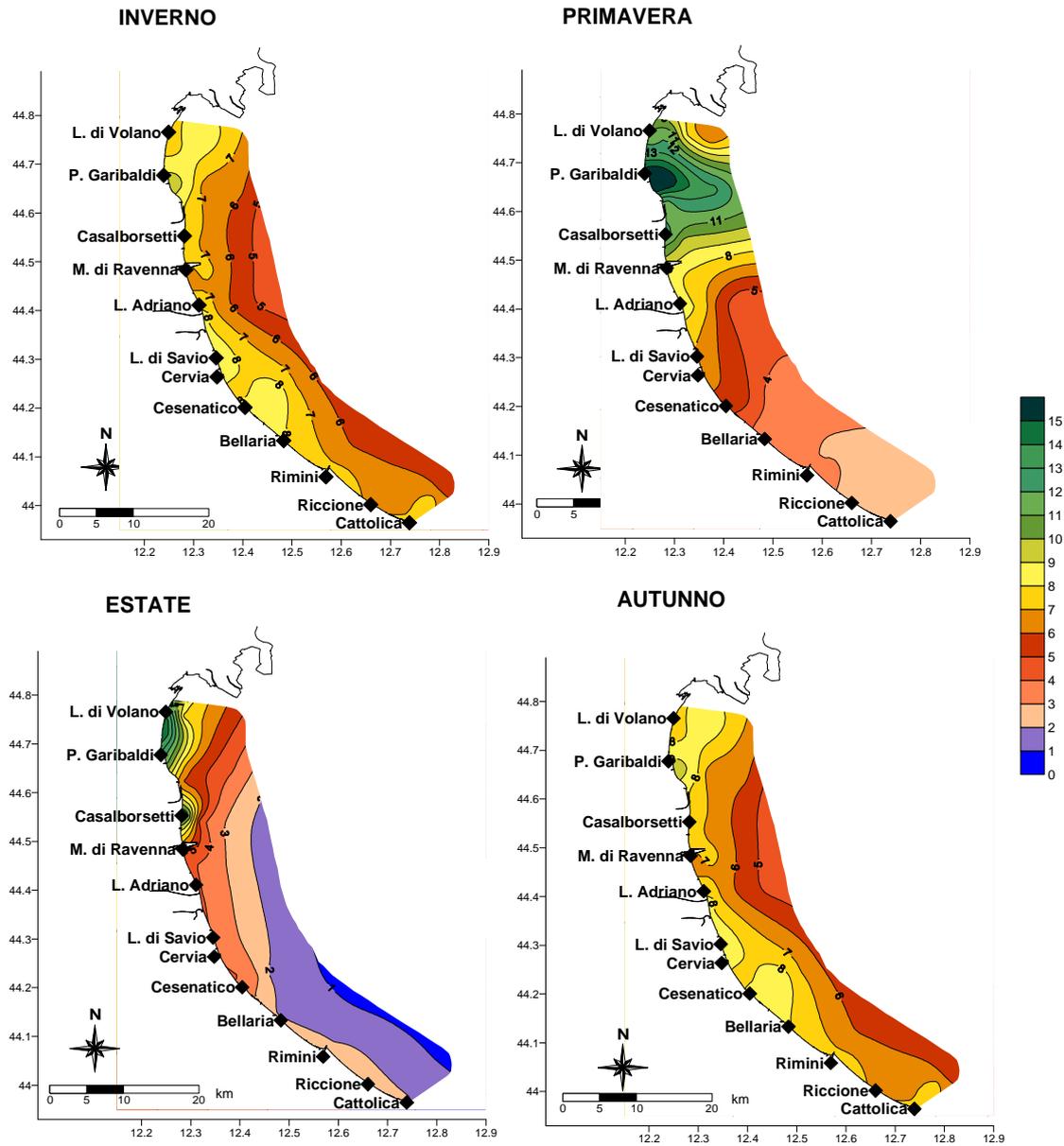


Figura 53 - Mappe di distribuzione della clorofilla "a" (µg/l) da costa a 10 km al largo in superficie (medie stagionali)

2.3.2 Elementi nutritivi

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

L'azoto nitrico è una componente solubile dell'azoto e il suo andamento, durante l'anno, è strettamente correlato con le portate di acque dolci immesse dai bacini costieri, in particolare da quello padano e influenzato anche dalle precipitazioni atmosferiche.

L'elaborazione delle medie annuali per il 2018 sottolinea una condizione diversa tra le stazioni comprese tra Lido di Volano e Casalboretto a confronto con le altre centro meridionali (Figura 54); diminuiscono le concentrazioni da nord a sud e da costa e largo ma nelle stazioni più settentrionali l'andamento mostra valori medi più alti a Porto Garibaldi (0.5 km = 593.66 $\mu\text{g/l}$; 3 km = 589.25 $\mu\text{g/l}$) e Casalboretto (0.5 km = 582.6 $\mu\text{g/l}$) e a seguire a Lido di Volano nella stazione più esterna al transetto a 10 km (473.9 $\mu\text{g/l}$).

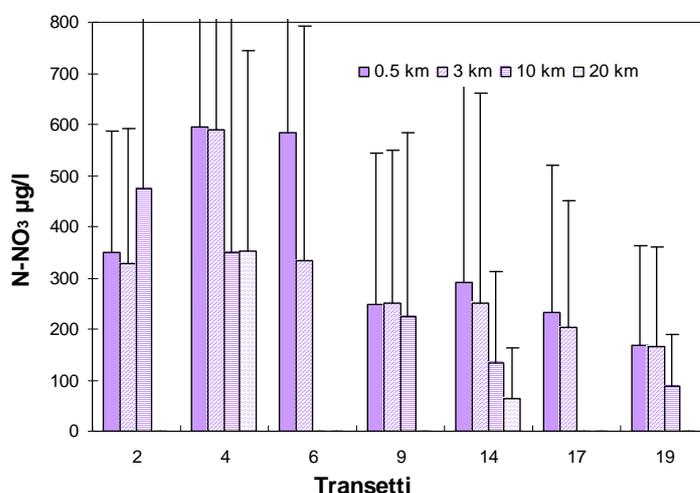


Figura 54 - Valori medi annuali e deviazioni standard dell'azoto nitrico nelle acque superficiali calcolate nelle stazioni a 0.5, 3, 10 e 20 km da costa

Gli andamenti temporali in Figura 55 mostrano le concentrazioni di azoto nitrico nella stazione 2 situata più a nord a confronto con la stazione 19 opposta più a sud. Si confermano fluttuazioni maggiori e valori più alti a Lido di Volano rispetto a Cattolica confermando quanto l'area più a nord sia strettamente legata alle immissioni del Po in ambiente marino.

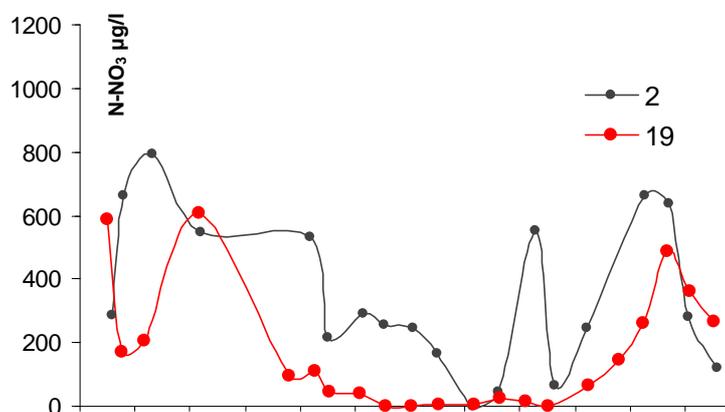


Figura 55 - Andamento temporale dell'azoto nitrico in superficie nella stazione 2 e 19

L'elaborazione dei dati in alcune stazioni costiere tramite i diagrammi di Box&Whiskers (Figura 56) permette di evidenziare meglio la distribuzione dell' $N-NO_3$. Si conferma il trend in diminuzione nord sud ma anche la presenza di una maggiore dispersione o variabilità in alcune stazioni come nella 6 a 0.5 km davanti a Casalborsetti.

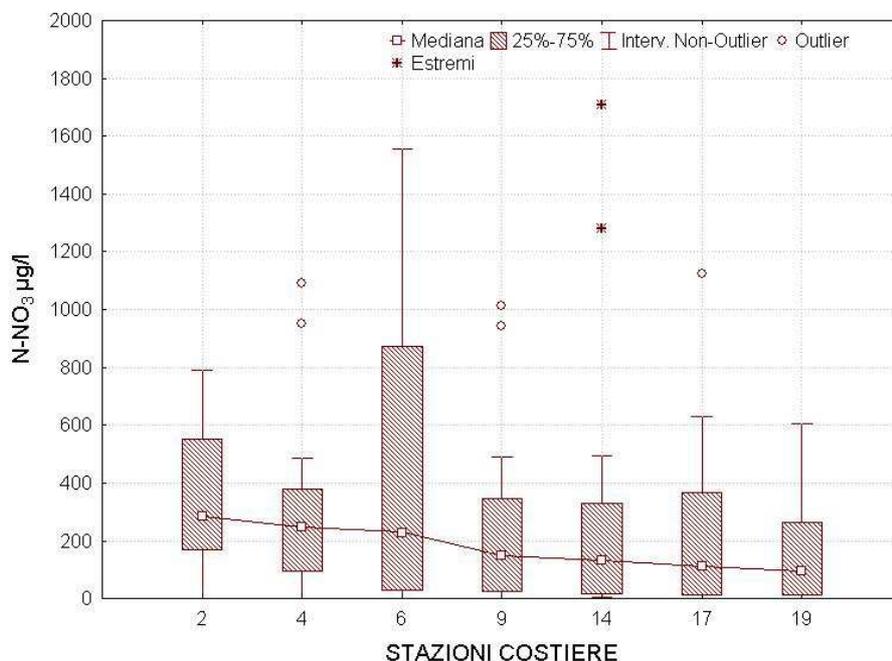


Figura 56 - Diagrammi multipli di Box e Whiskers dell'azoto nitrico in alcune stazioni a 0.5 km dalla costa

Analizzando i dati anche per stagione, in tutte le stazioni si rilevano valori medi maggiori in inverno, nelle stazioni 4 e 6 si osservano medie nettamente più alte rispetto alle altre stazioni (Figura 57) superiori a 1600 µg/l, che si mantengono molto simili anche nella stazione 304 (1776.58 µg/l).

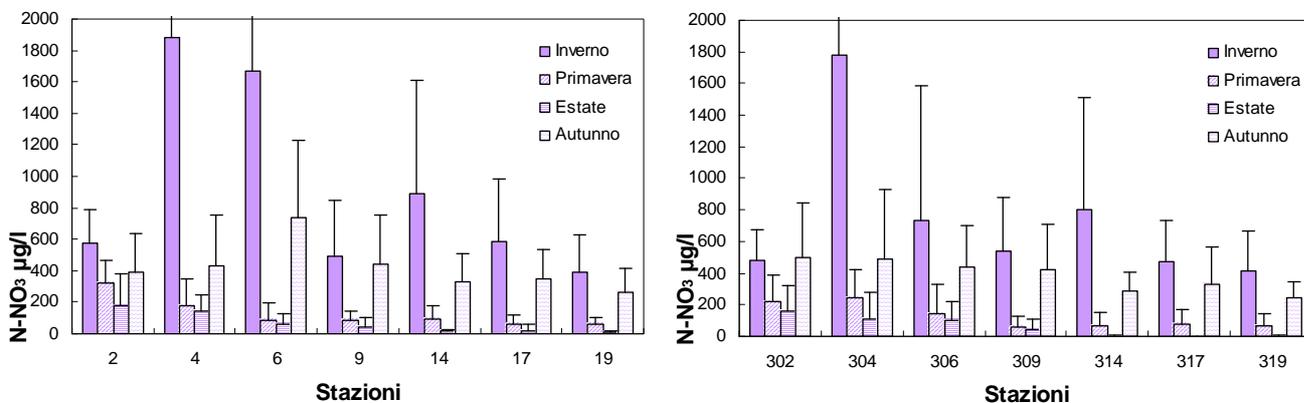


Figura 57 - Valori medi stagionali e deviazioni standard dell'azoto nitrico nelle acque superficiali a 0.5 e 3 km da costa

Le mappe di distribuzione elaborate in Figura 58 rappresentano bene il trend dell'azoto nitrico in superficie da 0.5 fino a 10 km al lago, lungo tutta la costa con valori elevati inverno ed autunno e minimi in estate. Le concentrazioni maggiori si registrano sempre nell'area settentrionale.

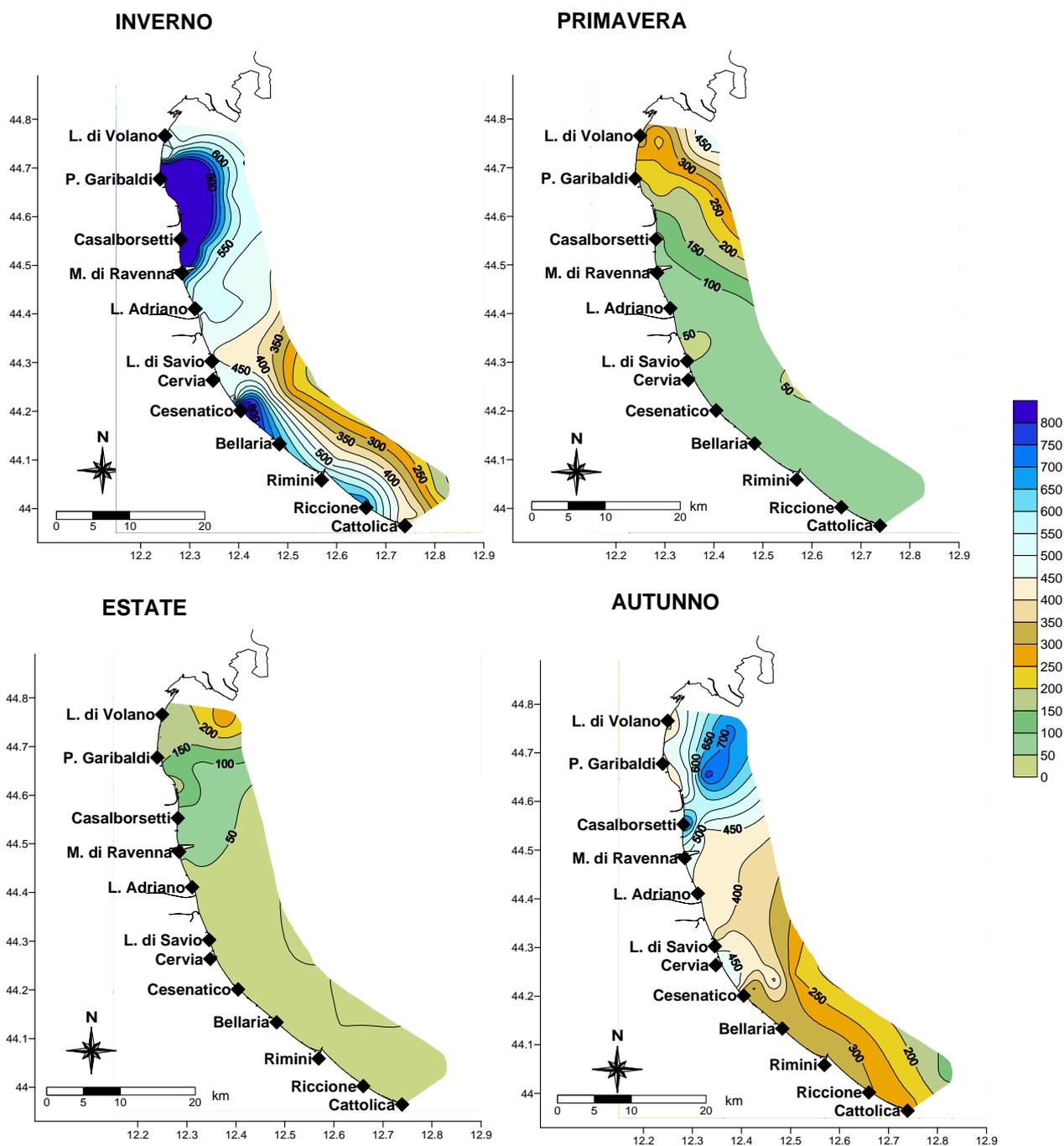


Figura 58 - Mappe di distribuzione delle medie stagionali dell'azoto nitrico ($\mu\text{g/l}$) superficie da costa fino a 10 km al largo

I valori elevati in inverno sono da attribuire a concentrazioni alte segnalate durante i controlli a febbraio e marzo. In particolare nel monitoraggio del 7-8 marzo si sono registrati picchi importanti nelle stazioni 4 e 304 davanti a Porto Garibaldi pari a 5892 e 5381 $\mu\text{g/l}$, nella stazione 5 a 0.5 km dalla foce Reno con 3028 $\mu\text{g/l}$ e davanti a Casalborsetti (0.5 km) con 3966 $\mu\text{g/l}$.

La mappa di Figura 59 mostra nel dettaglio la distribuzione in superficie del parametro lungo la costa proprio durante i controlli di marzo.

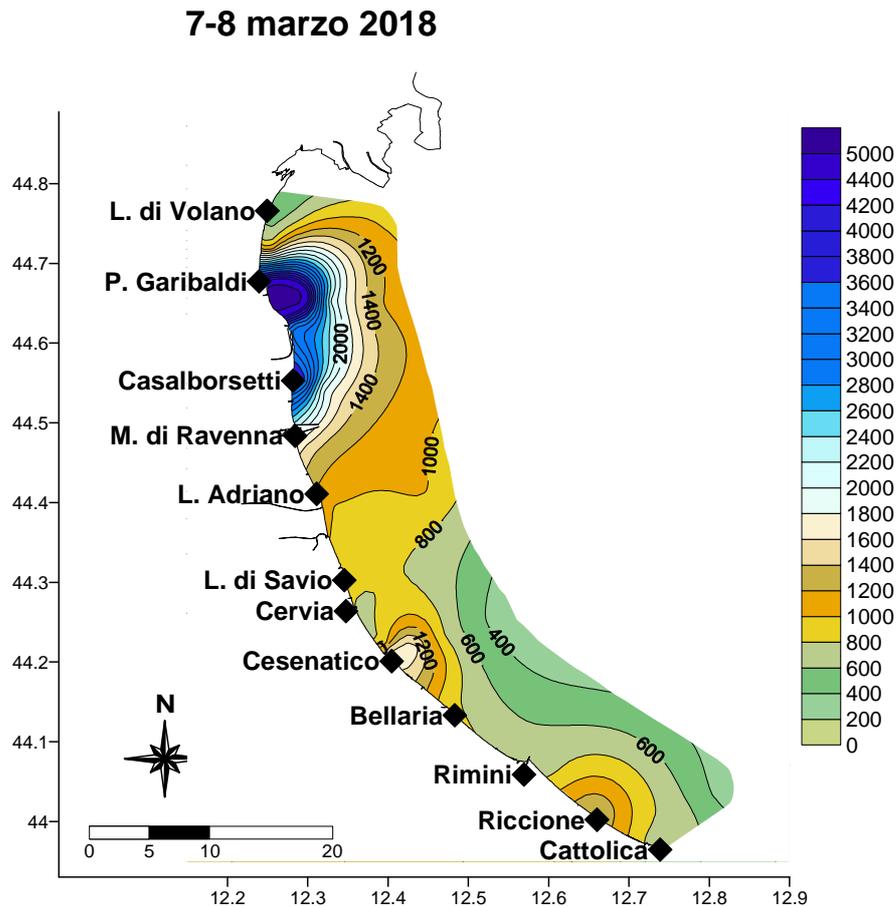


Figura 59 - Mappa di distribuzione dell' N-NO_3 in superficie lungo la costa fino a 10 km al largo durante i controlli del 7-8 Marzo

La Figura 60 descrive l'andamento temporale dell' N-NO_3 nelle stazioni lungo i transesti di Porto Garibaldi e Cesenatico da 0.5 e 20 km al largo sia nelle acque di superficie sia in quelle di fondo. Si rimarca l'alta variabilità del parametro in superficie da gennaio a maggio e da settembre a dicembre, più marcata a Porto Garibaldi rispetto a Cesenatico, mentre sul fondo l'andamento rimane più lineare e contenuto.

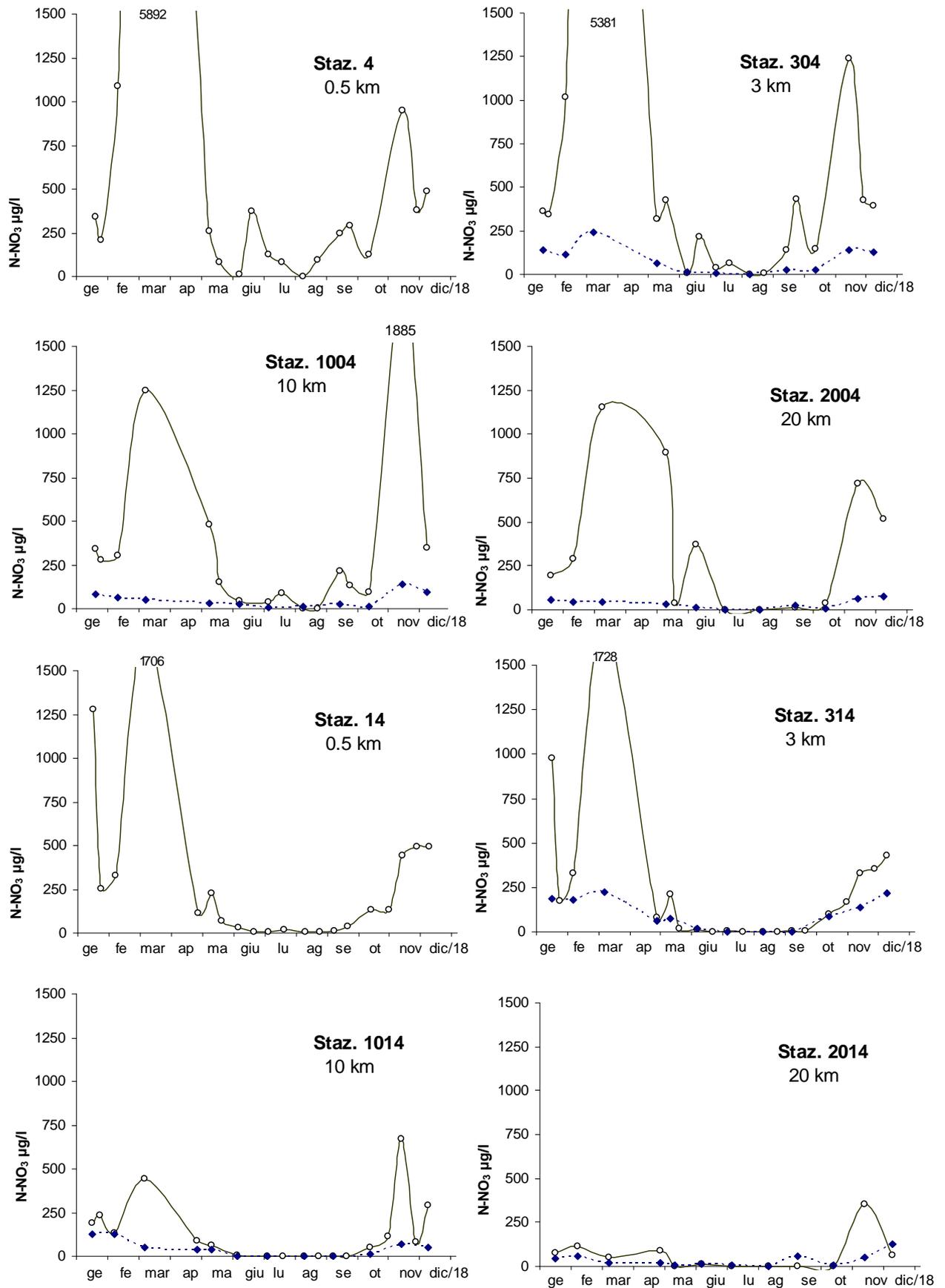


Figura 60 - Andamenti temporali dell'azoto nitrico in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico

2.3.2.b Azoto nitroso ($N\text{-NO}_2$)

L'andamento dell'azoto nitroso mostra un comportamento analogo a quello osservato per l' $N\text{-NO}_3$ con valori più alti in corrispondenza di eventi di forte portate dai bacini costieri (Figura 61).

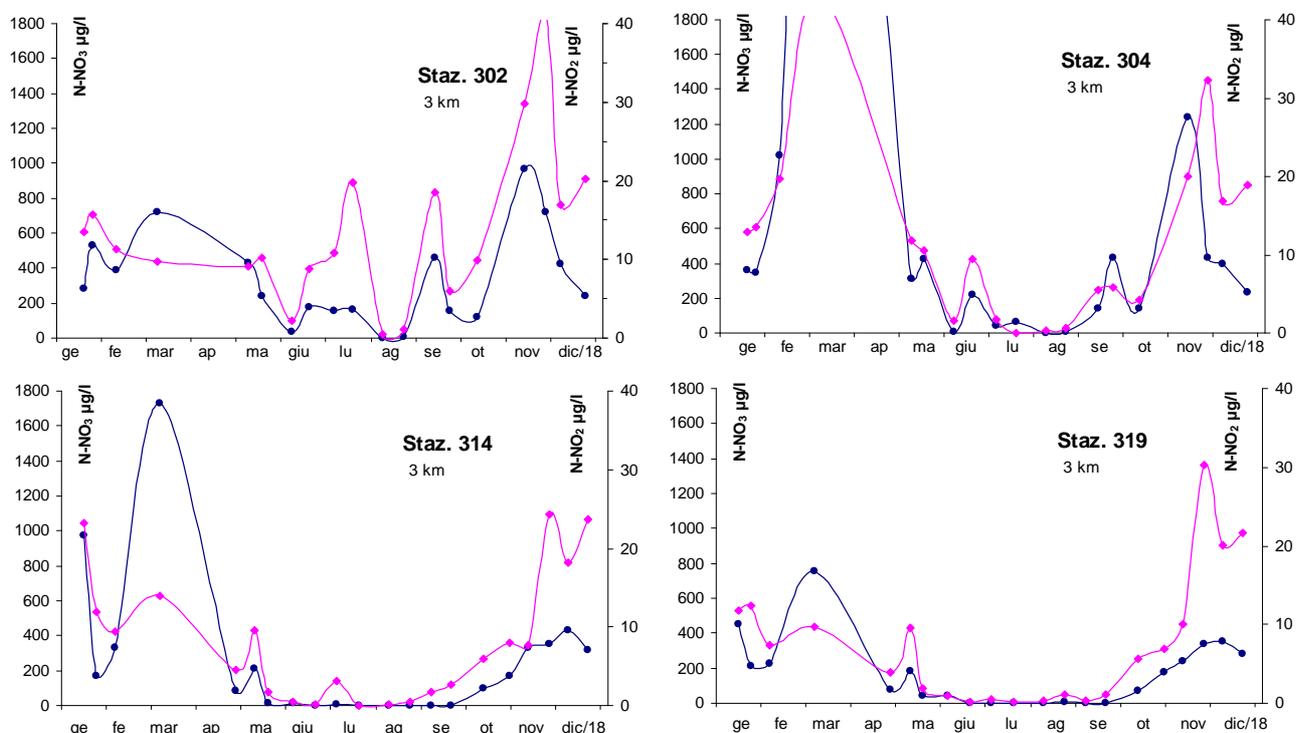


Figura 61 - Andamenti temporali dell'azoto nitrico (linea blu) e dell'azoto nitroso (linea fucsia) in alcune stazioni a 3 km dalla costa davanti a Lido di Volano, Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica

L'elaborazione delle medie annuali in Figura 62 mostra un netto trend in diminuzione da nord a sud soprattutto nelle stazioni a 0.5 km e da costa al largo; nella stazione 2 davanti a Lido di Volano il valore medio annuale è stato di 17.7 µg/l mentre a Cattolica pari a 7.37 µg/l.

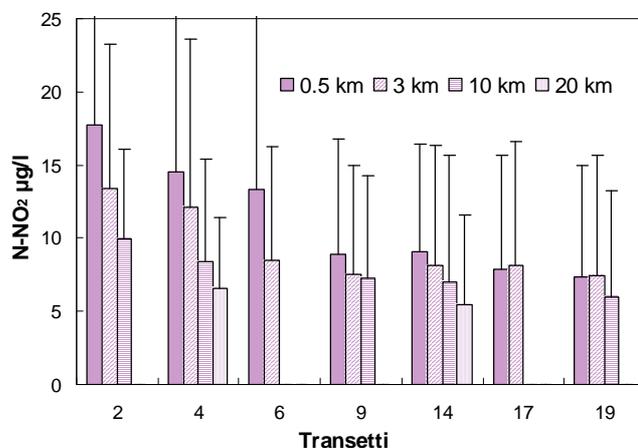


Figura 62 - Valori medi annuali e deviazioni standard dell'azoto nitroso in superficie nelle stazioni a 0.5, 3, 10 e 20 km da costa

Analizzando i dati per stagione (Figura 63) si osservano valori in generale più alti nei periodi più freddi (inverno-autunno) e valori più bassi in estate; nella stazione 2 si rivelano i valori più elevati in autunno pari a 31.72 µg/l.

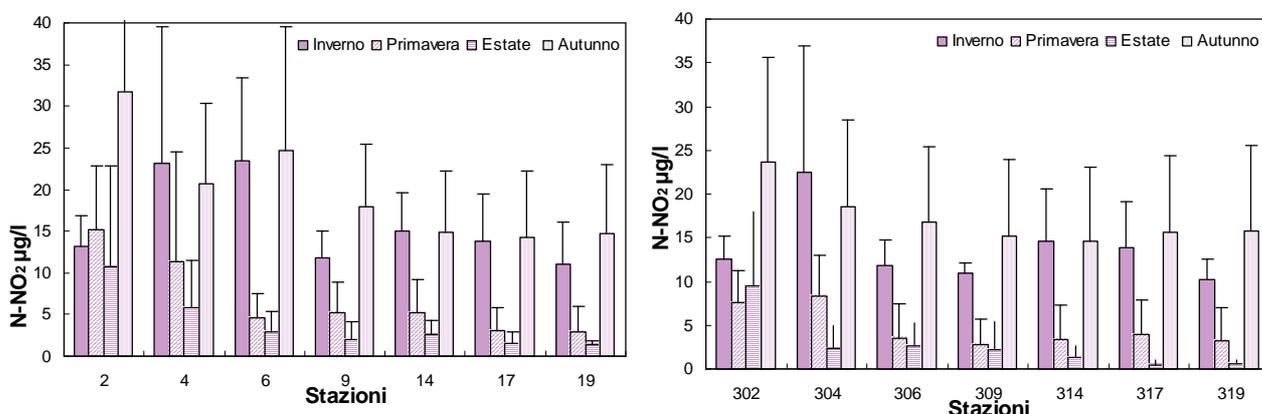


Figura 63 - Valori medi stagionali e deviazioni standard dell'azoto nitroso in superficie calcolati nelle stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa

L'area più settentrionale anche per questo parametro, come accennato all'inizio del paragrafo, presenta concentrazioni maggiori rispetto a quelle riscontrate durante i controlli nell'area meridionale; l'andamento temporale rappresentato in Figura 64 nella stazione 2, a confronto con la stazione 19, conferma la diversa condizione fra le due aree evidenziando inoltre fluttuazioni maggiori proprio a Lido di Volano mentre a Cattolica rimangono più contenute in particolare nel periodo compreso tra maggio e ottobre.

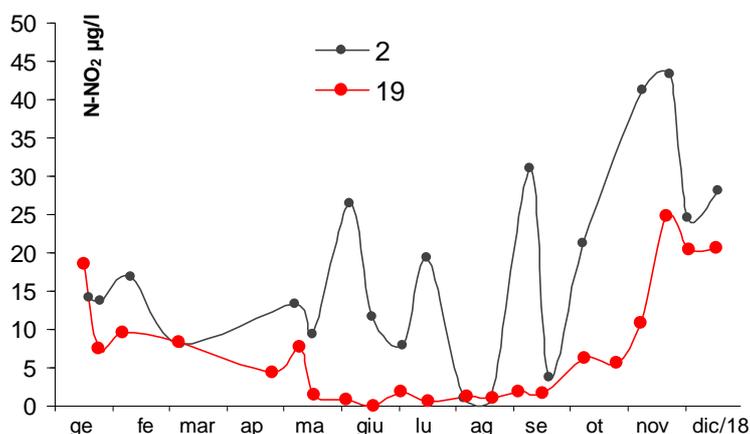


Figura 64 – Andamento temporale dell'azoto nitroso nelle stazioni 2 e 19 a 0.5 km davanti a Lido di Volano e Cattolica

Esaminando le concentrazioni di N-NO₂ in superficie e sul fondo (Figura 65) si rileva una elevata variabilità in superficie a dimostrazione di come il sistema superficiale sia quello più interessato dalle acque dolci immesse in mare; queste fluttuazioni si riducono andando da costa verso il largo.

A livello del fondale, i valori di azoto nitroso tendono a rimanere più bassi e omogenei. In alcuni controlli, concentrazioni maggiori si sono rinvenute sul fondo rispetto alla superficie, come conseguenza del consumo da parte dei microrganismi sul fondo che, mineralizzando la sostanza organica accumulata sul sedimento, rimettono in circolo anche l' N-NO₂. I valore più alti di N-NO₂ nel 2018 sono risultati l'8 marzo nelle due stazioni vicine a costa lungo il transetto di Porto Garibaldi con 46.49 µg/l nella stazione 4 e 43.67 µg/l nella 304.

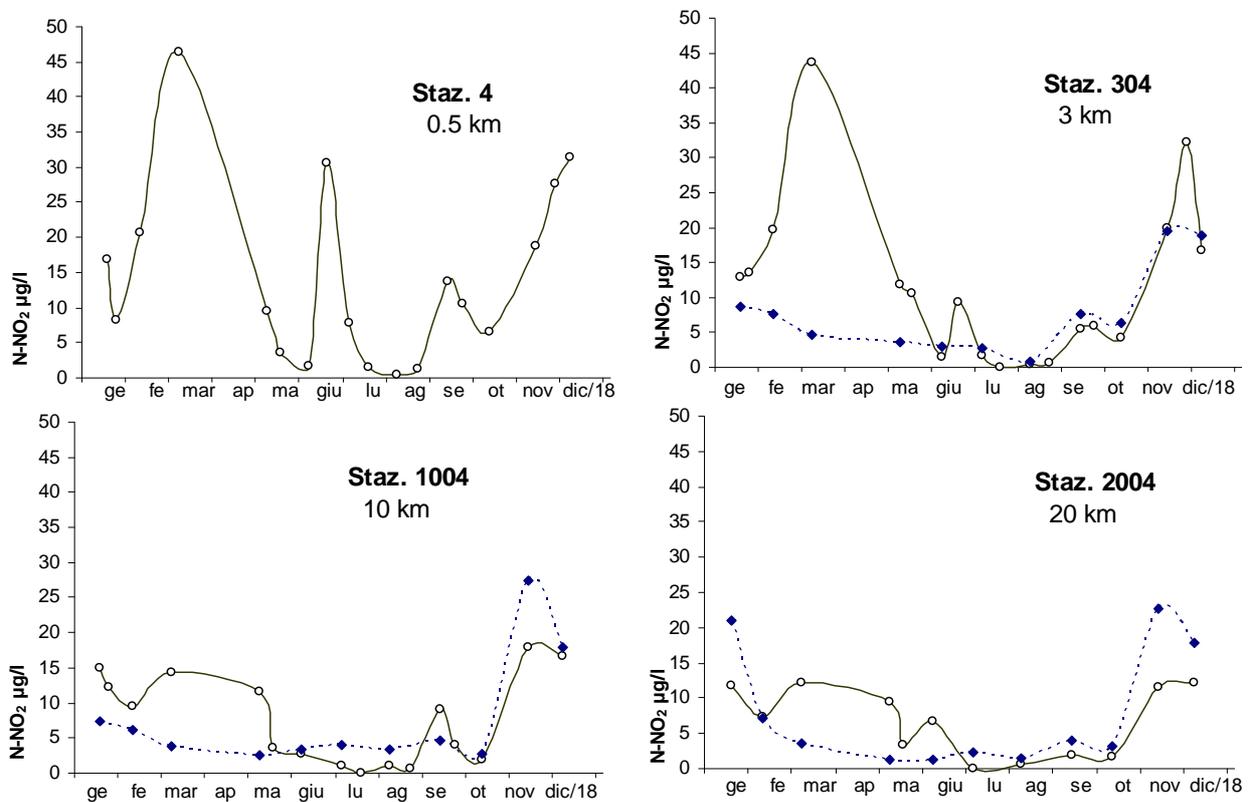


Figura 65 - Andamenti temporali dell'azoto nitroso in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) lungo il transetto di Porto Garibaldi

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

Anche le fluttuazioni dell'altra forma solubile dell'azoto, l'azoto ammoniacale, si mantengono strettamente correlate agli apporti fluviali ed alle immissioni di reflui generati dagli insediamenti urbani. L'elaborazione delle medie annuali in Figura 66 conferma un trend in diminuzione da nord a sud e da costa al largo più pronunciato nelle stazioni settentrionali (st. 2 media annuale = 60.6 $\mu\text{g/l}$; st. 19 media annuale = 14.9 $\mu\text{g/l}$).

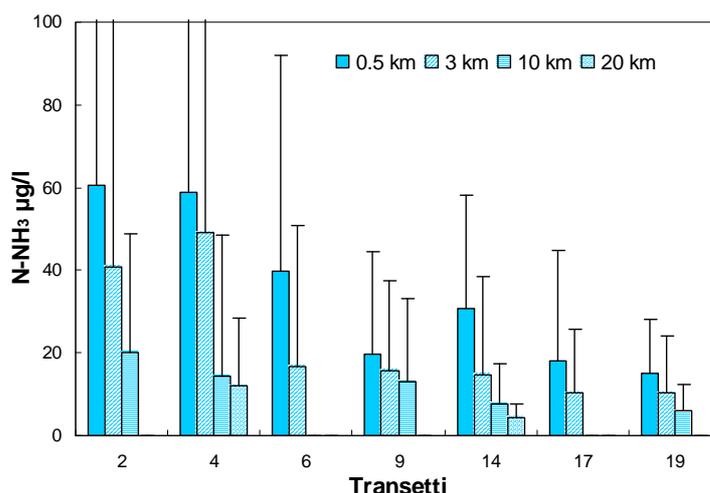


Figura 66 - Valori medi annuali e deviazioni standard dell'ammoniaca in superficie calcolati nelle stazioni a 0.5, 3, 10 e 20 km da costa

Analizzando i dati per stagione (Figura 67) si rilevano valori più elevati in inverno nelle stazioni a 3 km dalla costa rispetto a quelle a 500 m; Porto Garibaldi è l'area con concentrazioni più alte in assoluto, soprattutto a 0.5 km con un valore medio di $N-NH_3$ pari a 184.66 $\mu\text{g/l}$. Lido di Volano presenta massimi in autunno mentre in altre stazioni come ad esempio a Lido Adriano (st. 9) e Cesenatico (st. 14), le concentrazioni sono comunque sempre più basse. Non si evidenziano differenze importanti nelle varie stagioni.

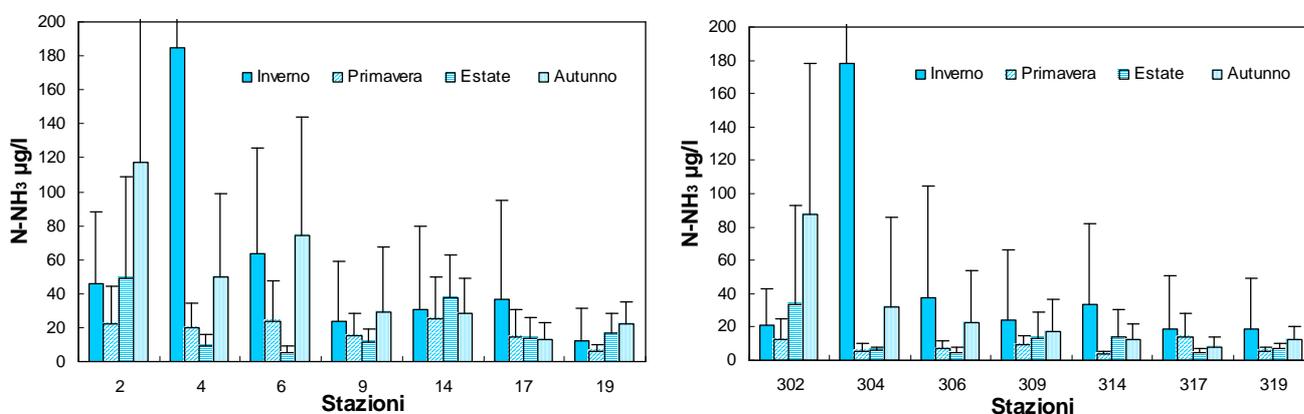


Figura 67 - Valori medi stagionali e deviazioni standard dell'ammoniaca in superficie calcolati nelle stazioni a 0.5 e 3 km da costa

La Figura 68 mostra l'andamento temporale dell'azoto ammoniacale nelle stazioni posizionate lungo la direttrice di Porto Garibaldi sia in superficie che sul fondo. Si osserva una più alta variabilità in superficie soprattutto nelle stazioni più in costa; qui si rilevano due picchi importanti a marzo e a novembre. È durante i controlli effettuati il giorno 8 marzo che si sono registrate le concentrazioni più elevate del 2018 proprio nella stazione 304 pari a 559.52 $\mu\text{g/l}$ e 531.6 $\mu\text{g/l}$ nella st. 4. Sul fondo i valori si mantengono più omogenei e diminuiscono nella stazione 2004, più esterna lungo il transetto controllato. Nei monitoraggi da maggio a ottobre le concentrazioni sul fondo tendono a essere più alte di quelle rilevate in superficie. Incrementi a livello di fondale si osservano in concomitanza a diminuzione di ossigeno dovuto all'attività degli organismi eterotrofi detritivori che porta anche alla mineralizzazione della sostanza organica e alla rimessa in circolo di composti quali ad esempio anche l'ammoniaca con il conseguente aumento di concentrazione.

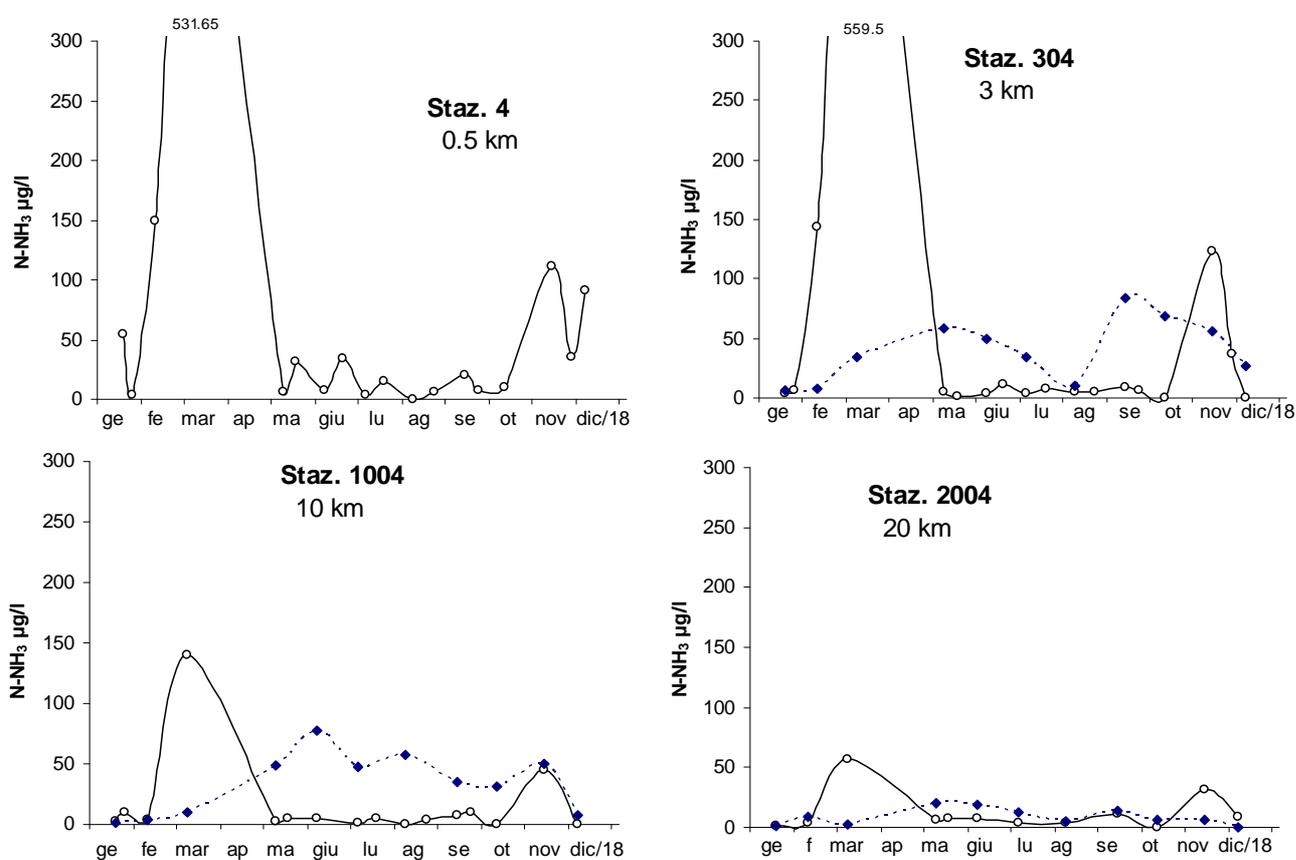


Figura 68 - Andamento temporale dell'azoto ammoniacale in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) lungo la direttrice di Porto Garibaldi

Nell'ultima figura (Figura 69) è rappresentata la distribuzione dell'azoto ammoniacale in superficie lungo la costa fino a 10 km al lago durante il mese di marzo che mette in evidenza l'elevata concentrazione del parametro proprio nell'area antistante Porto Garibaldi.

Anche a novembre si sono rilevate concentrazioni elevate ma che hanno raggiunto picchi più contenuti, il valore più elevato registrato a Lido di Volano si attestava intorno ai 250 $\mu\text{g/l}$ a 500 m dalla riva.

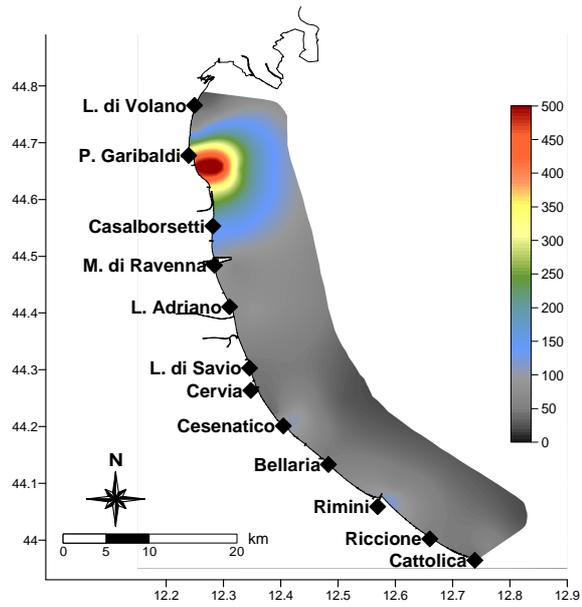


Figura 69 - Mappa di distribuzione dell’N-NH₃ da costa a 10 km al largo nelle acque superficiali a marzo (media mensile)

2.3.2.d Azoto inorganico disciolto (DIN)

Il DIN o azoto inorganico disciolto corrisponde alla somma delle tre forme azotate solubili fin qui descritte ovvero l'azoto nitroso, l'azoto nitrico e l'azoto ammoniacale e di conseguenza il suo andamento durante l'anno, è correlato direttamente alle portate dei fiumi costieri e dal Po. Come si evince dal grafico di Figura 70, l' $N-NO_3$ si conferma la forma azotata predominante seguita dall' $N-NH_3$ ed in ultimo dall'azoto nitroso. Nei controlli del 6 agosto le concentrazioni di tutte e tre i parametri sono risultati essere molto basse e prossime al limite minimo di rilevamento dello strumento.

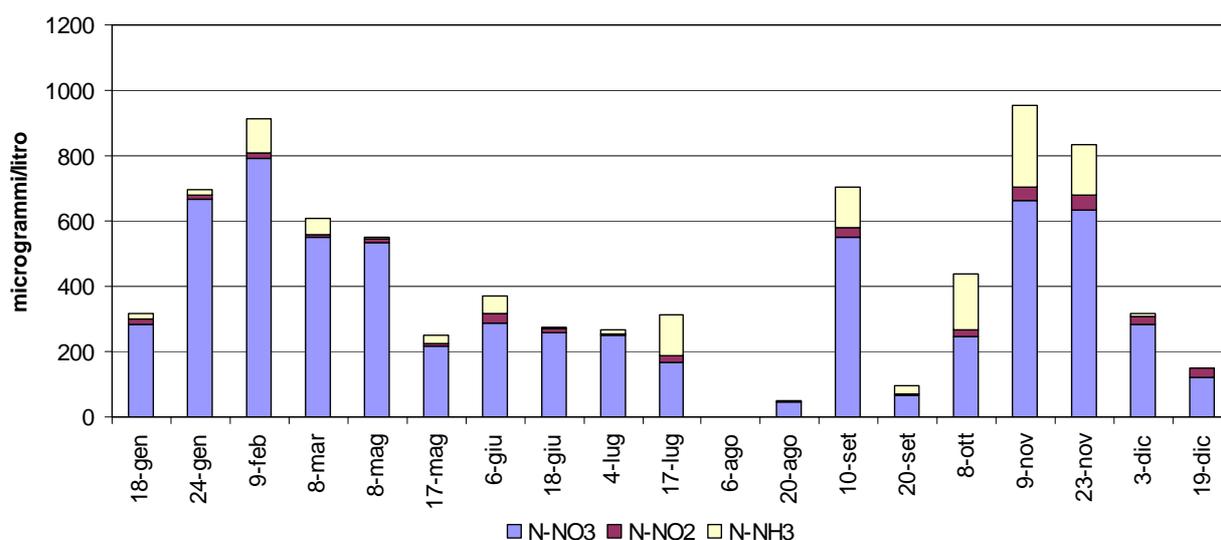


Figura 70 - Istogrammi in pila degli andamenti dei nitrati, nitriti e azoto ammoniacale nella stazione di Lido di Volano

Gli istogrammi di Figura 71 mettono a confronto le variazioni dei dati medi mensili del DIN del 2018 in tre stazioni a 3 km dalla costa con il valore medio climatologico calcolato nel lungo periodo 1982-2002. Questo confronto ci permette di valutare eventuali variazioni e scostamenti da una condizione di riferimento: infatti i valori positivi indicano che nel corso del singolo mese c'è stato un incremento del DIN rispetto alla condizione rappresentata dalla climatologia, i valori negativi al contrario identificano una diminuzione di concentrazione.

In tutte e tre le stazioni si evidenzia un netto aumento di concentrazione del parametro rispetto al valore climatologico di riferimento nel mese di marzo. Nella stazione 304, posizionata più a nord rispetto alle altre lungo la costa, anche a febbraio ed a novembre si registra un aumento di concentrazione del DIN rispetto al valore di riferimento, un aumento più contenuto anche nel mese di settembre. A Porto Garbaldi si osservano anche situazioni contrarie con diminuzione sensibile di concentrazione rispetto al limite climatologico (gennaio, ottobre e dicembre). Nelle altre due stazioni, 314 ed 319, i dati medi mensili rimangono molto vicini ai valori di riferimento tendenti però sempre ad una leggera diminuzione.

Analizzando le medie geometriche annuali nel lungo periodo 1982-2016 (Figura 72) in tre aree lungo la costa, una più settentrionale (stazioni 2, 3 e 4), una centrale (stazioni 12 e 14) e una più meridionale (stazioni 17 e 19) si osserva un incremento più marcato nell'area più a nord e più contenuto nelle altre due aree centro meridionali.

Nel grafico sono rappresentate anche le tendenze di tipo lineare dei valori del DIN (linee tratteggiate) che mostrano in termini assoluti l'evoluzione complessiva del sistema, ed anche quelle di ordine superiore (linee continue) che consentono di evidenziare eventuali fenomeni di ciclicità interannuale.

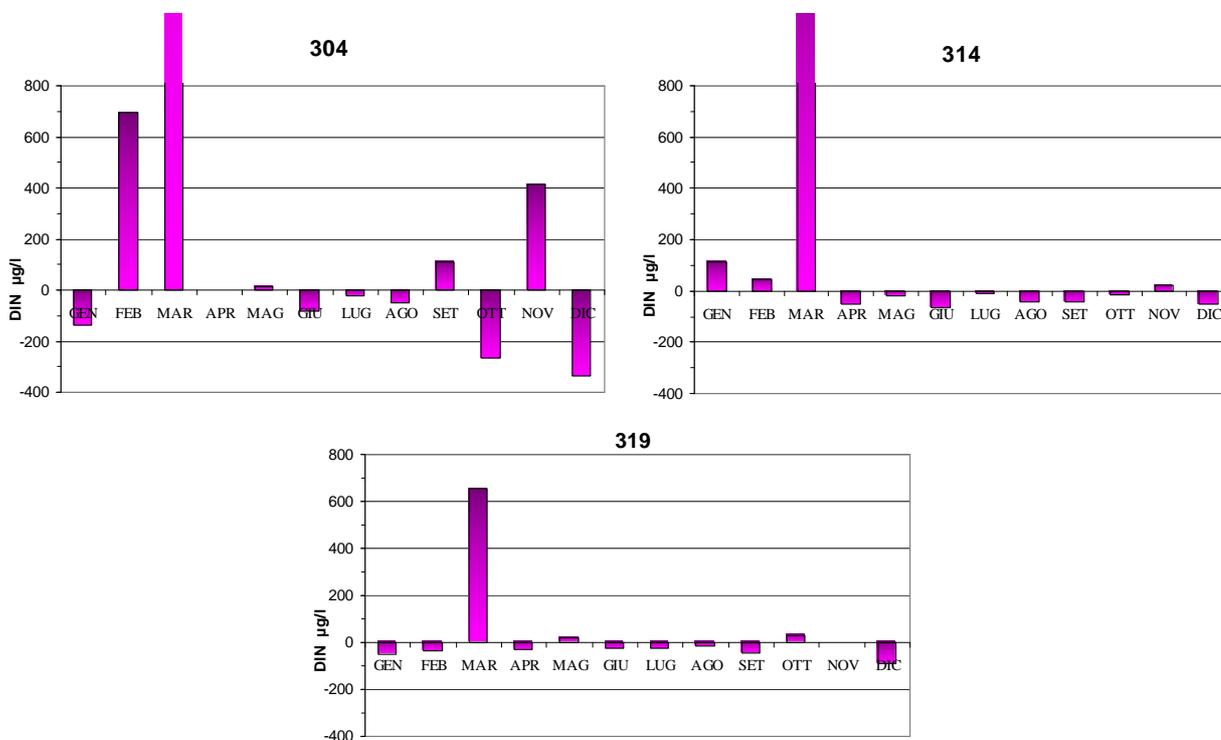


Figura 71- Variazione dei valori medi mensili del DIN nelle stazioni antistanti Porto Garibaldi (304), Cesenatico (314) e Cattolica (19) a confronto con il valore climatologico del periodo

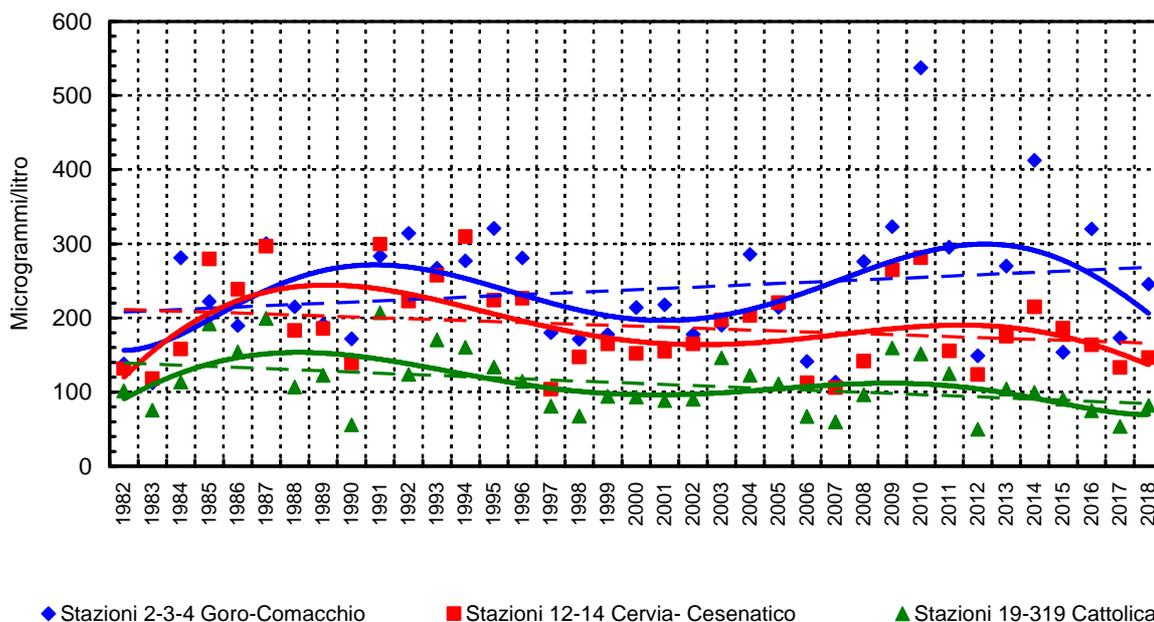


Figura 72 - Medie geometriche annuali per trend evolutivo del DIN in tre aree lungo la costa emiliano romagnola

2.3.2.e Azoto totale (N tot)

Anche per l'azoto totale la distribuzione lungo la costa nel 2018 rispecchia quella analizzata nei paragrafi precedenti, per le tre forme di azoto solubili; concentrazioni più elevate nelle stazioni più settentrionali rispetto a quelle meridionali e una tendenza più o meno marcata ad una diminuzione anche da costa a largo (Figura 73). L'elaborazione delle medie annuali conferma anche per l'azoto totale valori alti a 0.5 e 3 km davanti a Porto Garibaldi e a 0.5 km davanti a Casalborsetti, per tutte di poco superiore a 1000 µg/l. Bassi i valori nelle stazioni al largo dei 10 e 20 km; il valore più basso risulta nella st. 2014, a 20 km lungo la direttrice di Cesenatico con una media annuale di 345.5 µg/l.

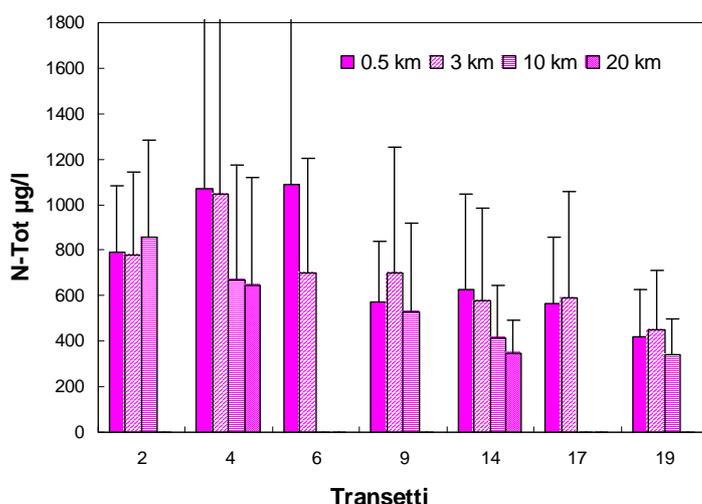


Figura 73 - Valori medi annuali e deviazioni standard dell'azoto totale in superficie calcolati nelle stazioni a 0.5, 3, 10 e 20 km dalla costa

L'andamento temporale dell'azoto totale in superficie nelle due stazioni a 0.5 km, la st. 2 e la st. 19 opposte lungo la costa, evidenzia ancora una volta la maggior variabilità nell'area più settentrionale direttamente investita dalle acque dolci provenienti dal bacino padano rispetto a Cattolica, con fluttuazioni minori e concentrazioni basse soprattutto da giugno a ottobre (Figura 74).

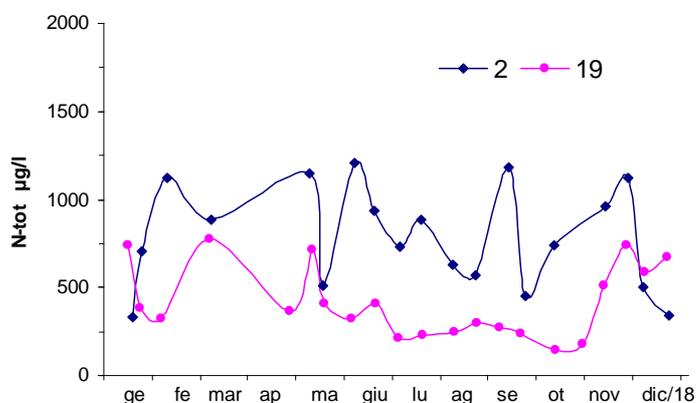


Figura 74 - Andamento temporale dell'azoto totale nelle stazioni a 0.5 km davanti a Lido di Volano e Cattolica

Anche per l'azoto totale sono state rappresentate le medie mensili a 3 km davanti a Porto Garibaldi a Cesenatico e Cattolica confrontandole con valori di riferimento calcolati su lungo periodo (1993-2002) per meglio interpretarne le variazioni annuali (Figura 75).

A Porto Garibaldi si osservano valori superiori alla media di riferimento in diversi mesi. Un aumento importante di concentrazione rispetto alla media climatologica si riscontra anche nelle altre due stazioni nel mese di marzo.

Scostamenti positivi meno marcati si osservano invece a Cesenatico mentre nella stazione di Cattolica i valori di azoto totale tendono ad allinearsi con quelli di riferimento. Valori negativi, che indicano una diminuzione della variabile rispetto alla condizione di riferimento, si osservano a gennaio, ottobre e dicembre nella 304, a febbraio nella 314 e 319, a dicembre a Cesenatico ed a settembre a Cattolica.

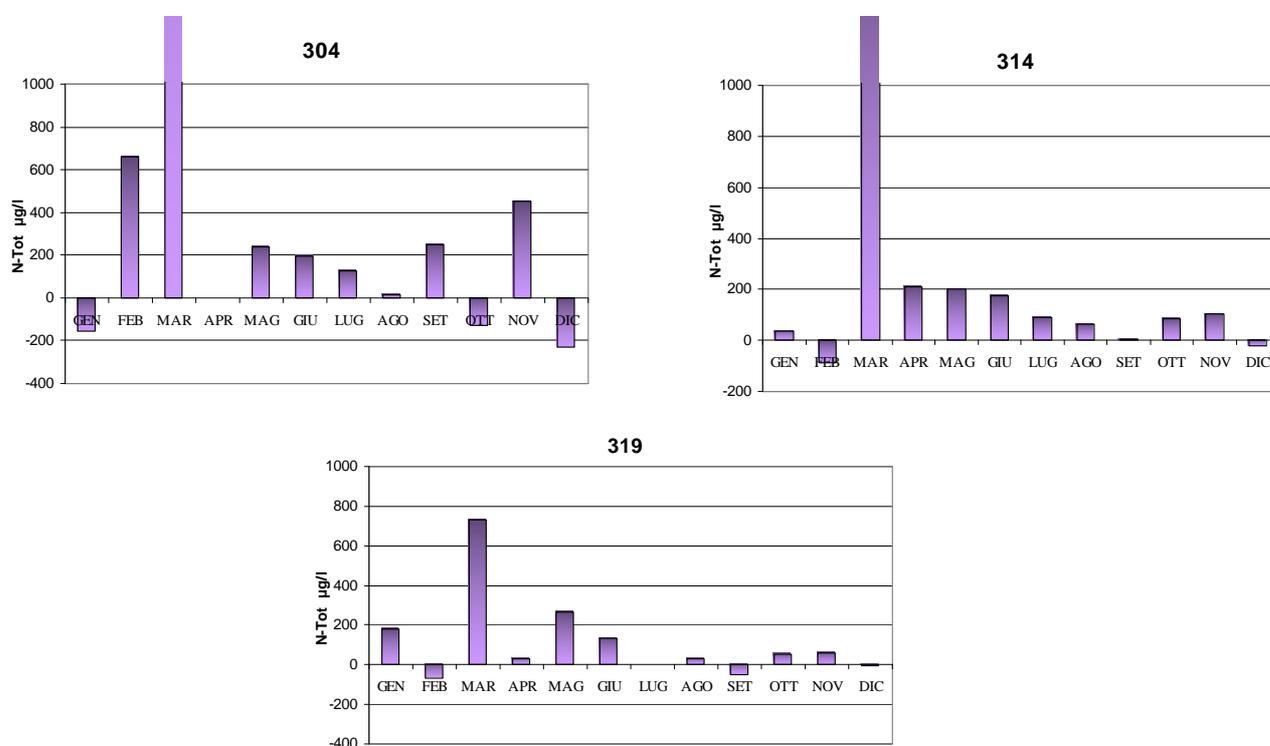


Figura 75 - Variazioni dei valori medi mensili dell'azoto totale nelle stazioni a 3 km dalla costa a confronto con il valore medio climatologico

Analizzando i dati per stagione si confermano valori medi più alti da gennaio a marzo in tutte le stazioni, sempre più netti nelle stazioni posizionate nell'area più a nord come si vede dal trend evidenziato in Figura 76. I valori minimi si calcolano in estate fa eccezione la stazione 2, Lido di Volano, che mostra concentrazioni medie molto simili in inverno estate e autunno e leggermente superiori in primavera.

Il valor massimo rilevato nel 2018 è stato di 7364.53 µg/l nella stazione 4 (Porto Garibaldi) durante i controlli dell'8 marzo.

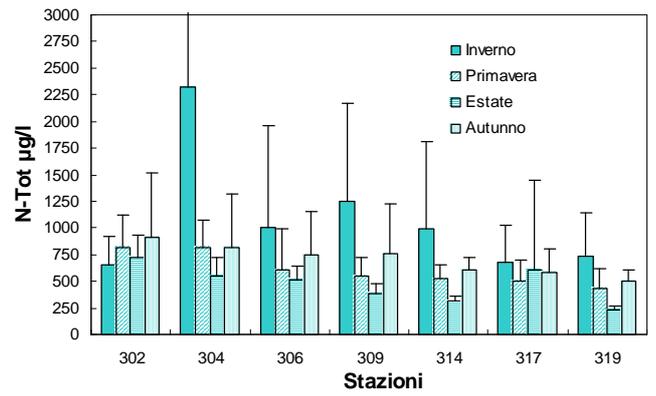
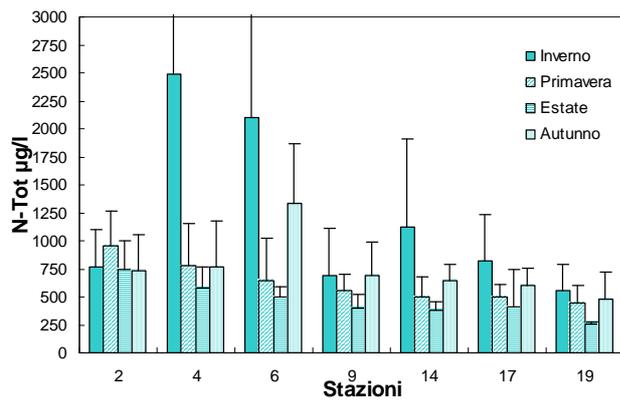


Figura 76 - Valori medi e deviazioni standard dell'azoto totale in superficie calcolati nelle stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa

2.3.2.f Fosforo reattivo (P-PO₄)

La presenza del fosforo reattivo nelle acque marine, anche nel 2018 assume un andamento molto variabile correlato direttamente all'andamento degli apporti fluviali immessi in ambiente marino dai bacini costieri ed in particolare da quello padano. Dall'elaborazione delle medie annuali, si conferma il trend decrescente nord sud e costa largo come si evidenzia dal grafico di Figura 77. Fa eccezione il transetto posizionato a nord davanti a Casaborsetti che presenta valori alti sotto costa con un valore medio annuale pari a 9.15 µg/l.

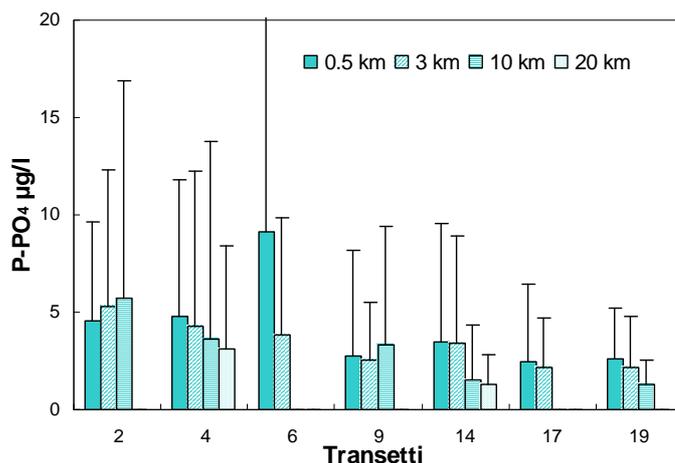


Figura 77 - Valori medi annuali e deviazione standard del fosforo reattivo nelle stazione a 0.5, 3, 10 e 20 km da costa

Anche dall'elaborazione dei dati per stagione la stazione davanti a Casaborsetti mantiene valori medi nettamente più elevati rispetto alle altre stazioni in inverno ed autunno, mentre in primavera e in estate si mantiene in linea con le medie rilevate nelle altre stazioni (Figura 78). Si evidenzia in generale un trend in diminuzione nord sud ad eccezione della stagione invernale che mostra concentrazioni minime a Lido di Volano (2.93 µg/l) e a Lido Adriano (3.13 µg/l), molto simili a quelle calcolate a Cattolica (3.94 µg/l).

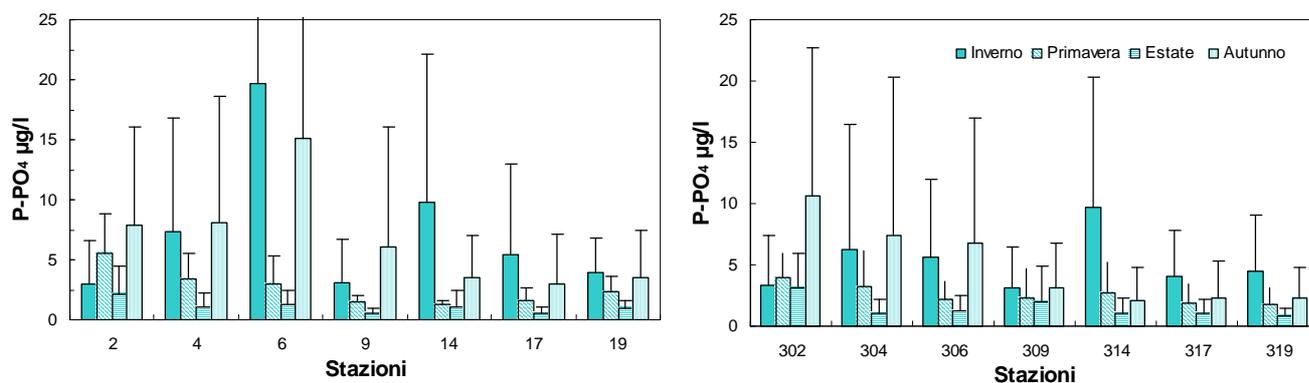


Figura 78 - Valori medi stagionali e deviazioni standard del fosforo reattivo nelle stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa

Il confronto dei valori medi mensili nel 2018 con i valori calcolati per ogni mese nel periodo storico compreso tra 1993 e 2002 in tre stazioni (304, 314 e 319) rappresentato in Figura 79, evidenzia valori per la maggior parte inferiori al limite di riferimento soprattutto a gennaio e dicembre. In tutte e tre le stazioni si osserva un aumento di concentrazione del fosforo reattivo in marzo più marcato a Porto Garibaldi e Cesenatico rispetto a Cattolica. A Porto Garibaldi si rileva un valore positivo anche a novembre.

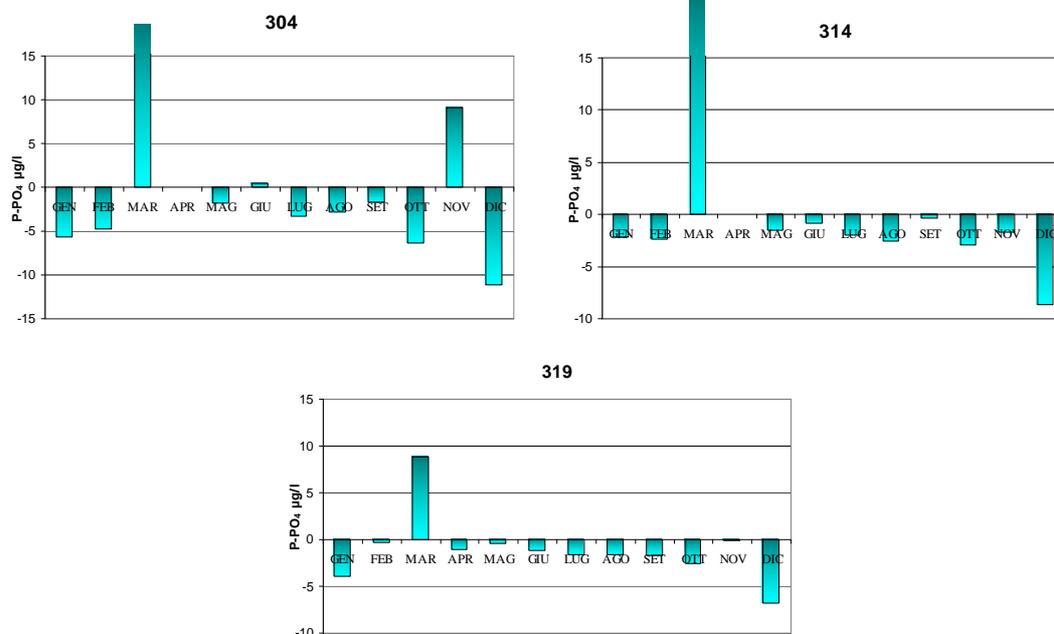


Figura 79 - Variazione dei valori medi mensili dell'ortofosfato nelle stazioni a 3 km dalla costa a Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica a confronto col valore medio climatologico

La distribuzione in superficie (Figura 80) evidenzia elevate concentrazioni proprio nell'area più settentrionale e più esterna alla costa, direttamente investita dagli apporti padani. L'area meridionale riconferma avere concentrazioni inferiori sia in costa che al largo.

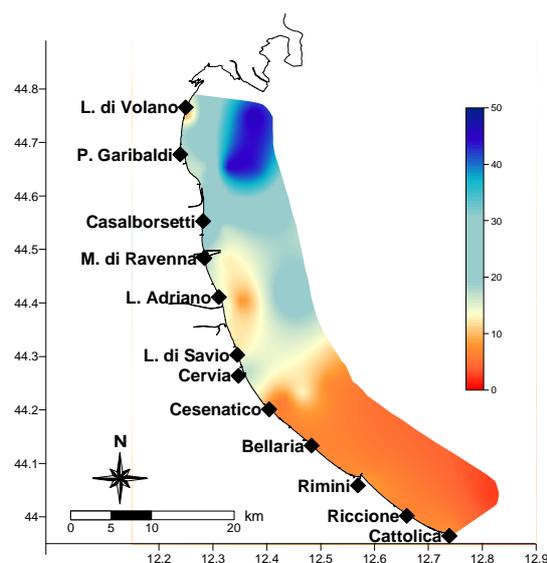


Figura 80 - Mappa di distribuzione del P-PO4 nelle acque superficiali lungo la costa fino a 10 km al largo a novembre (media mensile)

L'andamento annuale del P-PO₄ in superficie e sul fondo lungo le direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico evidenzia fluttuazioni maggiori in superficie e nelle stazioni più in costa che non al largo (Figura 81). Il transetto di Porto Garibaldi mostra anche concentrazioni più elevate rispetto a quelle misurate nelle stazioni di Cesenatico.

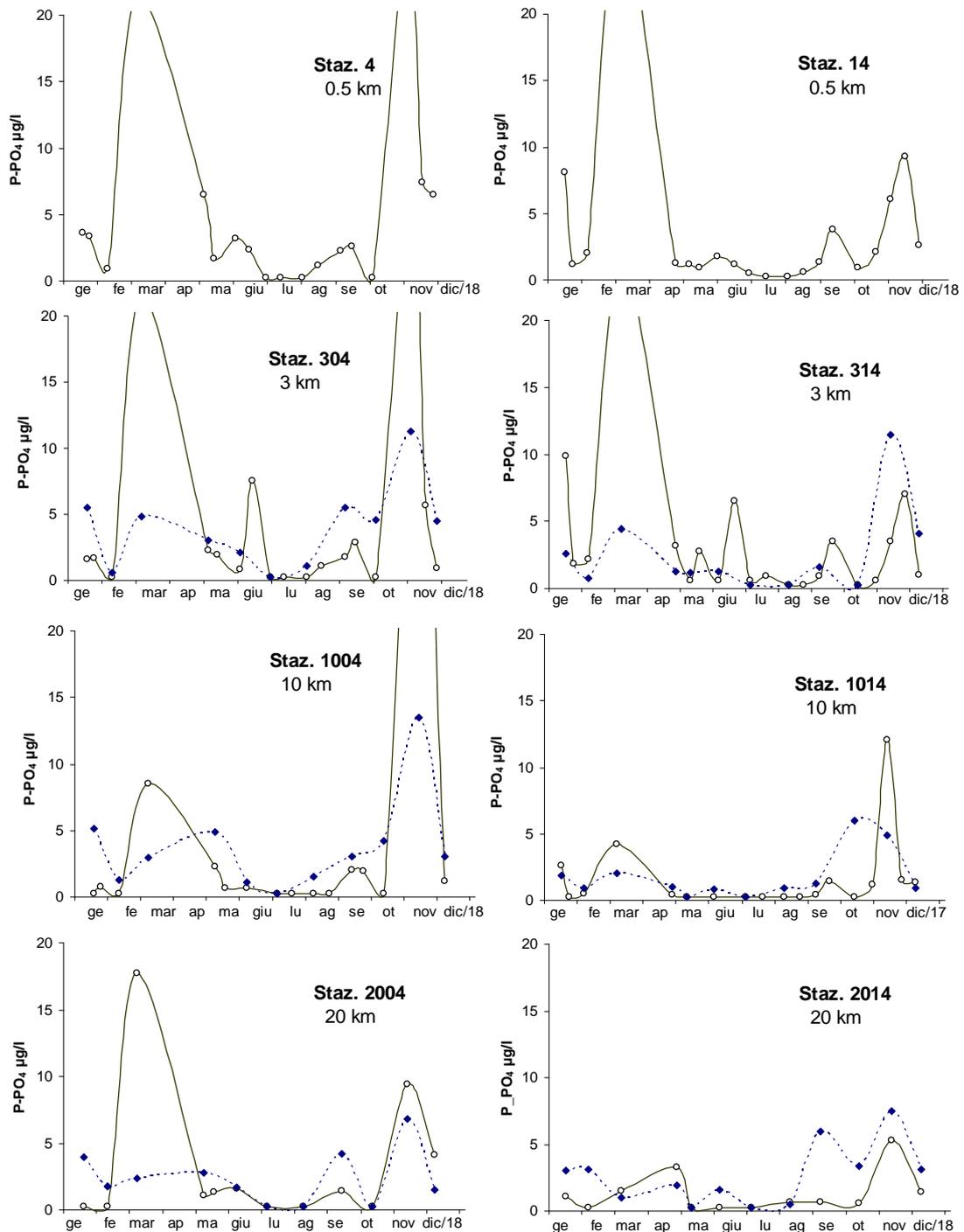


Figura 81 - Andamenti temporali del fosforo reattivo in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) lungo le due direttrici di Porto Garibaldi e Cesenatico

Il mese di novembre si è caratterizzato per le più alte concentrazioni di fosforo reattivo nel 2018 correlate direttamente alle importanti portate dal Po calcolate a Pontelagoscuro (Figura 37). Il valore massimo determinato è stato di 46.42 $\mu\text{g/l}$ nella stazione 1002 nel corso dei controlli del 9 novembre; durante lo stesso monitoraggio si sono misurate concentrazioni elevate anche a Porto Garibaldi a 3 e 10 km dalla costa pari rispettivamente a 4.55 e 42.0 $\mu\text{g/l}$. In costa il valore più alto è stato di 41.13 $\mu\text{g/l}$ a Casalborsetti nel monitoraggio dell'8 marzo. L'andamento annuale del fosforo reattivo a Casalborsetti a confronto con quello rilevato a Cattolica ne evidenzia le concentrazioni nettamente superiori (Figura 82).

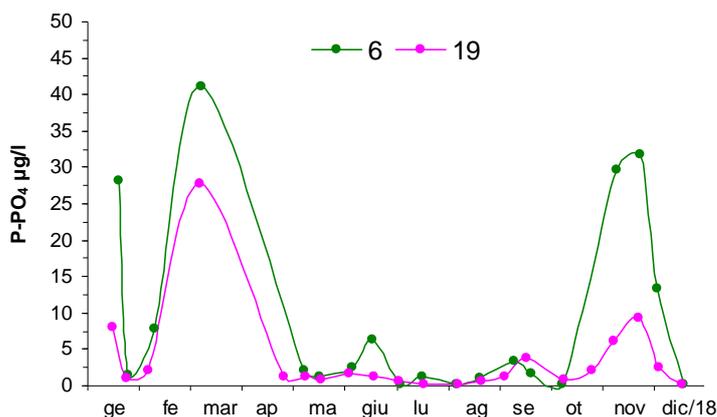


Figura 82 - Andamenti temporali del fosforo reattivo nelle stazioni a 0.5 da costa antistanti Casalborsetti e Cattolica

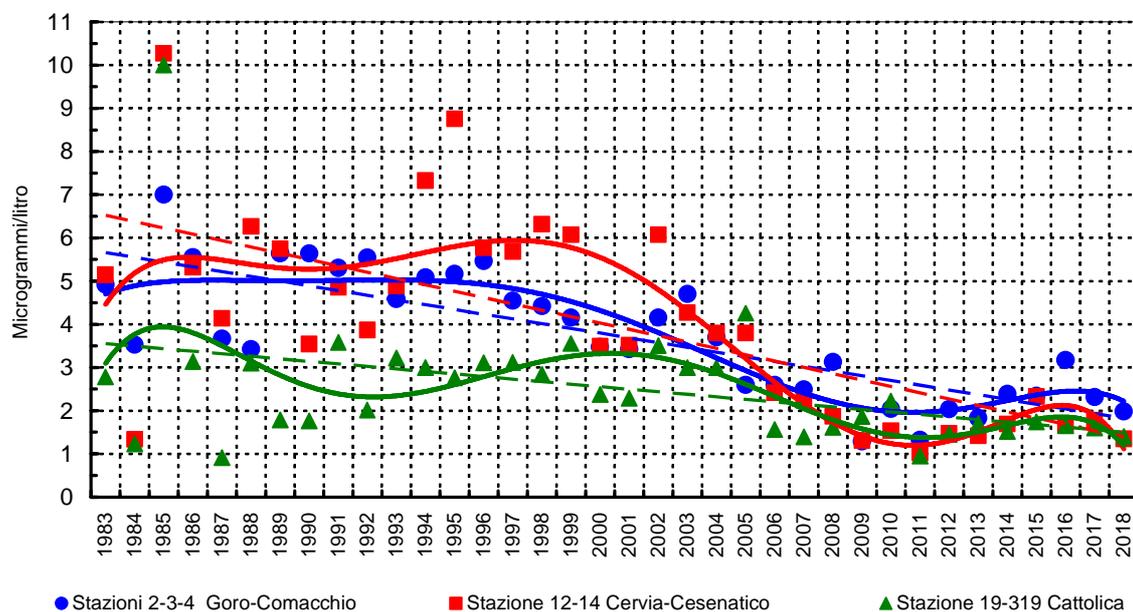


Figura 83 - Medie geometriche annuali per trend evolutivo del fosforo reattivo in tre aree lungo la costa emiliano romagnola (periodo 1983-2018)

Anche per questo elemento si sono elaborate nel 2018 le medie geometriche annuali in tre aree rappresentative della fascia costiera per valutare un trend evolutivo dell'ortofosfato considerando un lungo periodo storico a partire dal 1983, rilevando sia a nord che a sud una tendenza alla diminuzione (Figura 83).

2.3.2.g Fosforo totale (P tot)

Per il fosforo totale si evidenzia un trend decrescente nord sud e costa largo, come evidenziato anche per gli altri nutrienti confermando come l'area a nord della costa risenta dell'influenza delle immissioni dirette del bacino padano. In Figura 84 sono rappresentate le elaborazioni delle medie annuali del fosforo totale in alcune stazioni sia in costa che lungo i transetti a 3, 10 e 20 km per meglio interpretare la distribuzione del parametro in superficie. Le stazioni lungo il transetto di Lido di Volano (2) si discostano dalle altre per concentrazioni maggiori e per condizioni molto simili sia a 0.5, 3 e 10 km alla costa.

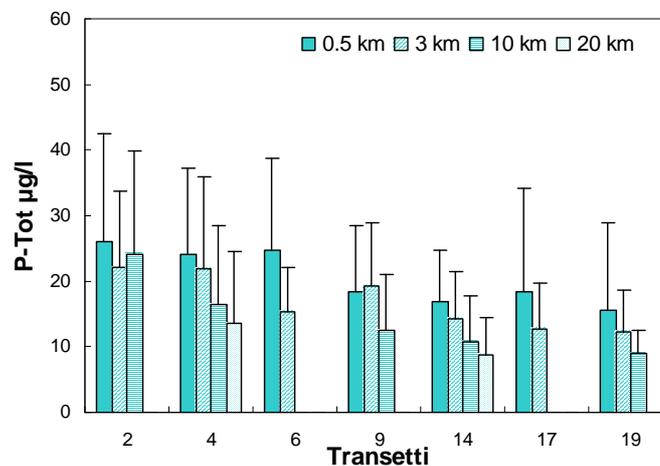


Figura 84 - Valori medi annuali e deviazioni standard del fosforo totale in superficie calcolati nelle stazioni a 0.5, 3, 10 e 20 km dalla costa

Analizzando le medie stagionali risulta meno evidente il trend decrescente nord sud che si mantiene infatti solo in estate (Figura 85). In primavera si calcolano concentrazioni anche se di poco più alte a Rimini rispetto Casalborsetti (25.95 µg/l contro 21.65 µg/l), mentre in inverno rimangono più bassi nella stazione 2 con 14.31 µg/l.

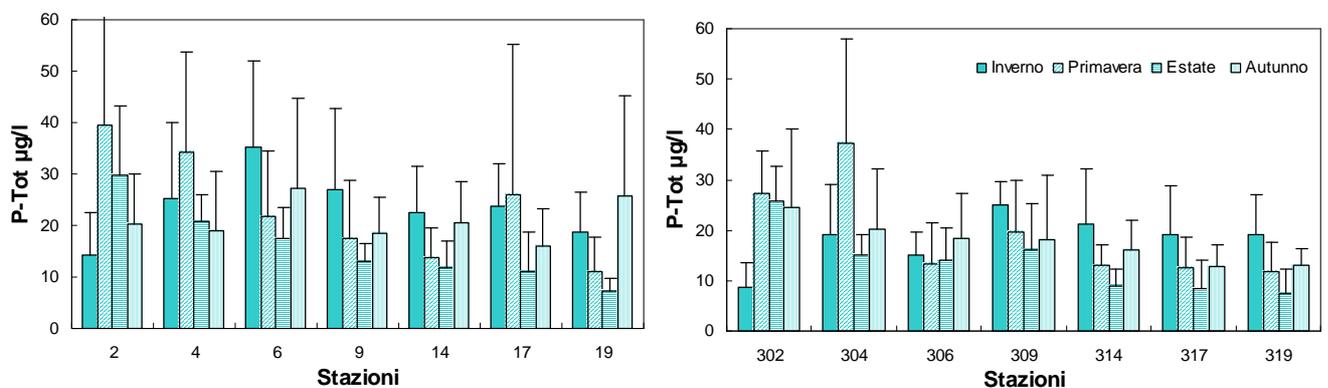


Figura 85 - Valori medi stagionali e deviazioni standard del fosforo totale in superficie calcolati nelle stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa

Il confronto delle medie mensili nelle stazioni a 3 km davanti a Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica (Figura 86) con la media climatologica calcolata su un dataset di medie mensili sul lungo periodo (1993-2002) evidenzia una diminuzione più o meno accentuata della concentrazione del fosforo totale. Valori positivi che sottolineano invece un aumento rispetto ai valori di riferimento si evidenziano per tutte le stazioni nel mese di marzo. Nella 304 incrementi delle concentrazioni di fosforo totale in superficie si riscontrano anche a maggio e giugno.

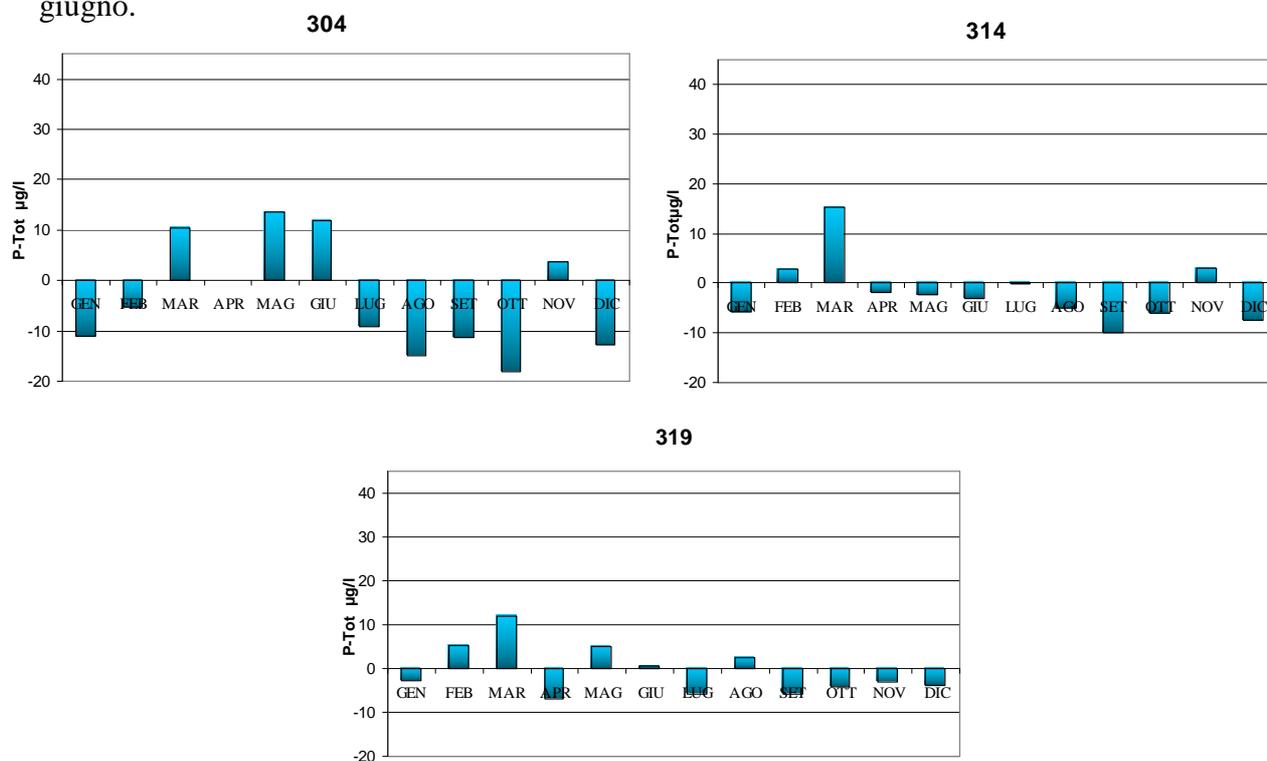


Figura 86 - Variazione dei valori medi mensili del fosforo totale nelle stazioni a 3 km dalla costa (304 Porto Garibaldi; 314 Cesenatico; 319 Cattolica) in confronto con il valore medio climatologico

I grafici di Figura 87 mostrano l'andamento temporale del fosforo totale sia in superficie che su fondo lungo il transetto di Porto Garibaldi; in superficie il fosforo totale si presenta molto variabile soprattutto in costa, mentre sul fondo le concentrazioni rimangono più contenute e omogenee.

Durante il 2018, fluttuazioni significative si sono segnalate anche nelle stazioni più meridionali della costa pur con concentrazioni inferiori (Figura 88) ad eccezioni dei controlli del 18 maggio nel corso dei quali nella st. 17 (Rimini) si è misurato il valore più elevato nell'anno pari a 76.83 µg/l.

Sia per il fosforo totale che per il DIN si sono rilevati picchi più frequenti nelle stazioni in costa rispetto a quelli rilevati al largo a conferma dell'influenza di fonti di inquinamento locali come ad esempio canali che drenano aree agricole e centri abitati; ne è un esempio il canale navigabile di Porto Garibaldi che riceve le acque del Po di Volano ricche di fosforo e azoto. Oltre al Po possono localmente assumere grande importanza anche i corsi d'acqua minori nel condizionare la qualità ambientale dell'ecosistema marino costiero. Le concentrazioni di fosforo totale dipendono non solo dai regimi fluviali ma anche del particolato organico in sospensione nella colonna d'acqua sia di origine detritica che fitoplanctonica.

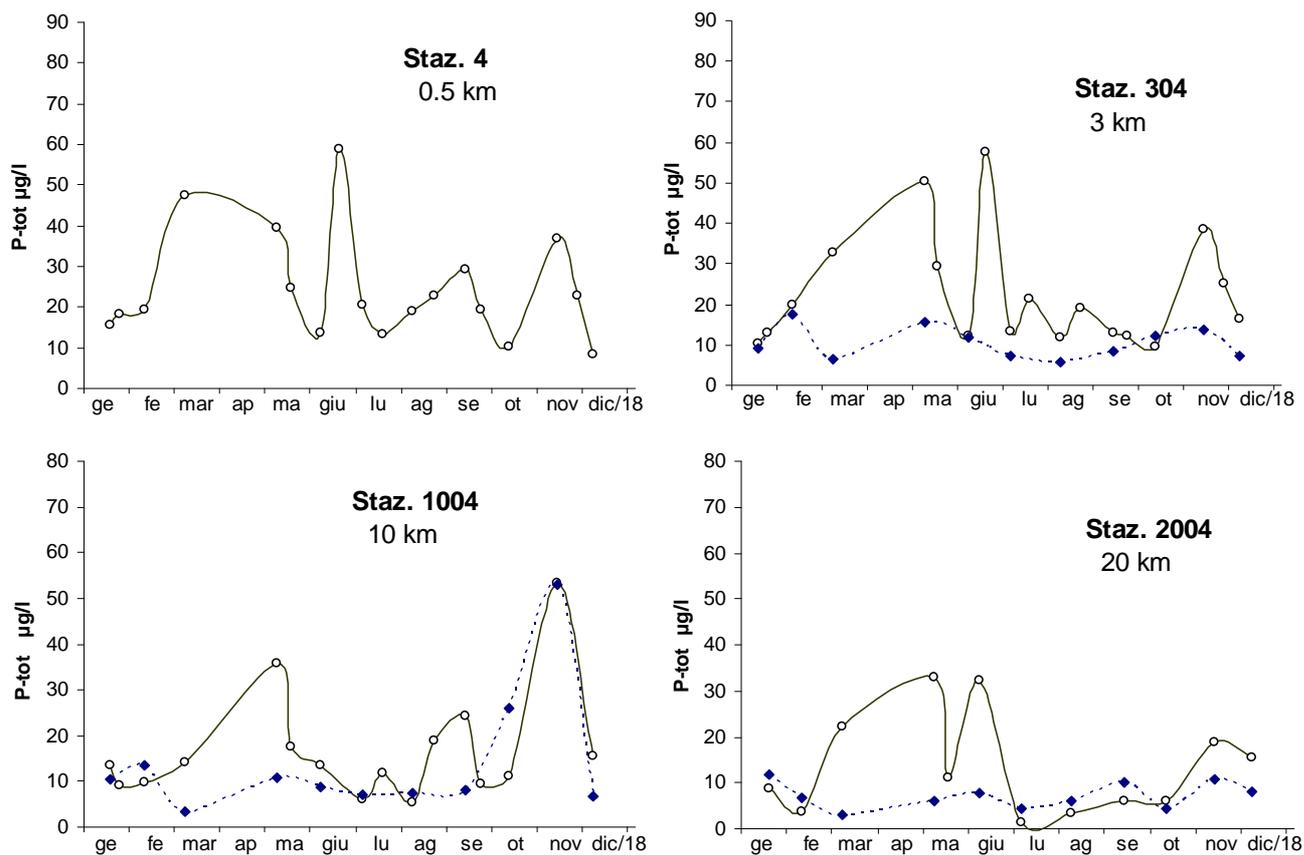


Figura 87 - Andamento temporale del fosforo totale in superficie (linea continua) e sul fondo (linea tratteggiata) lungo la direttrice di Porto Garibaldi

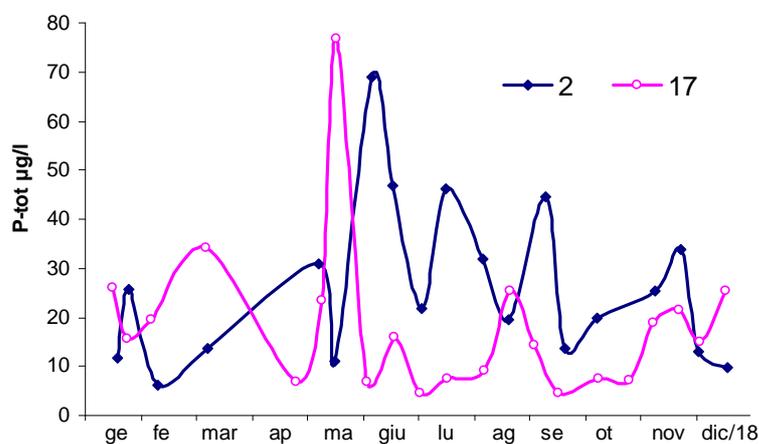


Figura 88 - Andamento temporale del fosforo totale nelle stazioni a 0.5 km dalla costa davanti a Lido di Volano e Rimini

L'analisi del trend evolutivo per medie geometriche nelle tre aree lungo la costa è stato analizzato anche per il fosforo totale e rappresentato in Figura 89. L'elaborazione mostra una diminuzione di concentrazione a nord mentre si mantiene pressoché costante nelle aree centro meridionali.

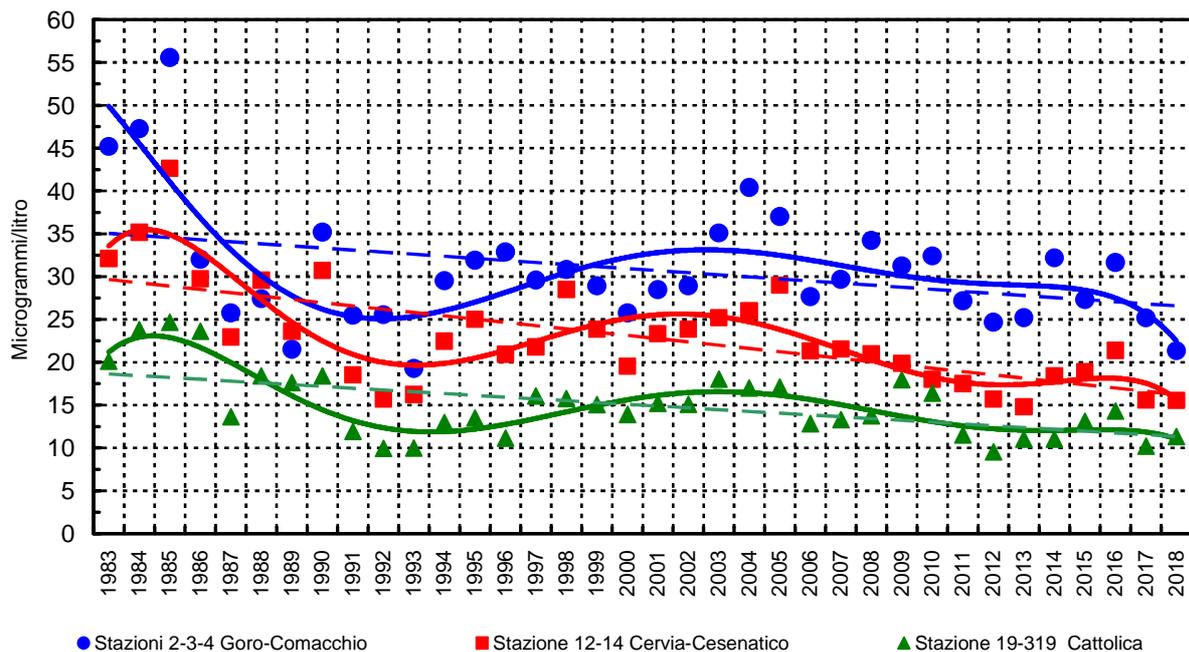


Figura 89 - Medie geometriche annuali per trend evolutivo del fosforo totale in tre aree della costa emiliano romagnola (periodo 1983-2018)

Gli istogrammi di Figura 90 mostrano i valori di fosforo totale a confronto con il fosforo reattivo rilevati durante il 2018 a Lido di Volano nella stazione più vicina alla costa evidenziando sempre la dominanza del primo sul secondo. La componente ortofosfatica a volte risulta meno rintracciabile in quanto immediatamente assimilabile dalla biomassa fitoplanctonica.

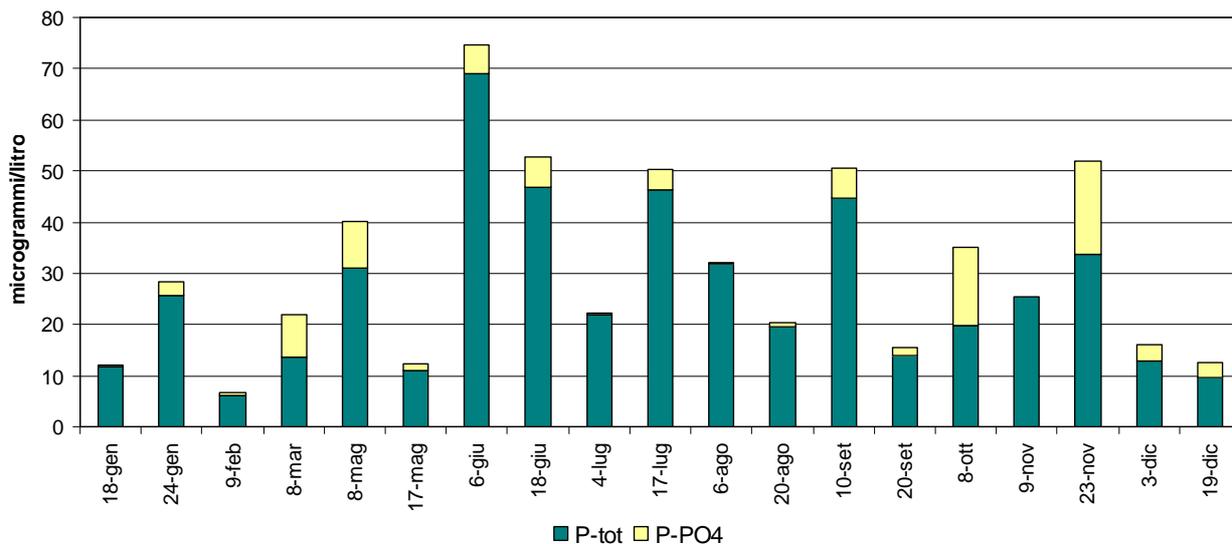


Figura 90 - Istogrammi in pila relativi agli andamenti temporali del fosforo totale e dell'ortofosfato nella stazione 2 (Lido di Volano)

2.3.2.h Silice reattiva ($Si-SiO_2$)

L'elaborazione dei dati medi annuali conferma anche per la silice reattiva un gradiente di concentrazione decrescente lungo la costa da nord a sud. All'interno di alcuni transetti si rileva anche una diminuzione dalla costa verso il mare aperto; fanno eccezione anche in questo caso le stazioni davanti a Lido di Volano con valori che si mantengono molto simili fra loro (Figura 91).

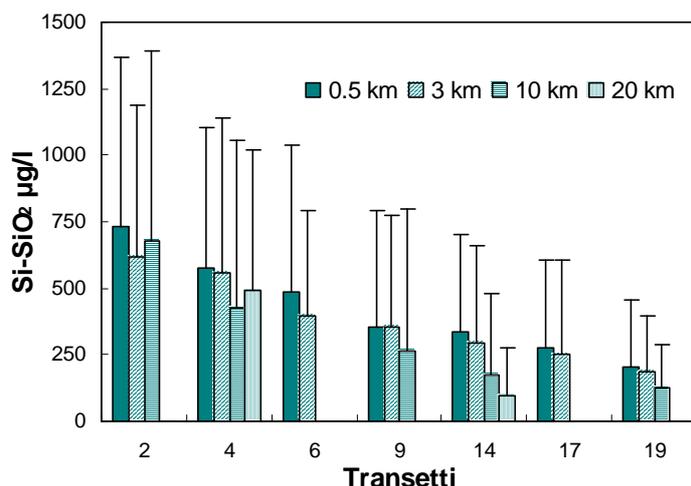


Figura 91 - Valori medi annuali e deviazioni standard della silice reattiva nelle stazioni a 0.5, 3, 10 e 20 km dalla costa

I punti di controllo posizionati all'interno dell'area settentrionale presentano in superficie una maggiore variabilità del parametro rispetto a quella rilevata in quelli a sud della costa (Figura 92). Infatti l'area più settentrionale intercettando i nutrienti immessi in ambiente marino direttamente dal bacino padano, contribuisce a fluttuazioni più frequenti ed a più alte concentrazioni come ad esempio negli andamenti temporali della silice reattiva nelle stazioni a 0.5 e 3 km davanti a Lido di Volano e Cattolica.

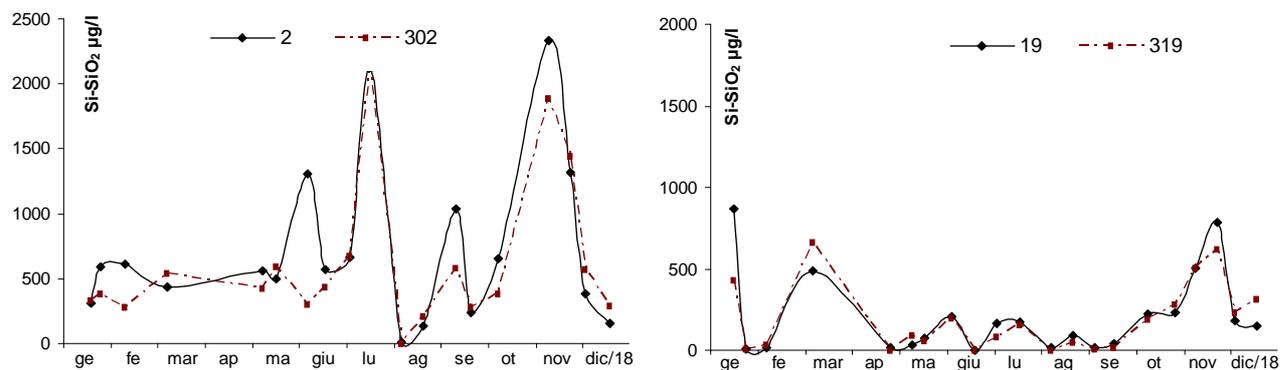


Figura 92 - Andamento temporale della silice reattiva nelle stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa davanti a Lido di Volano e Cattolica

Le mappe di Figura 93 rappresentano la distribuzione media stagionale del parametro in superficie lungo la costa fino a 10 km al largo confermando valori elevati in autunno e inverno e sempre superiori nell'area settentrionale rispetto a quella centro meridionale, anche in estate quando le concentrazioni risultano in generale più basse.

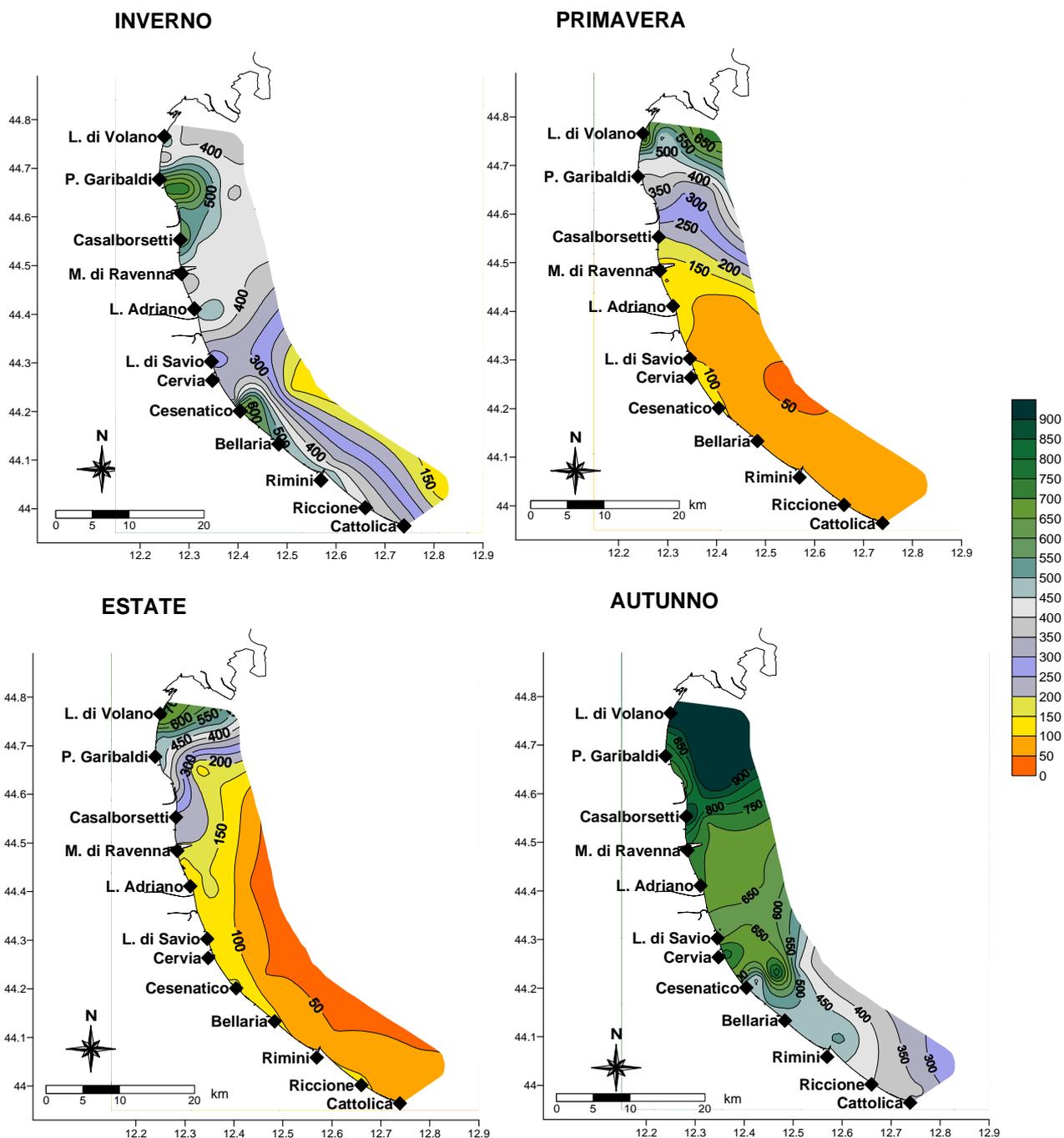


Figura 93 - Mappe di distribuzione della silice reattiva ($\mu\text{g/l}$) in superficie da costa fino a 10 km al largo (medie stagionali)

Il valore più elevato di Si-SiO_2 misurato nel 2018 è stato di $2337.15 \mu\text{g/l}$ a Lido di Volano a 0.5 km da costa (st. 2) durante i controlli del 9 novembre.

2.3.2.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 fosforolimitazione 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. In genere la fosforo limitazione è il fattore che caratterizza le acque costiere con livelli trofici mediamente elevati, al contrario una condizione di azoto limitazione è tipica di ambienti costieri oligo dove il rischio eutrofico è molto limitato se non assente.

La distribuzione dei valori del rapporto N/P in alcune stazioni campione (Figura 94) posizionate rispettivamente nella zona più settentrionale (stazioni 2 e 302 di L. di Volano), centrale (stazioni 14 e 314 di Cesenatico) e meridionale (stazioni 19 e 319 di Cattolica), evidenzia sempre una marcata variabilità (considerare la scala logaritmica riportata nella grafica), con una tendenza ai minimi generalmente nel periodo estivo.

Anche nel 2018 prevale lo stato di fosforo-limitazione con qualche eccezione durante i mesi estivi. L'andamento variabile del rapporto N/P è sempre più marcato nelle stazioni settentrionali e tende a ridursi in quelle centrali e meridionali.

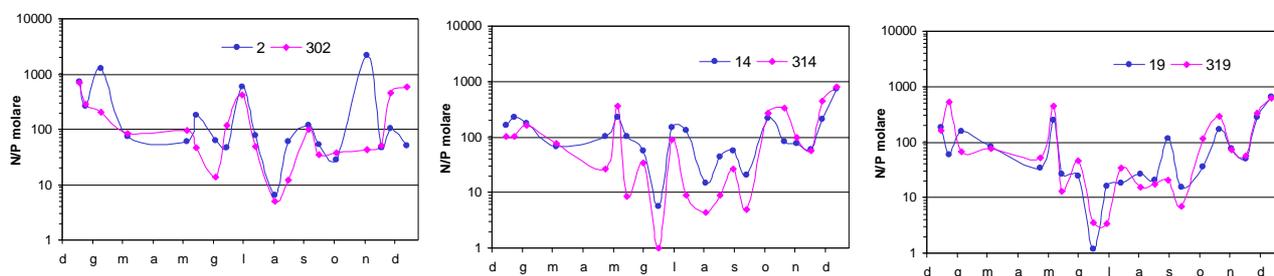


Figura 94 - Andamento del rapporto N/P in alcune stazioni; linea blu per le stazioni a 0.5 km (2, 14, 19), linea viola per quelle a 3 km dalla costa (302, 314 e 319)

Anche per quanto riguarda il rapporto N/P si rappresenta di seguito il trend dei valori nelle tre aree costiere considerando il lungo periodo 1982-2018. Il calcolo delle medie geometriche annuali una tendenza all'aumento in tutte le aree (Figura 95).

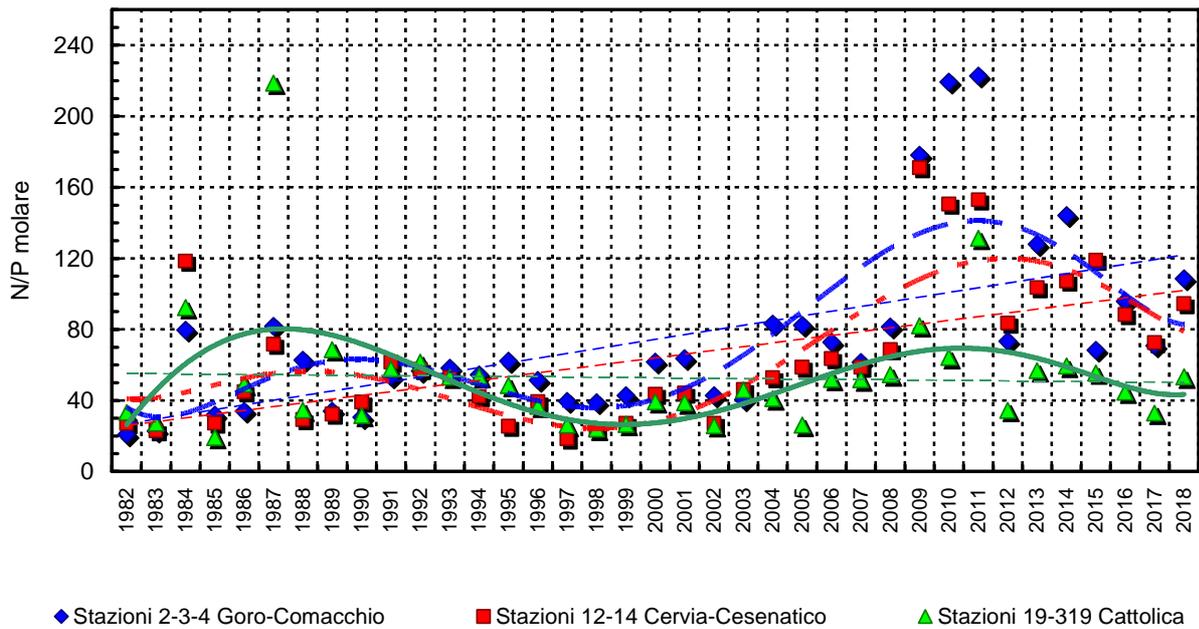


Figura 95 - Medie geometriche annuali per trend evolutivo del rapporto N/P in tre aree della costa emiliano romagnola (periodo 1982-2018)

2.4 DEFINIZIONE DELLO STATO TROFICO

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

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 trofic 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 limite 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.

L'andamento medio del TRIX nel 2018 mostra per le stazioni a 0.5 e 3 km lungo la costa, un trend di diminuzione passando da nord a sud con valori superiori a 5, valore limite di TRIX tra la classe "Buono" e "Sufficiente" (linea nera Figura 96) da Lido di Volano a Rimini (0.5 km). Nelle due stazioni davanti a Cattolica e a 3 km davanti a Rimini i valori medi sono risultati essere inferiori a 5 attestando una qualità ambientale migliore.

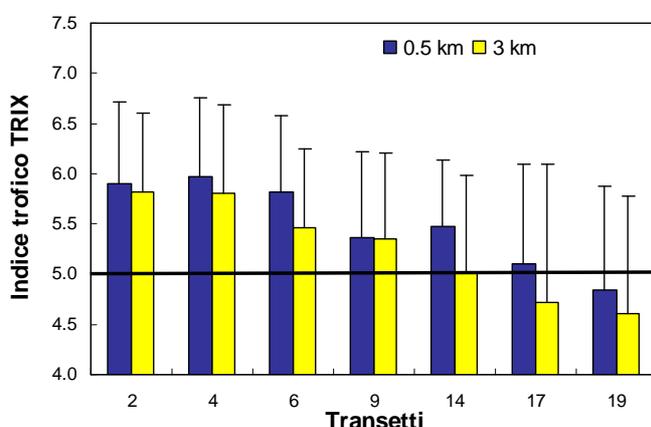


Figura 96 - Medie annuali del TRIX nel 2018 nelle stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa

In riferimento ai corpi idrici individuati in applicazione del D.Lgs152/06, il 2018 (Figura 97) presenta uno stato ambientale "Sufficiente" sia per il corpo idrico CD1 che per il CD2 anche se per quest'ultimo il valore medio è risultato essere pari a 5, di poco superiore a quello determinato nel 2017; infatti l'anno precedente il valore medio calcolato per il CD2 era stato di 4.9

Lo stato trofico "Sufficiente" caratterizza ambienti con acque molto produttive e livelli di eutrofia elevati, scarsa trasparenza ed ipossie/anossie occasionali delle acque di fondo che possono innescare stati di sofferenza nel comparto bentonico.

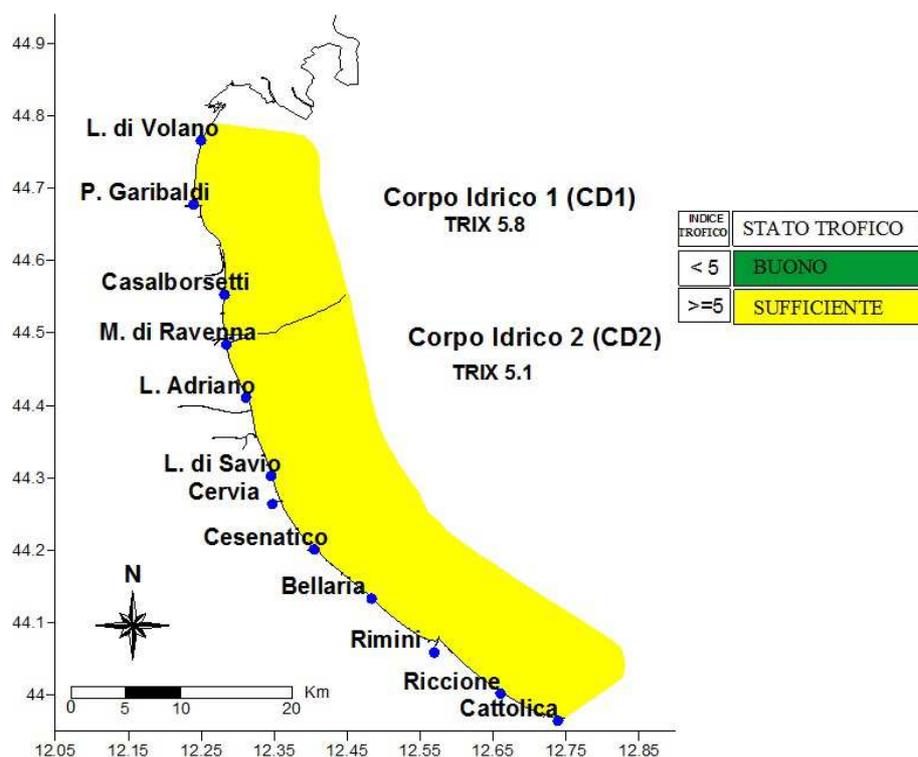


Figura 97 - Valori medi annuali 2017 di TRIX nei due corpi idrici

Confrontando i valori medi annuali dell'Indice Trofico nel periodo 2007-2018 (Figura 98) nella stazione 19 i dati confermano uno stato "Buono" anche se rispetto al 2017 si rileva un aumento. Anche per la stazione 4 si osserva un incremento dei valori di TRIX ma sia nella 4 sia nella stazione 14 i valori medi rimangono sempre superiori al valore limite di 5. Analizzando i dati medi per stagione da costa fino 10 km al largo (Figura 99) corrispondenti ad una condizione "Sufficiente" si rilevano lungo quasi tutta la costa in inverno e in primavera mentre in autunno risultano valori inferiori a 5 tra i 6 e i 10 km al largo da Marina di Ravenna a Cattolica. Una condizione migliore si conferma in estate con valori di TRIX superiori a 5 solo nell'area più settentrionale, mentre l'area centro meridionale mantiene uno stato ambientale "Buono".

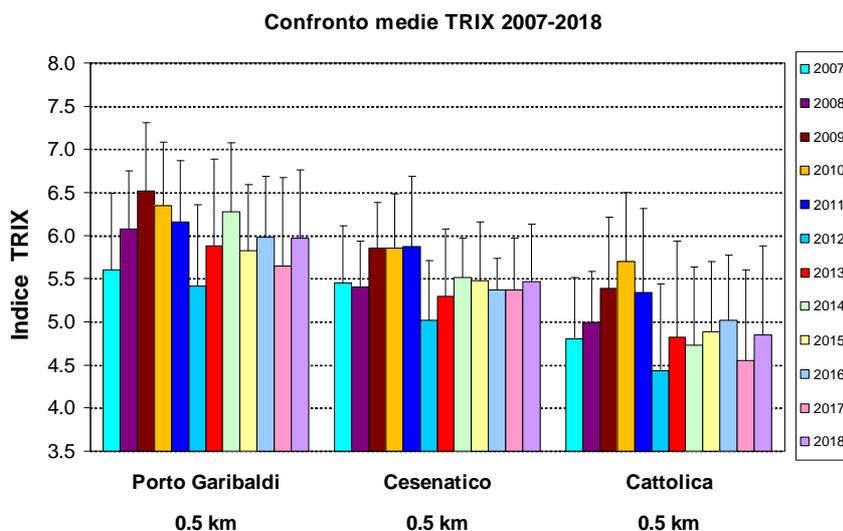


Figura 98 - Confronto tra il valore medio del TRIX rilevato dal 2007 al 2018 nelle stazioni costiere a 0.5 km di Porto Garibaldi (stazione 4), Cesenatico (stazione 14), Cattolica (stazione 19)

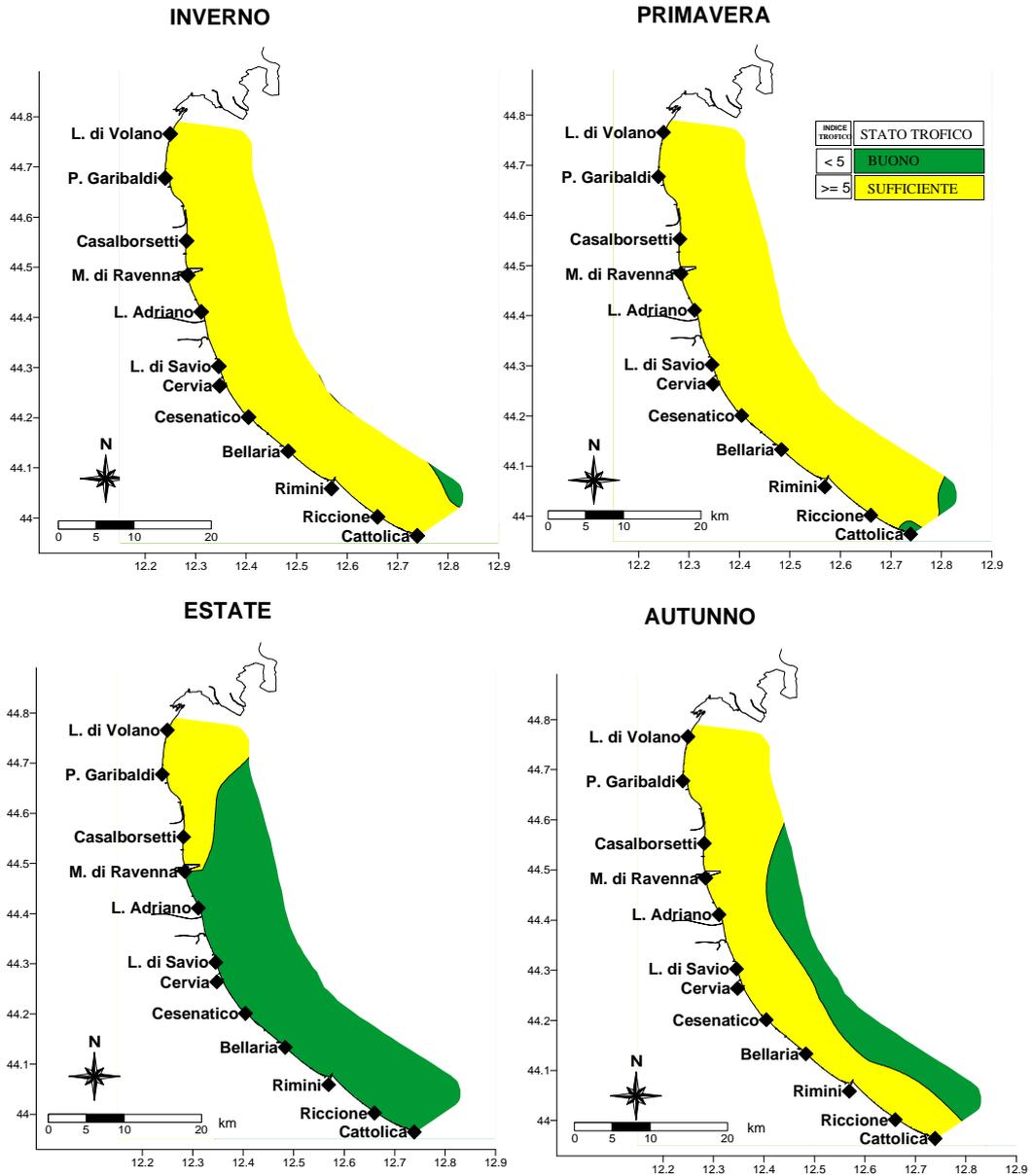


Figura 99 - Mappe di distribuzione dell'Indice TRIX lungo la costa emiliano romagnola da costa fino 10 km al largo (medie stagionali)

2.4.2 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.

$$\text{TRSP}_{(p)} = 30 / (1 + \text{Ch}^{(0.7)})$$

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

$$\text{TRBR} = \text{TRSP}_{(p)} / \text{TRSP}_{(a)}$$

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

$$\text{TRBIX} = \text{Log}_2 (\text{TRBR})$$

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 2018 il superamento del valore 2 appare soprattutto nella stazione di Cattolica sia in termini di frequenza del superamento nonchè del valore raggiunto; essendo il TRBIX inverso rispetto al TRIX, valori più bassi si hanno nei periodi invernali. 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 101.

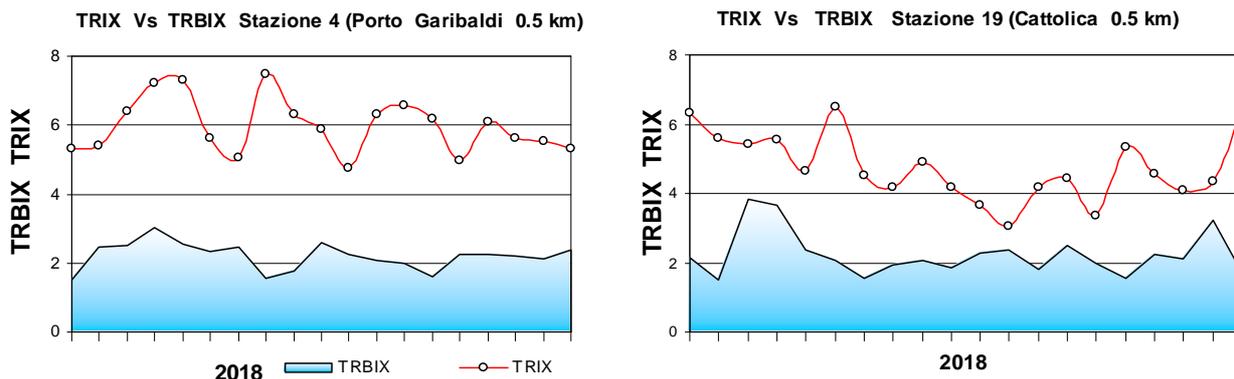
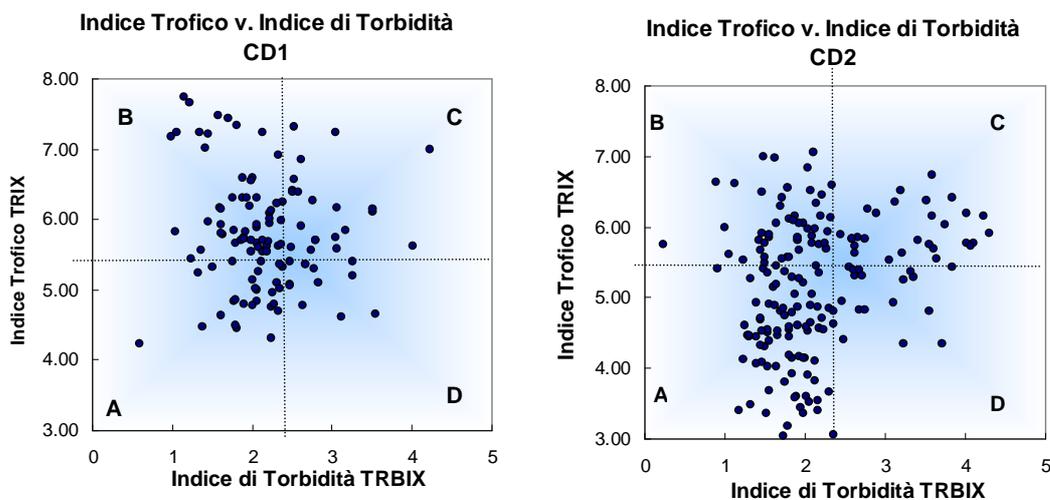


Figura 100 - Confronto tra l'andamento dell'indice trofico TRIX e l'indice di torbidità TRBIX nelle stazioni costiere di Porto Garibaldi (stazione 4) e Cattolica (stazione 19)

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 e A che identificano, in termini di TRBIX, acque colorate sia da fitoplancton che da torbidità di tipo minerale e valori di trasparenza più o meno ridotta. Nell'area compresa tra Lido Adriano e Cattolica, CD2, i dati si distribuiscono in particolare nel quadrante A a sottolineare come la componente minerale risulti predominante su quella fitoplanctonica e come le acque presentino spesso una trasparenza elevata.



Schema di interpretazione dei quadranti derivati dalla combinazione del TRIX vs. TRBIX	
Quadrante B Acque colorate prevalentemente da fitoplancton; colore verdastro, brunastro o rossastro secondo la specie fitoplanctonica. Trasparenza più o meno ridotta.	Quadrante C Acque colorate sia da fitoplancton che da torbidità di tipo minerale; colore limoso-fangoso associato ad una variazione cromatica verdastro, brunastro o rossastro secondo la specie fitoplanctonica. Trasparenza più o meno ridotta.
Quadrante A Acque poco o scarsamente colorate da fitoplancton e presenza di torbidità minerale; colore poco limoso con tonalità verde-azzurro-blu marino. Trasparenza alta.	Quadrante D Acque prevalentemente colorate da torbidità di tipo minerale; colore limoso fangoso di tipo grigio brunastro. Trasparenza molto ridotta.

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



3 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 2018 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 (2017-2019).

3.1 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 24 stazioni di indagine ubicate da Lido di Volano a Cattolica a varie distanze dalla costa (da 500 m fino 5 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 2017-2019 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, in particolare quelle riguardanti l'anno 2018, 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.ppdddd)	Lon WGS84 (gg.ppdddd)	Distanza costa (km)	Prof (m)
2	Lido di Volano	CD1	Fiume Po	44.457656	12.155128	0.5	3.9
302	Lido di Volano	CD1	Fiume Po	44.456876	12.174088	3	6.7
4	Porto Garibaldi	CD1	Fiume Po	44.396873	12.154228	0.5	3.7
SFBC4	Porto Garibaldi	CD1	Fiume Po	44.387070	12.155680	1	3.8
304	Porto Garibaldi	CD1	Fiume Po	44.396934	12.172888	3	9.1
Tecno	Porto Garibaldi	CD1	Fiume Po	44.420335	12.177028	4.3	10.5
6	Casalborsetti	CD1	Fiume Po	44.332012	12.174568	0.5	5.2
306	Casalborsetti	CD1	Fiume Po	44.334052	12.193348	3	10.2
308	Marina di Ravenna	CD2	Fiume Po	44.288990	12.192627	3	8.1
9	Lido Adriano	CD2	Fiume Po	44.240749	12.195387	0.5	5.4
SFBC9	Lido Adriano	CD2	Fiume Po	44.243270	12.197130	1	6
309	Lido Adriano	CD2	Fiume Po	44.243089	12.213866	3	9.4
AngeCI	Lido Adriano	CD2	Fiume Po	44.234869	12.206426	1.95	7.5
13	Zadina	CD2	Fiume Po	44.136210	12.234420	0.5	3
14	Cesenatico	CD2	Fiume Po	44.127226	12.241524	0.5	3.1
SFBC14	Cesenatico	CD2	Fiume Po	44.128120	12.244910	1	3
314	Cesenatico	CD2	Fiume Po	44.132626	12.258444	3	8.3
Copra	Cesenatico	CD2	Fiume Po	44.130347	12.279503	4.9	9.5
17	Rimini	CD2	Fiume Po	44.046585	12.350548	0.5	4.3
317	Rimini	CD2	Fiume Po	44.058165	12.359907	3	9.9
19	Cattolica	CD2	Fiume Po	43.582924	12.444691	0.5	4.1
SFBC19	Cattolica	CD2	Fiume Po	43.590290	12.444320	2	3.5
319	Cattolica	CD2	Fiume Po	43.593664	12.455912	3	11
Ass Cattol	Cattolica	CD2	Fiume Po	43.594684	12.445172	2.7	10.5

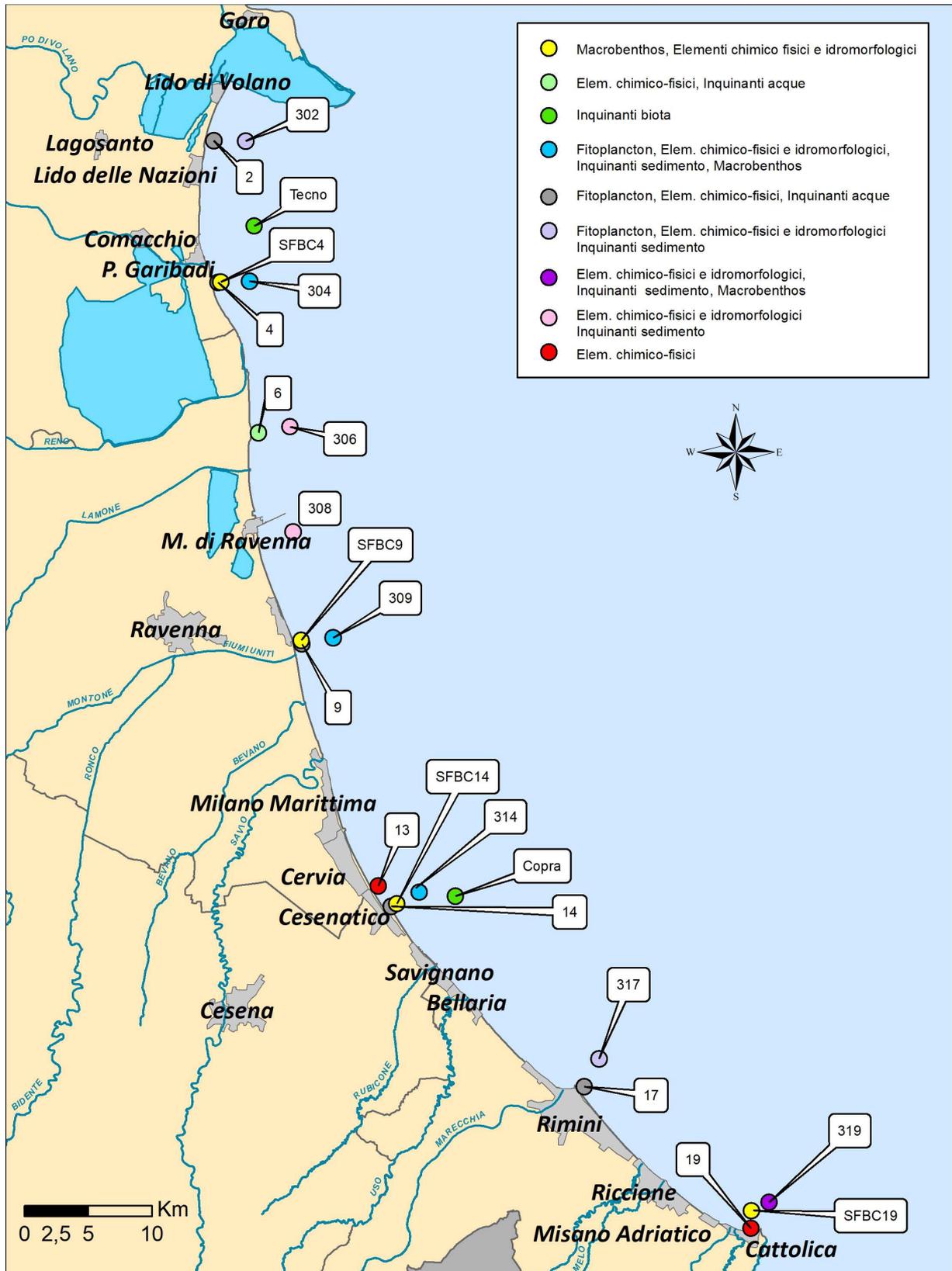


Figura 102 - Rappresentazione cartografica della rete di monitoraggio delle acque marine costiere della regione Emilia-Romagna istituita ai sensi del D.Lgs. 152/06

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 2017-2019

Matrice/ Frequenza di indagine		Elementi per lo stato ecologico					Elementi per lo stato chimico			Elementi per l'analisi di tendenza	Elementi opzionali
		Elementi di Qualità Biologica (EQB)		Elementi chimico-fisici	Elementi idromorfologici e fisico-chimici		Inquinanti specifici NON appartenenti all'elenco di priorità			Sostanze di cui alle Tabb. 3/A e 3/B D.Lgs. 172/15 (*****)	Saggi ecotossicologici
		Fitoplancton	Macro zoobenthos	(*)	(**)	Granulometria TOC	Tab. 1/B D.Lgs. 172/15	Tab. 1/A D.Lgs. 172/15			
	Mensile	Semestrale	ACQUA	ACQUA	SEDIMENTO	ACQUA	ACQUA(***)	BIOTA(****)	SEDIMENTO	SEDIMENTO	SEDIMENTO
			Quindicinale	In continuo	Semestrale	Mensile	Mensile	Annuale	Semestrale	Semestrale	Annuale
Codice stazione di indagine	2										
	302										
	4										
	SFBC4										
	304										
	Tecno										
	6										
	306										
	308										
	9										
	SFBC9										
	309										
	AngeCl										
	13										
	14										
	SFBC14										
	314										
	Copra										
	17										
	317										
19											
SFBC19											
319											
Ass Cattol											

Note alla Tabella 4

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

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

(***) Dal 01/01/2017 parametri n. 1-33 tab. 1/A D.Lgs. 172/15. Dal 22/12/2018 si aggiungono i parametri n. 34-45 tab. 1/A D.Lgs. 172/15.

(****) Dal 01/01/2017 parametri n. 5, 21 (Difenileteribromurati e Mercurio e composti) tab. 1/A D.Lgs. 172/15. Dal 22/12/2018 si aggiunge il parametro n. 37 (diossine e composti diossina simili) tab. 1/A D.Lgs. 172/15. Se non altrimenti indicato, lo SQA per il biota è riferito ai pesci.

(*****) Previa verifica di fattibilità analitica, nel 2019 saranno ricercati nel sedimento, con frequenza semestrale, anche i parametri tab. 1/A D.Lgs. 172/15 n.: 7, 12, 17, 26, 34, 35, 36, 43, 44 (cloroalcani C10-13, di(2-etilesil) ftalato (DEHP), esaclorobutadiene, pentaclorobenzene, dicofol, acido perfluorottansolfonico e derivati (PFOS), chinossifen, esabromociclododecano (HBCDD), eptacloro ed eptacloro epossido.

3.2 ANALISI DEI RISULTATI

3.2.1 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.

3.2.1.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 riva.

La frequenza di indagine del fitoplancton è stata mensile 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 blooms 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 del sistema, sia su altrettanti parametri fisico-chimici delle acque come le concentrazioni di ossigeno disciolto, la variazione della trasparenza delle acque, il pH.

L'analisi qualitativa ha contemplato i principali gruppi tassonomici, Diatomee (phylum Bacillariophyta) e Dinoficee (phylum Dinophyta), 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, Cianobacteria, Euglenozoa, Haptophyta, Heterocontophyta, Katabletarophyta, Miozoa, 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 dominano la biomassa del micro-fitoplancton in entrambi i corpi idrici. Analizzando gli andamenti annuali di questo gruppo nelle stazioni sottocosta (Figura 103) si nota quanto segue: le stazioni settentrionali del CD1 mostrano un andamento con valori elevati in primavera ed estate (superiori o uguali a 1×10^7 cell/l in estate); Nelle stazioni meridionali del CD2 anche se con abbondanze leggermente inferiori, si rilevano andamenti alternati con aumenti e diminuzione di Diatomee ogni circa due mesi. I massimi si presentano anche qui in primavera (aprile-maggio) ed a seguire in estate (agosto-settembre).

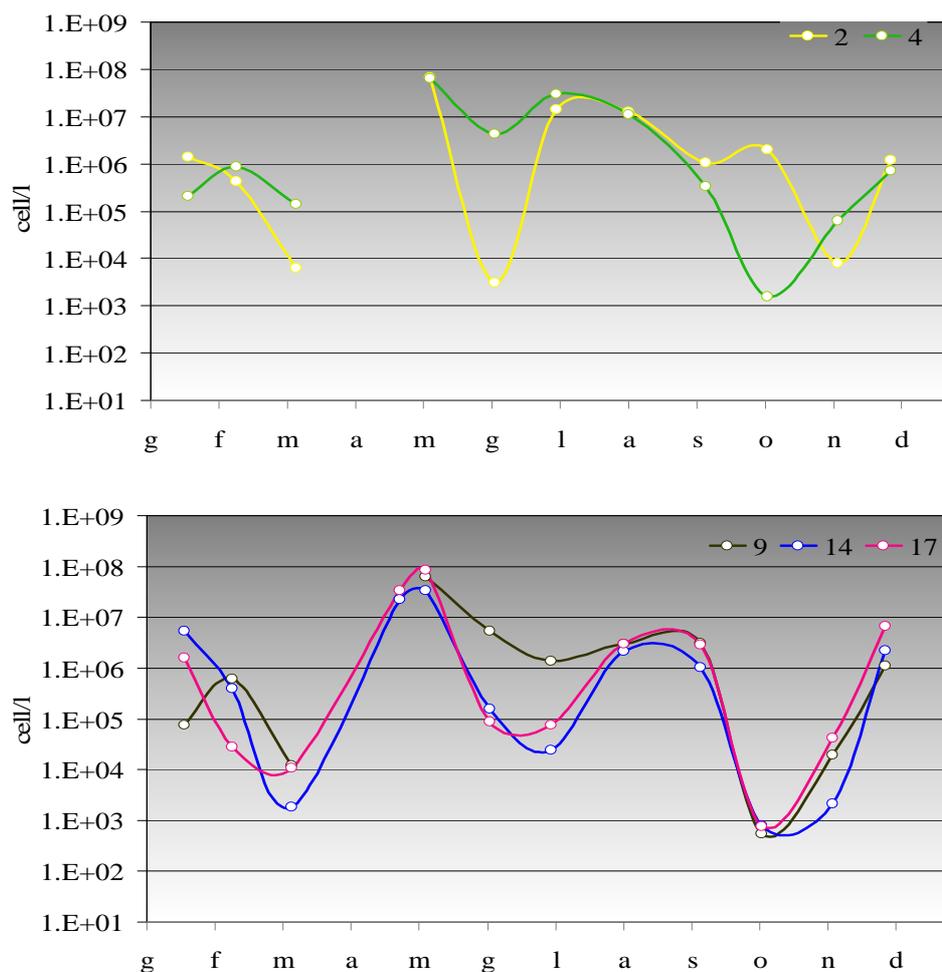


Figura 103 - Andamento annuale delle abbondanze delle Diatomee nelle stazioni sottocosta

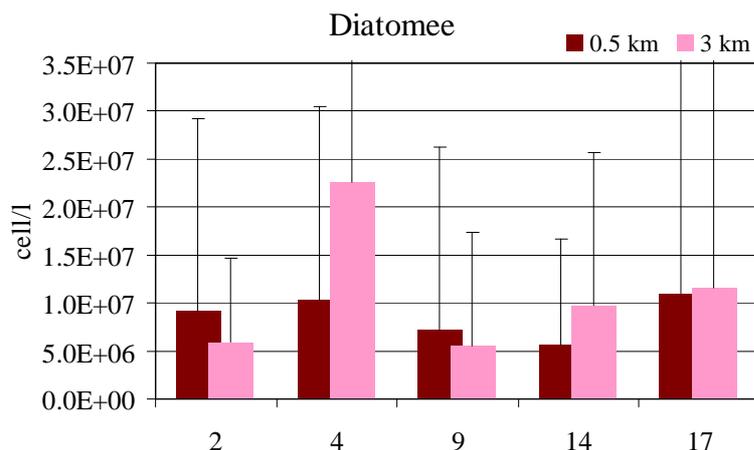


Figura 104 - Medie annuali e deviazioni standard delle abbondanze delle Diatomee nelle stazioni a 0.5 e 3 km

In Figura 104 si riportano le medie annuali e le relative deviazioni standard per stazione a 0,5 km e 3 km di distanza dalla costa. Le abbondanze registrate sottocosta mostrano un gradiente negativo procedendo da nord verso sud, con l'eccezione della stazione 2 che presenta un numero maggiore di Diatomee sotto costa essendo direttamente sotto l'influenza degli apporti padani. Se confrontiamo le abbondanze registrate sottocosta e al largo notiamo come rimangono all'interno dello stesso ordine di grandezza fatta eccezione per il transetto 4 dove le abbondanze medie al largo sono maggiori di un ordine di grandezza. Questa situazione si verifica in quanto spesso nel transetto 4 gli apporti di acqua dolce si estendono oltre la zona prettamente costiera, riuscendo a mantenere livelli eutrofici alti anche al largo.

In Figura 105 vengono riportate le medie stagionali e le relative deviazioni standard per corpo idrico. CD1 presenta sempre valori più elevati rispetto al CD2 con l'eccezione della campagna autunnale dove supera di poco il CD1. In inverno le biomasse a Diatomee si equivalgono.

La grande variabilità dei dati è evidenziata dalle deviazioni standard che risultano elevate in particolare nelle stazioni più costiere (Figura104) ed in primavera (Figura 105) a prova del fatto che l'area più settentrionale è sotto l'influenza degli apporti padani che ad intermittenza convogliano a mare elevate masse d'acqua dolce ricca di nutrienti e che detti apporti sono inferiori in estate ed inverno.

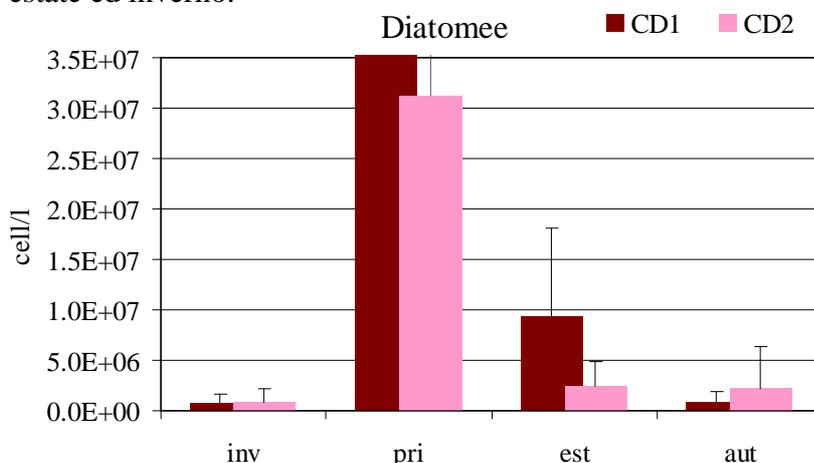


Figura 105 - Andamento delle medie stagionali e deviazioni standard delle abbondanze delle Diatomee nei corpi idrici CD1 e CD2

I taxa più rappresentativi in termini di frequenza di rilevamento (Figura 106) sono rispettivamente *Chaetoceros* spp., *Skeletonema* spp., *Pseudo-nitzschia* spp. del *Nitzschia delicatissima* complex. Invece se consideriamo l'abbondanza media annuale sempre in Figura 106, i taxa più rappresentativi risulta *Chaetoceros* spp., che domina sulle altre specie.

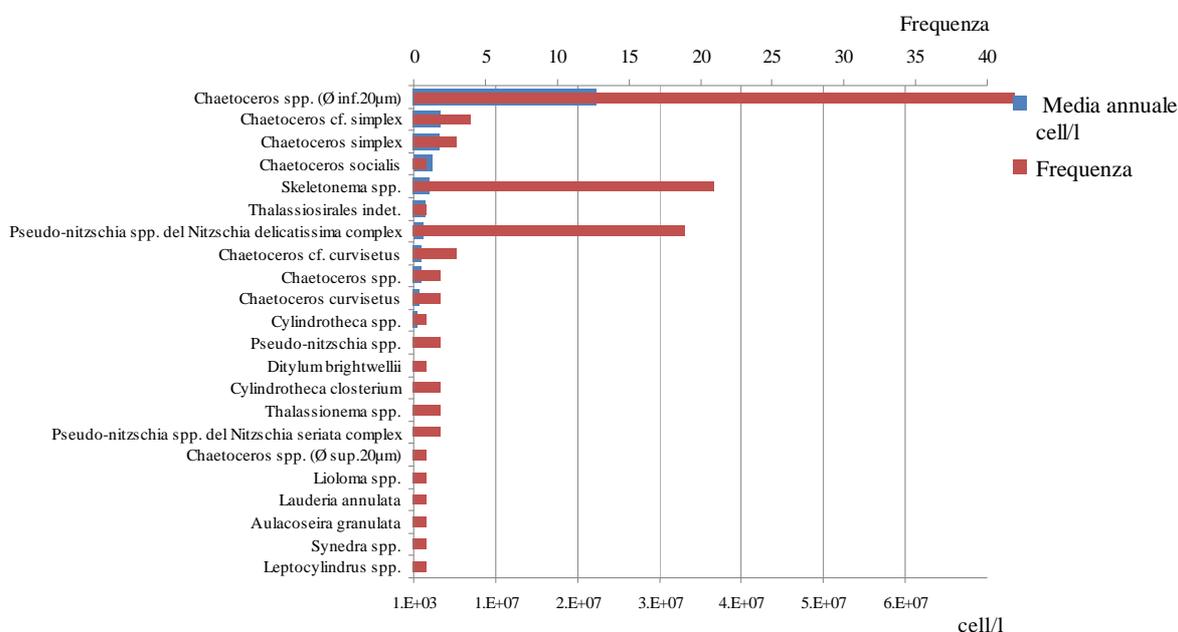


Figura 106 - Frequenze e abbondanze annuali dei taxa dominanti (Diatomee)

Le Dinoficee compongono solo 1% dell'abbondanza totale del fitoplancton ed inoltre le loro abbondanze sono di diversi ordini di grandezza inferiori rispetto alle Diatomee. Analizzando gli andamenti annuali delle abbondanze nelle stazioni sottocosta (Figura 107) si nota uno scostamento dal solito andamento “a campana aperta” tipico di questo Gruppo. Infatti se si escludono i primi tre mesi dell’anno che mostrano valori più bassi rispetto agli altri mesi, i restanti campionamenti presentano valori piuttosto simili fra loro.

In Figura 108 le medie annuali delle abbondanze fra stazioni e le relative deviazioni standard risultano sempre oscillare intorno al valore di 5×10^4 cell/l ad eccezione della stazione 9 i cui i valori sotto costa hanno registrato nel campionamento di ottobre una fioritura a carico di *Heterocapsa* spp.

Sempre presente il gradiente decrescente nord-sud per le abbondanze con l’eccezione della stazione 17 che mostra concentrazioni maggiori anche rispetto la stazione più settentrionale di Porto Garibaldi.

Le medie stagionali per corpo idrico e le relative deviazioni standard (Figura 109) confermano la loro tipica stagionalità con presenze più elevate in primavera ed estate in CD1.

Per quanto riguarda la classe delle Dinoficee, i taxa più rappresentativi (Figura 110) in ordine di frequenza sono rispettivamente, Dinophyceae indet.(Ø inf. 20µm), *Gymnodiniales* indet. (Ø inf. 20µm). Invece se si considera l'abbondanza media annuale i taxa più rappresentativi sono rispettivamente *Heterocapsa* spp., seguita da *Scrippsiella* spp.

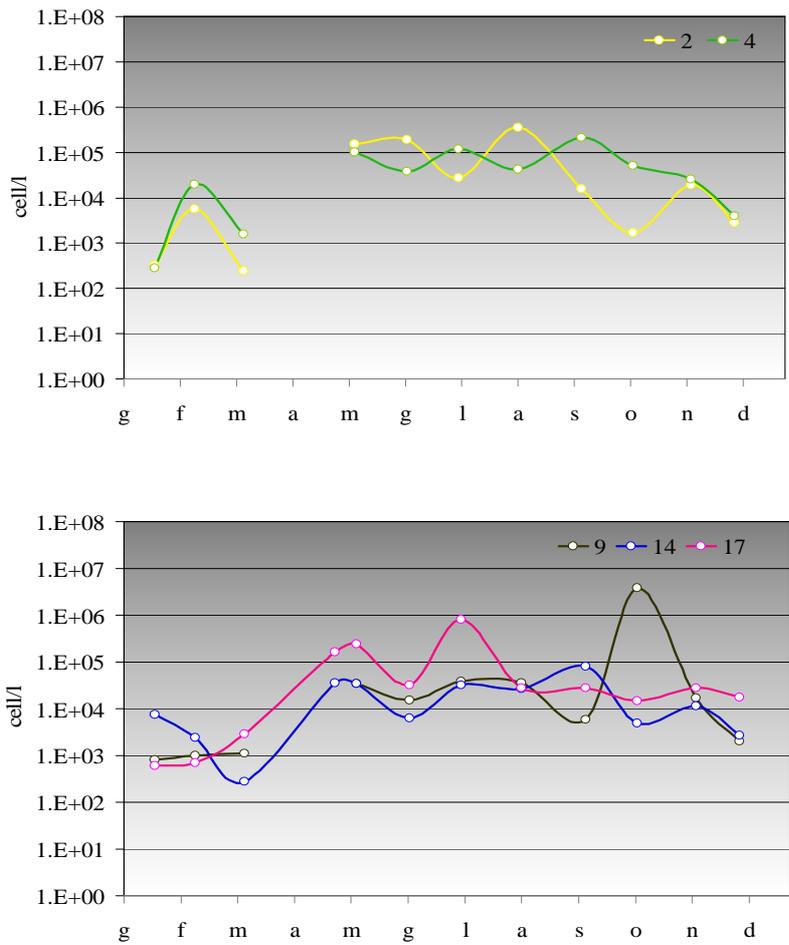


Figura 107 - Andamento annuale delle abbondanze delle Dinoficee nelle stazioni sottocosta

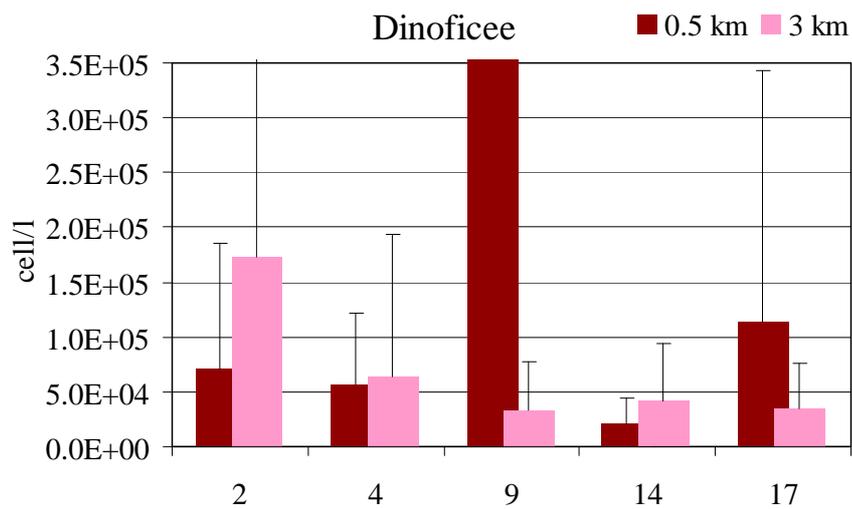


Figura 108 - Medie annuali e deviazioni standard delle abbondanze delle Dinoficee nelle stazioni a 0.5 e 3 km

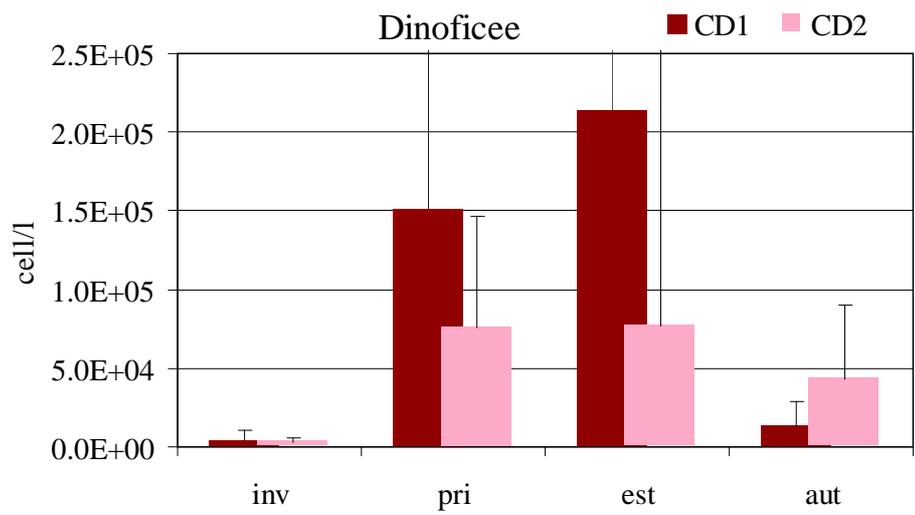


Figura 109 - Andamento delle medie stagionali e deviazioni standard delle abbondanze delle Dinofyceae nei corpi idrici CD1 e CD2

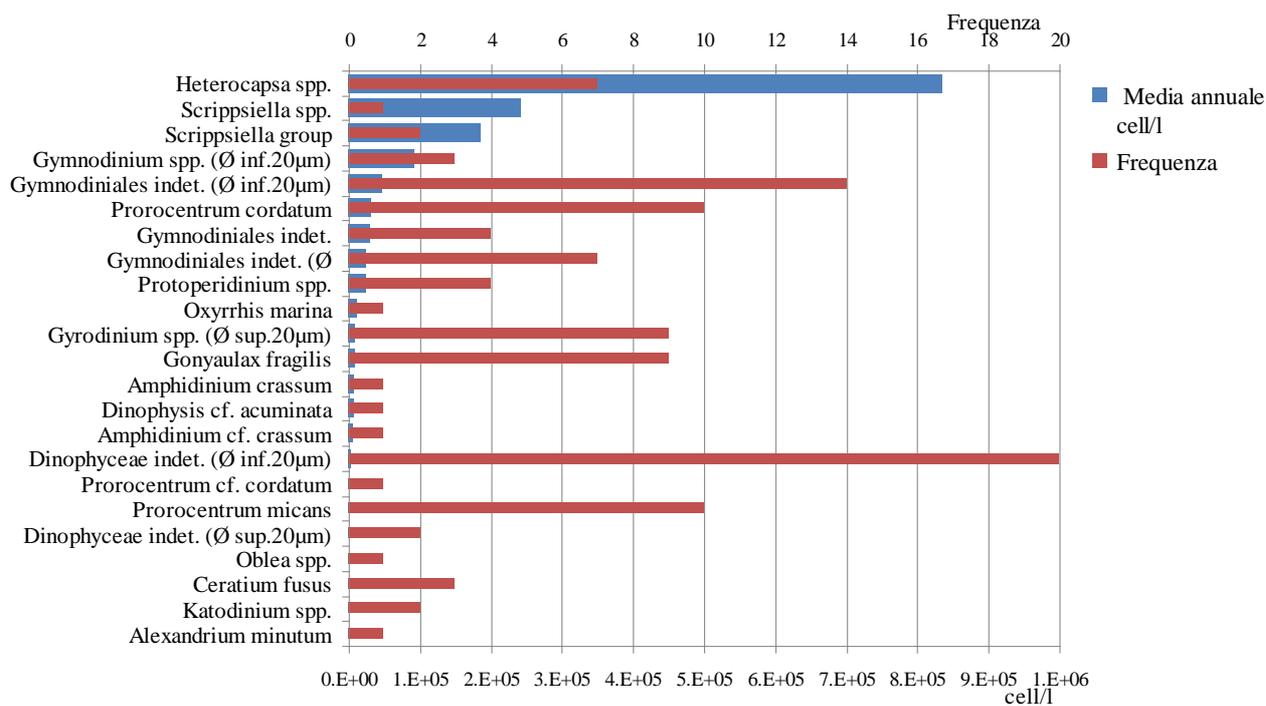


Figura 110 - Frequenze e abbondanze annuali dei taxa dominanti (Dinofyceae)

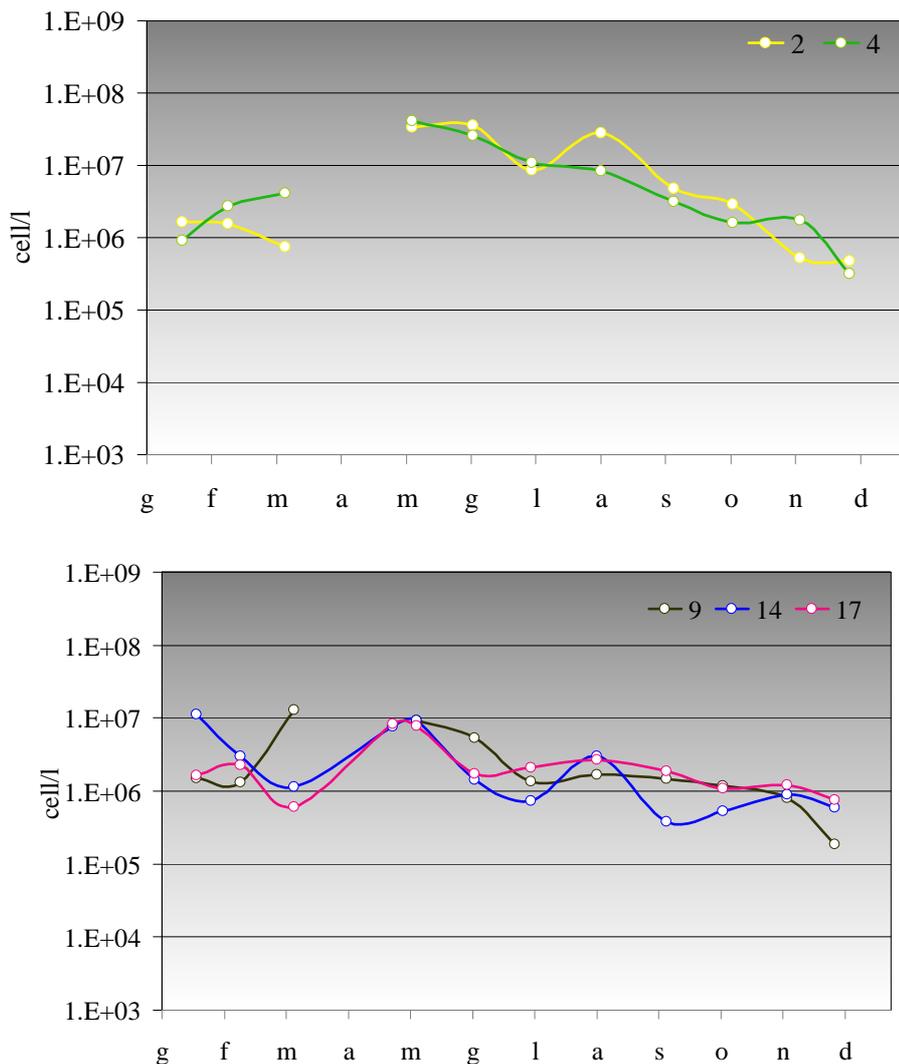


Figura 111 - Andamento annuale delle abbondanze dell'Altro fitoplancton nelle stazioni sottocosta

In Figura 111 si riportano gli andamenti delle abbondanze dell'Altro fitoplancton (in particolare fitoflagellati del nano-fitoplancton) rilevate nelle singole stazioni sottocosta. Questo Gruppo, essendo composto principalmente da fitoflagellati di acqua dolce, è strettamente legato agli apporti fluviali in mare. La zona settentrionale, maggiormente influenzata da tali apporti, presenta valori maggiori (di quasi un ordine di grandezza) e più uniformi rispetto al CD2. Conseguentemente anche le medie annuali nelle stazioni a 0,5 e 3 km (Figura 112) evidenziano abbondanze più elevate nei transetti settentrionali 2 e 4. Sempre per il ruolo che giocano gli apporti padani nell'alimentare e sostenere la componente fitoplanctonica in mare, le stazioni più settentrionali (st. 2, 4) registrano valori superiori sotto costa rispetto alle aree più al largo.

In Figura 113 le medie stagionali e le loro relative deviazioni standard sottolineano gli apporti primaverili di questa componente strettamente legata agli apporti di acque dolci.

Inoltre dal confronto delle abbondanze registrate sottocosta e al largo notiamo come rimangono all'interno dello stesso ordine di grandezza fatta eccezione per il transetto 4 dove le abbondanze medie al largo sono maggiori rispetto a quelle in costa.

Analizzando le abbondanze stagionali (Figura 113) si osserva come questa componente fitoplanctonica sia prevalente in primavera ed in estate in CD1. In estate il divario tra le abbondanze dei due corpi idrici aumenta ulteriormente a favore del corpo idrico più settentrionale CD1.

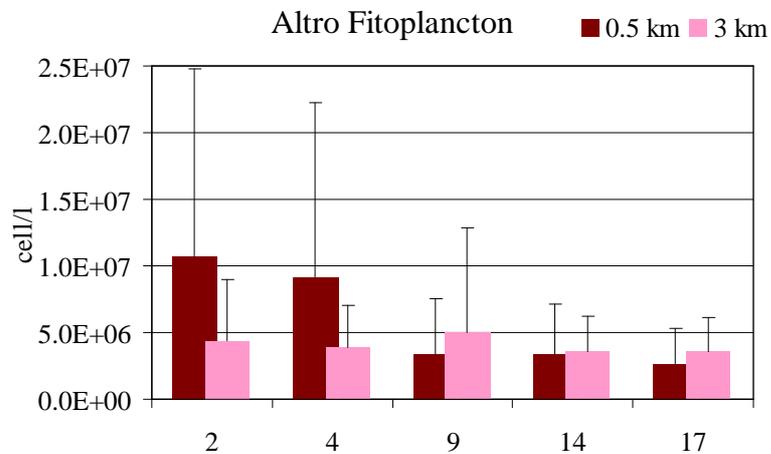


Figura 112 - Medie annuali e deviazioni standard delle abbondanze dell'Altro fitoplancton nelle stazioni a 0.5 e 3 km

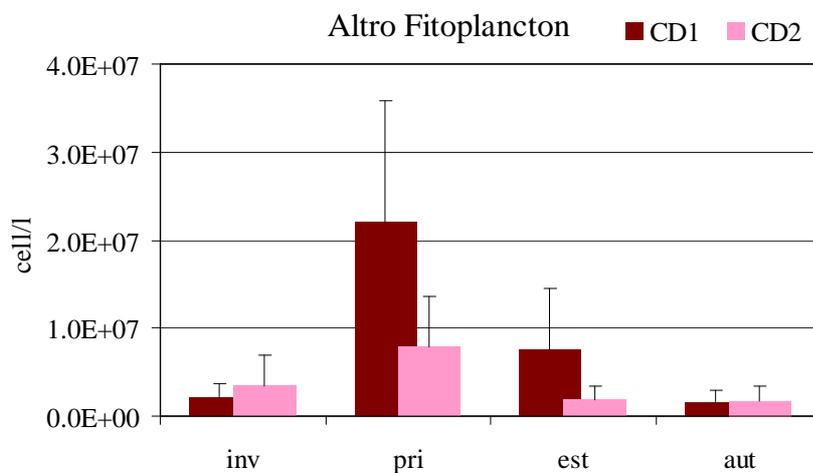


Figura 113 - Andamento delle medie stagionali e deviazioni standard dell'Altro fitoplancton nei corpi idrici CD1 e CD2

In Tabella 5 si riporta la lista floristica dei taxa prevalenti identificati nel 2018 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 2018

Phylum	Taxon	Autore
Dinophyta	<i>Alexandrium minutum</i>	Halim, 1960
Dinophyta	<i>Katodinium</i> spp.	B.Fott, 1957
Dinophyta	<i>Ceratium fusus</i>	(Ehrenberg) Dujardin, 1841
Dinophyta	<i>Oblea</i> spp.	Balech ex Loeblich jr. & Loeblich III, 1966
Dinophyta	<i>Dinophyceae</i> indet. (\emptyset sup.20 μ m)	F.E.Fritsch in G.S.West & F.E.Fritsch, 1927
Dinophyta	<i>Prorocentrum micans</i>	Ehrenberg, 1834
Dinophyta	<i>Prorocentrum</i> cf. <i>cordatum</i>	(Ostenfeld) J.D.Dodge, 1975
Dinophyta	<i>Dinophyceae</i> indet. (\emptyset inf.20 μ m)	F.E.Fritsch in G.S.West & F.E.Fritsch, 1927
Dinophyta	<i>Amphidinium</i> cf. <i>crassum</i>	Lohmann, 1908
Dinophyta	<i>Dinophysis</i> cf. <i>acuminata</i>	Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyta	<i>Amphidinium crassum</i>	Lohmann, 1908
Dinophyta	<i>Gonyaulax fragilis</i>	(Shütt) Kofoid, 1911
Dinophyta	<i>Gyrodinium</i> spp. (\emptyset sup.20 μ m)	Stein, 1878
Dinophyta	<i>Oxyrrhis marina</i>	Dujardin, 1841
Dinophyta	<i>Protopteridinium</i> spp.	Bergh, 1882
Dinophyta	<i>Gymnodiniales</i> indet. (\emptyset sup.20 μ m)	Apstein, 1909
Dinophyta	<i>Gymnodiniales</i> indet.	Apstein, 1909
Dinophyta	<i>Prorocentrum cordatum</i>	(Ostenfeld) J.D.Dodge 1975
Dinophyta	<i>Gymnodiniales</i> indet. (\emptyset inf.20 μ m)	Apstein, 1909
Dinophyta	<i>Gymnodinium</i> spp. (\emptyset inf.20 μ m)	Stein, 1878
Dinophyta	<i>Scrippsiella</i> group	Balech ex A. R. Loeblich III, 1965
Dinophyta	<i>Scrippsiella</i> spp.	Balech ex A. R. Loeblich III, 1965
Dinophyta	<i>Heterocapsa</i> spp.	Stein, 1883
Bacillariophyta	<i>Aulacoseira granulata</i>	(Ehrenberg) Simonsen, 1979
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>curvisetus</i>	Cleve, 1889
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>simplex</i>	Ostenfeld, 1902
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	Cleve, 1889
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros simplex</i>	Ostenfeld, 1902
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros socialis</i>	H.S.Lauder, 1864
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> spp.	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> spp. (\emptyset inf.20 μ m)	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> spp. (\emptyset sup.20 μ m)	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyta	<i>Cylindrotheca closterium</i>	(Ehrenberg) Reimann & j. C. Lewin, 1964
Bacillariophyta	<i>Cylindrotheca</i> spp.	Rabenhorst, 1859
Bacillariophyta	<i>Ditylum brightwellii</i>	(T. West) Grunow, 1885
Bacillariophyta	<i>Lauderia annulata</i>	Cleve, 1873
Bacillariophyta	<i>Leptocylindrus</i> spp.	Cleve, 1889
Bacillariophyta	<i>Lioloma</i> spp.	Hasle, 1997
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	H. Paragallo, 1900
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. del <i>Nitzschia delicatissima</i> complex	Hasle, 1964
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. del <i>Nitzschia seriata</i> complex	Hasle, 1965
Bacillariophyta	<i>Skeletonema</i> spp.	Greville, 1865
Bacillariophyta	<i>Synedra</i> spp.	Ehrenberg, 1830
Bacillariophyta	<i>Thalassionema</i> spp.	Grunow ex Mereschkowsky, 1902
Bacillariophyta	<i>Thalassiosirales</i> indet.	Glezer & Makarova, 1986

Tabella 6 - Lista floristica di tutti i taxa identificati nel 2018

Phylum	Specie	Autore
Bacillariophyta	<i>Naviculaceae</i> indet.	Kützing, 1844
Bacillariophyta	<i>Naviculaceae</i> indet. (Ø inf.20µm)	Kützing, 1844
Bacillariophyta	<i>Amphora</i> spp.	Ehrenberg ex Kützing, 1844
Bacillariophyta	<i>Asterionella</i> cf. <i>gracillima</i>	(Hantzsch) Heiberg, 1863
Bacillariophyta	<i>Asterionella formosa</i>	Hassal, 1850
Bacillariophyta	<i>Asterionella</i> spp.	Hassal, 1850
Bacillariophyta	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	(Castracane) Round, 1990
Bacillariophyta	<i>Asteromphalus</i> cf. <i>hyalinus</i>	Karsten, 1905
Bacillariophyta	<i>Asteromphalus</i> spp.	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyta	<i>Aulacoseira granulata</i>	(Ehrenberg) Simonsen, 1979
Bacillariophyta	<i>Aulacoseira</i> spp.	Thwaites, 1848
Bacillariophyta	<i>Bacillaria</i> cf. <i>paxillifera</i>	(O.F. Müller) T. Marsson, 1901
Bacillariophyta	<i>Bacillaria</i> spp.	J. F. Gmelin, 1791
Bacillariophyta	<i>Bacteriastrum</i> cf. <i>hyalinum</i>	Lauder, 1864
Bacillariophyta	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	Cleve, 1897
Bacillariophyta	<i>Bacteriastrum</i> spp.	Shadbolt, 1854
Bacillariophyta	<i>Bacterosira</i> spp.	Gran, 1900
Bacillariophyta	<i>Cerataulina pelagica</i>	(Cleve) Hendey, 1937
Bacillariophyta	<i>Cerataulina</i> spp.	H.Peragallo ex F.Schütt, 1896
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros affinis</i>	Lauder, 1864
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros brevis</i>	F.Schütt, 1895
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>affinis</i>	Lauder, 1864
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>brevis</i>	F.Schütt, 1895
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>constrictus</i>	Gran, 1897
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>debilis</i>	Cleve 1894
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>lacinosus</i>	F. Schütt, 1895
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>similis</i>	Cleve, 1896
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>teres</i>	Cleve in Aurivillius, 1896
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros costatus</i>	Pavillard, 1911
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	Cleve, 1889
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros danicus</i>	Cleve, 1889
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros decipiens</i>	Cleve, 1873
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros densus</i>	Cleve, 1899
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros didymus</i>	Ehrenberg, 1845
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros diversus</i>	Cleve, 1873
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	Grunow, 1863
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	Brightwell, 1856
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros simplex</i>	Ostenfeld, 1902
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros socialis</i>	H.S.Lauder, 1864
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> spp.	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> spp. (Ø inf.20µm)	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros</i> spp. (Ø sup.20µm)	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros tenuissimus</i>	Meunier, 1913
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros tortissimus</i>	H.H.Gran, 1900
Bacillariophyta	<i>Corethron</i> spp.	Castracane, 1886
Bacillariophyta	<i>Coscinodiscophyceae</i> indet.	Round R.M.Crawford & D.G.Mann, 1990
Bacillariophyta	<i>Coscinodiscus granii</i>	Ehrenberg, 1839
Bacillariophyta	<i>Coscinodiscus</i> spp.	Ehrenberg, 1839
Bacillariophyta	<i>Cyclotella</i> spp.	(Kützing) Brebisson, 1838

Bacillariophyta	<i>Cyclotella</i> spp. (Ø sup.15µm)	(Kützing) Brebisson, 1838
Bacillariophyta	<i>Cylindrotheca</i> cf. <i>fusiformis</i>	Reimann & J.C.Lewin
Bacillariophyta	<i>Cylindrotheca closterium</i>	(Ehrenberg)Reimann & j.C. Lewin,1964
Bacillariophyta	<i>Cylindrotheca</i> spp.	Rabenhorst, 1859
Bacillariophyta	<i>Cymbella</i> spp.	C. Agardh, 1830
Bacillariophyta	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	(Bergon) Hasle, 1996
Bacillariophyta	<i>Diatoma</i> spp.	Bory de Saint-Vincent, 1824
Bacillariophyta	<i>Diploneis</i> spp.	Ehrenberg ex Cleve, 1894
Bacillariophyta	<i>Ditylum brightwellii</i>	(T. West) Grunow, 1885
Bacillariophyta	<i>Entomoneis</i> spp.	Ehrenberg, 1845
Bacillariophyta	<i>Eucampia</i> cf. <i>cornuta</i>	(Cleve) Grunow, 1883
Bacillariophyta	<i>Eucampia</i> spp.	Ehrenberg, 1839
Bacillariophyta	<i>Eucampia zodiacus</i>	Ehrenberg, 1839
Bacillariophyta	<i>Fragilaria crotonensis</i>	Kitton, 1869
Bacillariophyta	<i>Fragilaria</i> spp.	Lyngbye, 1819
Bacillariophyta	<i>Fragilariaceae</i> indet.	Greville, 1833
Bacillariophyta	<i>Gomphonema</i> spp.	Ehrenberg, 1832
Bacillariophyta	<i>Guinardia flaccida</i>	(Castracane) H. Peragallo, 1892
Bacillariophyta	<i>Guinardia striata</i>	(Stolterfoth) Hasle, 1996
Bacillariophyta	<i>Gyrosigma fasciola</i>	(Ehrenberg) J.W.Griffith & Henfrey 1856
Bacillariophyta	<i>Hemiaulus hauckii</i>	Grunow ex Van Heurck, 1882
Bacillariophyta	<i>Hemiaulus sinensis</i>	Greville, 1865
Bacillariophyta	<i>Hemiaulus</i> spp.	Heiberg, 1863
Bacillariophyta	<i>Lauderia annulata</i>	Cleve, 1873
Bacillariophyta	<i>Lauderia borealis</i>	Gran, 1900
Bacillariophyta	<i>Lauderia</i> spp.	Cleve, 1873
Bacillariophyta	<i>Leptocylindrus</i> cf. <i>minimus</i>	Gran, 1915
Bacillariophyta	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Cleve, 1889
Bacillariophyta	<i>Leptocylindrus</i> spp.	Cleve, 1889
Bacillariophyta	<i>Licmophora</i> spp.	C. Agardh, 1827
Bacillariophyta	<i>Lioloma</i> cf. <i>pacificum</i>	(Cupp) Hasle, 1996
Bacillariophyta	<i>Lioloma</i> spp.	Hasle, 1997
Bacillariophyta	<i>Mastogloia</i> spp.	Thawaites ex W. Smith, 1856
Bacillariophyta	<i>Mediophyceae</i> indet.	(Jousé & Proshkina-Lavrenko) Medlin & Kaczmarska
Bacillariophyta	<i>Melosira</i> cf. <i>moniliformis</i>	(O.F. Müller) C. Agardh, 1824
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	(Ehrenberg) Ralfs, 1861
Bacillariophyta	<i>Melosira</i> spp.	C. Agardh, 1824
Bacillariophyta	<i>Navicula</i> spp.	Bory de Saint - Vincent, 1822
Bacillariophyta	<i>Naviculaceae</i> indet. (Ø sup.20µm)	Kützing, 1844
Bacillariophyta	<i>Naviculales</i> indet.	Bessey
Bacillariophyta	<i>Nitzschia</i> cf. <i>reversa</i>	W. Smith
Bacillariophyta	<i>Nitzschia sigma</i>	W.Smith, 1853
Bacillariophyta	<i>Nitzschia</i> spp.	Hassall, 1845
Bacillariophyta	<i>Odontella mobiliensis</i>	(J.W.Bailey) Grunow, 1884
Bacillariophyta	<i>Paralia sulcata</i>	(Ehrenberg) Cleve, 1873
Bacillariophyta	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	Bohlin, 1897
Bacillariophyta	<i>Pleurosigma</i> spp.	W. Smith, 1852
Bacillariophyta	<i>Pleurosigma</i> cf. <i>multistriata</i>	Mereschowsky, 1903
Bacillariophyta	<i>Proboscia alata</i>	(Brightwell) Sundström,1986
Bacillariophyta	<i>Proboscia indica</i>	(H.Peragallo) Hernández-Becerril, 1995
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>multistriata</i>	(Takano) Takano, 1995
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>pungens</i>	(Grunow ex Cleve) G.R.Hasle, 1993
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>seriata</i>	H.Peragallo, 1900

Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia galaxiae</i>	N. Lundholm & Ø. Moestrup, 2002
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	(Takano) Takano, 1995
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	H. Paragallo, 1900
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. del <i>Nitzschia delicatissima</i> complex	Hasle, 1964
Bacillariophyta	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. del <i>Nitzschia seriata</i> complex	Hasle, 1965
Bacillariophyta	<i>Pseudopedinella</i> spp.	N. Carter, 1937
Bacillariophyta	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	(Schultze) B. G. Sundström, 1986
Bacillariophyta	<i>Rhizosolenia</i> cf. <i>pungens</i>	Cleve - Euler, 1937
Bacillariophyta	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	Brightwell, 1858
Bacillariophyta	<i>Rhizosolenia</i> spp.	Brightwell, 1858
Bacillariophyta	<i>Rhizosoleniaceae</i> indet.	De Toni, 1890
Bacillariophyta	<i>Rhoicosphenia</i> spp.	Grunow, 1860
Bacillariophyta	<i>Skeletonema</i> spp.	Greville, 1865
Bacillariophyta	<i>Skeletonema tropicum</i>	Cleve, 1900
Bacillariophyta	<i>Synedra</i> spp.	Ehrenberg, 1830
Bacillariophyta	<i>Thalassionema</i> cf. <i>frauenfeldii</i>	(Grunow) Hallegraeff, 1986
Bacillariophyta	<i>Thalassionema</i> cf. <i>nitzschioides</i>	(Grunow) Mereschkowsky
Bacillariophyta	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	(Grunow) Mereschkowsky, 1902
Bacillariophyta	<i>Thalassionema</i> spp.	Grunow ex Mereschkowsky, 1902
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira</i> cf. <i>minima</i>	Gaarder, 1951
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira gravida</i>	Cleve, 1896
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira rotula</i>	Meunier, 1910
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira</i> spp. (Ø inf.20µm)	Cleve, 1873
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira</i> spp. (Ø sup.20µm)	Cleve, 1873
Bacillariophyta	<i>Thalassiosiraceae</i> indet.	Hasle
Bacillariophyta	<i>Thalassiosirales</i> indet.	Glezer & Makarova, 1986
Charophyta	<i>Closterium</i> spp.	Nitzsch ex Ralfs, 1848
Chlorophyta	<i>Actinastrum</i> spp.	Lagerheim, 1882
Chlorophyta	<i>Chlorophyceae</i> indet.	Wille in Warming, 1884
Chlorophyta	<i>Chlorophyta</i> indet. (Ø inf.20µm)	Reichenbach, 1834
Chlorophyta	<i>Coelastrum</i> spp.	Nägeli, 1849
Chlorophyta	<i>Desmodesmus armatus</i>	(Chodat) E.Hegewald, 2000
Chlorophyta	<i>Desmodesmus</i> cf. <i>microspina</i>	(Chodat) Tsarenko, 2000
Chlorophyta	<i>Desmodesmus</i> cf. <i>opoliensis</i>	(P.G.Richter) E.Hegewald, 2000
Chlorophyta	<i>Desmodesmus</i> spp.	(Lagerheim) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald
Chlorophyta	<i>Monoraphidium contortum</i>	(Thuret) Komárková-Legnerová, 1969
Chlorophyta	<i>Monoraphidium</i> spp.	Komárková-Legnerová, 1969
Chlorophyta	<i>Oltmannsiella</i> spp.	W.Zimmermann, 1930
Chlorophyta	<i>Oltmannsiellopsidaceae</i> indet.	T.Nakayama, Shin Watanabe & I.Inouye, 1996
Chlorophyta	<i>Pediastrum simplex</i>	Meyen, 1829
Chlorophyta	<i>Pediastrum</i> spp.	Meyen, 1829
Chlorophyta	<i>Pterosperma cristatum</i>	Schiller, 1925
Chlorophyta	<i>Pterosperma</i> spp.	Pouchet, 1893
Chlorophyta	<i>Pyramimonadales</i> indet.	Chadefaud, 1950
Chlorophyta	<i>Pyramimonas</i> spp.	Schmarda, 1849
Chlorophyta	<i>Scenedesmaceae</i> indet.	Oltmanns, 1904
Chlorophyta	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	(Turpin) Brebisson, 1835
Chlorophyta	<i>Scenedesmus</i> spp.	Meyen, 1829
Cryptophyta	<i>Cryptomonadaceae</i> indet.	Ehrenberg, 1831
Cryptophyta	<i>Cryptomonadales</i> indet. (Ø inf.20µm)	Pringsheim, 1944
Cryptophyta	<i>Cryptomonas</i> cf. <i>marssonii</i>	Skuja, 1948
Cryptophyta	<i>Cryptomonas</i> spp.	Ehrenberg, 1831

Cryptophyta	<i>Cryptomonas</i> spp. (Ø sup.15µm)	Ehrenberg, 1831
Cryptophyta	<i>Cryptophyceae</i> indet.	F.E.Fritsch, 1927
Cryptophyta	<i>Cryptophyceae</i> indet. (Ø inf.20µm)	F.E.Fritsch, 1927
Cryptophyta	<i>Cryptophyceae</i> indet. (Ø sup.20µm)	F.E.Fritsch, 1927
Cyanobacteria	<i>Anabaena</i> spp.	Bory de Saint-Vincent, 1886
Cyanobacteria	<i>Cyanophyceae</i> filamentose indet.	Schaffner, 1909
Cyanobacteria	<i>Cyanophyceae</i> indet.	Schaffner, 1909
Cyanobacteria	<i>Merismopedia</i> spp.	Meyen, 1839
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria</i> spp.	Vaucher ex Gomont, 1892
Cyanobacteria	<i>Oscillatoriales</i> indet.	Cavalier-Smith, 2002
Dinophyta	<i>Akashiwo sanguinea</i>	(K. Hirasaka) G. Hansen & Ø. Moestrup, 2000
Dinophyta	<i>Alexandrium</i> cf. <i>pseudogonyaulax</i>	(Biecheler) Horiguchi ex Kita & Fukuyo, 1992
Dinophyta	<i>Alexandrium insuetum</i>	D.M. Anderson, A.W. White & D.G. Baden, 1985
Dinophyta	<i>Alexandrium minutum</i>	Halim, 1960
Dinophyta	<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	(Biecheler) Horiguchi ex Kita & Fukuyo, 1992
Dinophyta	<i>Alexandrium</i> spp.	Halim, 1960
Dinophyta	<i>Amphidinium crassum</i>	Lohmann, 1908
Dinophyta	<i>Amphidinium</i> spp.	Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyta	<i>Amylax</i> spp.	A.Meunier, 1910
Dinophyta	<i>Azadinium</i> spp.	M.Elbrächter & U.Tillmann, 2009
Dinophyta	<i>Blepharocysta splendor-maris</i>	Ehrenberg, 1873
Dinophyta	<i>Ceratium candelabrum</i>	(Ehrenberg) Stein, 1883
Dinophyta	<i>Ceratium</i> cf. <i>minutum</i>	E. G. Jørgensen, 1920
Dinophyta	<i>Ceratium extensum</i>	(Gourret) Cleve-Euler, 1900
Dinophyta	<i>Ceratium furca</i>	(Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyta	<i>Ceratium fusus</i>	(Ehrenberg) Dujardin, 1841
Dinophyta	<i>Ceratium horridum</i>	(Cleve) Gran, 1902
Dinophyta	<i>Ceratium inflatum</i>	(Kofoid) E. G. Jørgensen, 1911
Dinophyta	<i>Ceratium lineatum</i>	(Ehrenberg) Cleve, 1899
Dinophyta	<i>Ceratium macroceros</i>	(Ehrenberg) Vanhöffen, 1897
Dinophyta	<i>Ceratium pentagonum</i>	Gourret, 1883
Dinophyta	<i>Ceratium</i> spp.	Schrank, 1793
Dinophyta	<i>Ceratium trichoceros</i>	(Ehrenberg) W. S. Kent, 1881
Dinophyta	<i>Ceratium tripos</i>	(O. F. Müller) Nitzsch, 1817
Dinophyta	<i>Ceratoperidinium falcatum</i>	(Kofoid & Swezy) Reñé & de Salas, 2013
Dinophyta	<i>Cochlodinium</i> spp.	Schütt, 1896
Dinophyta	<i>Corythodinium</i> spp.	Loeblich Jr. & Loeblich III, 1966
Dinophyta	<i>Dinophyceae</i> indet.	F.E.Fritsch in G.S.West & F.E.Fritsch, 1927
Dinophyta	<i>Dinophyceae</i> indet. (Ø inf.20µm)	F.E.Fritsch in G.S.West & F.E.Fritsch, 1927
Dinophyta	<i>Dinophyceae</i> indet. (Ø sup.20µm)	F.E.Fritsch in G.S.West & F.E.Fritsch, 1927
Dinophyta	<i>Dinophysis acuminata</i>	Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyta	<i>Dinophysis caudata</i>	Saville - Kent, 1881
Dinophyta	<i>Dinophysis</i> cf. <i>acuminata</i>	Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyta	<i>Dinophysis</i> cf. <i>acuta</i>	Ehrenberg, 1839
Dinophyta	<i>Dinophysis fortii</i>	Pavillard, 1923
Dinophyta	<i>Dinophysis sacculus</i>	Stein, 1883
Dinophyta	<i>Dinophysis</i> spp.	Ehrenberg, 1839

Dinophyta	<i>Dinophysis tripos</i>	Gourret, 1883
Dinophyta	<i>Diplopsalis</i> group	Dodge, 1985
Dinophyta	<i>Glenodinium foliaceum</i>	F. Stein, 1883
Dinophyta	<i>Glenodinium</i> spp.	Ehrenberg, 1836
Dinophyta	<i>Goniodoma polyedricum</i>	(Pouchet) J. Jørgensen, 1899
Dinophyta	<i>Gonyaulacaceae</i> indet.	Lindemann, 1928
Dinophyta	<i>Gonyaulacales</i> indet.	F.J.R.Taylor, 1980
Dinophyta	<i>Gonyaulax fragilis</i>	(Shütt) Kofoid, 1911
Dinophyta	<i>Gonyaulax polygramma</i>	Stein, 1883
Dinophyta	<i>Gonyaulax spinifera</i>	(Claparède & Lachmann) Diesing, 1866
Dinophyta	<i>Gonyaulax</i> spp.	Diesing, 1866
Dinophyta	<i>Gonyaulax verior</i>	Sournia, 1973
Dinophyta	<i>Gymnodiniaceae</i> indet. (Ø inf.20µm)	Lankester, 1885
Dinophyta	<i>Gymnodiniaceae</i> indet. (Ø sup.20µm)	Lankester, 1885
Dinophyta	<i>Gymnodiniales</i> indet.	Apstein, 1909
Dinophyta	<i>Gymnodiniales</i> indet. (Ø inf.20µm)	Apstein, 1909
Dinophyta	<i>Gymnodiniales</i> indet. (Ø sup.20µm)	Apstein, 1909
Dinophyta	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>catenatum</i>	H.W.Graham, 1943
Dinophyta	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>impudicum</i>	(S.Fraga & I.Bravo) G.Hansen & Ø. Moestrup
Dinophyta	<i>Gymnodinium</i> spp.	Stein, 1878
Dinophyta	<i>Gymnodinium</i> spp. (Ø inf.20µm)	Stein, 1878
Dinophyta	<i>Gymnodinium</i> spp. (Ø sup.20µm)	Stein, 1878
Dinophyta	<i>Gyrodinium</i> cf. <i>spirale</i>	(Berg) Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyta	<i>Gyrodinium falcatum</i>	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyta	<i>Gyrodinium fusiforme</i>	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyta	<i>Gyrodinium lachryma</i>	(Meunier) Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyta	<i>Gyrodinium</i> spp. (Ø inf.20µm)	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyta	<i>Gyrodinium</i> spp. (Ø sup.20µm)	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyta	<i>Heterocapsa pacifica</i>	Kofoid, 1907
Dinophyta	<i>Heterocapsa</i> spp.	Stein, 1883
Dinophyta	<i>Heterocapsa triquetra</i>	(Ehrenberg) Stein, 1883
Dinophyta	<i>Heterocapsaceae</i> indet.	R.A. Fensome et al. 1980
Dinophyta	<i>Karenia</i> spp.	G. Hansen & Moestrup, 2000
Dinophyta	<i>Kareniaceae</i> indet.	Bergholtz, Daugbjerg, Moestrup & Fernández, 2005
Dinophyta	<i>Katodinium glaucum</i>	(Lebour) Loeblich III, 1965
Dinophyta	<i>Katodinium</i> spp.	B. Fott, 1957
Dinophyta	<i>Kofoidinium</i> spp.	Pavillard, 1929
Dinophyta	<i>Kofoidinium velleoides</i>	Pavillard, 1929
Dinophyta	<i>Lessardia elongata</i>	J.F.Saldarriaga & F.J.R.Taylor, 2003
Dinophyta	<i>Lingulodinium polyedrum</i>	(F. Stein) J.D. Dodge, 1989
Dinophyta	<i>Mesoporos perforatus</i>	(Gran) Lillick, 1937
Dinophyta	<i>Mesoporos</i> spp.	(Gran) Lillick, 1937
Dinophyta	<i>Micracanthodinium setiferum</i>	(Lohmann) Deflandre, 1937
Dinophyta	<i>Micracanthodinium</i> spp.	Deflandre, 1937
Dinophyta	<i>Noctilucales</i> indet.	Haeckel
Dinophyta	<i>Oblea rotunda</i>	(Lebour) Balech ex Sournia, 1973
Dinophyta	<i>Oblea</i> spp.	Balech ex Loeblich jr. & Loeblich III, 1966
Dinophyta	<i>Oxyrrhis marina</i>	Dujardin, 1841
Dinophyta	<i>Oxytoxum adriaticum</i>	Schiller, 1937
Dinophyta	<i>Oxytoxum caudatum</i>	Schiller, 1937
Dinophyta	<i>Oxytoxum</i> cf. <i>longiceps</i>	Schiller
Dinophyta	<i>Oxytoxum</i> cf. <i>longum</i>	Schiller, 1937
Dinophyta	<i>Oxytoxum</i> cf. <i>milneri</i>	Murray & Whitting, 1899

Dinophyta	<i>Oxytoxum cf. scolopax</i>	Stein, 1883
Dinophyta	<i>Oxytoxum sceptrum</i>	(F.Stein) Schröder, 1906
Dinophyta	<i>Oxytoxum</i> spp.	Stein, 1883
Dinophyta	<i>Peridiniaceae</i> indet. (Ø inf.20µm)	Ehrenberg, 1831
Dinophyta	<i>Peridiniaceae</i> indet. (Ø sup.20µm)	Ehrenberg, 1831
Dinophyta	<i>Peridinales</i> indet. (Ø inf.20µm)	Haeckel, 1894
Dinophyta	<i>Peridinales</i> indet. (Ø sup.20µm)	Haeckel, 1894
Dinophyta	<i>Peridinium quinquecorne</i>	Abè, 1927
Dinophyta	<i>Phalacroma oxytoxoides</i>	(Kofoid) F.Gomez, P.Lopez-Garcia & D. Moreira, 2011
Dinophyta	<i>Podolampas cf. spinifera</i>	Okamura, 1912
Dinophyta	<i>Podolampas palmipes</i>	Stein, 1883
Dinophyta	<i>Podolampas spinifera</i>	Okamura, 1912
Dinophyta	<i>Polykrikos cf. kofoidii</i>	Chatton, 1914
Dinophyta	<i>Polykrikos</i> spp.	Bütshli, 1873
Dinophyta	<i>Pronoclituca</i> spp.	Fabre Domergue, 1889
Dinophyta	<i>Prorocentraceae</i> indet.	F.Stein, 1883
Dinophyta	<i>Prorocentrum cf. aporum</i>	(Schiller) Dodge, 1975
Dinophyta	<i>Prorocentrum cf. emarginatum</i>	Fukuyo, 1981
Dinophyta	<i>Prorocentrum compressum</i>	(J.W. Bailey) Abè ex Dodge, 1975
Dinophyta	<i>Prorocentrum cordatum</i>	(Ostenfeld) J.D.Dodge, 1975
Dinophyta	<i>Prorocentrum dactylus</i>	(Stein) Dodge, 1975
Dinophyta	<i>Prorocentrum dentatum</i>	Stein, 1883
Dinophyta	<i>Prorocentrum micans</i>	Ehrenberg, 1834
Dinophyta	<i>Prorocentrum rhathymum</i>	Loeblich, Sherley & Schmidt, 1979
Dinophyta	<i>Prorocentrum</i> spp.	Ehrenberg, 1834
Dinophyta	<i>Prorocentrum triestinum</i>	J. Schiller, 1918
Dinophyta	<i>Protoceratium reticulatum</i>	(Claparède & Lachmann) Bütschli, 1885
Dinophyta	<i>Protoperidinium bipes</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. bipes</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. bispinum</i>	(Schiller) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. breve</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. brevipes</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. claudicans</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. curvipes</i>	(Ostenfeld) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. globulus</i>	(Stein) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. leonis</i>	(Pavillard) Balech 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. oblongum</i>	(Aurivillius) Parke & Dodge, 1976
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. pellucidum</i>	Bergh ex Loeblich Jr. & Loeblich III, 1881
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. pyriforme</i>	(Paulsen) Balech 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. steinii</i>	(Jorgensen) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium cf. subinermis</i>	(Paulsen) Loeblich III, 1969
Dinophyta	<i>Protoperidinium conicum</i>	(Gran) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium depressum</i>	(Bailey) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium diabolus</i>	(Cleve) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium divergens</i>	(Ehrenberg) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium granii</i>	(Dangeard) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium oceanicum</i>	(VanHöffen) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium ovum</i>	(Schiller) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium</i> spp.	Bergh, 1882
Dinophyta	<i>Protoperidinium steinii</i>	(Jorgensen) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium subinermis</i>	(Paulsen) Loeblich III, 1969
Dinophyta	<i>Protoperidinium thorianum</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyta	<i>Protoperidinium tuba</i>	(Schiller) Balech, 1974

Dinophyta	<i>Pseliodinium</i> spp.	Soumia, 1972
Dinophyta	<i>Pseliodinium vaubanii</i>	Sournia, 1972
Dinophyta	<i>Pyrophacus horologium</i>	Stein, 1883
Dinophyta	<i>Pyrophacus</i> spp.	Stein, 1883
Dinophyta	<i>Scaphodinium mirabile</i>	Margalef, 1963
Dinophyta	<i>Scrippsiella acuminata</i>	(Ehrenberg) Kretschmann & Gottschling, 2015
Dinophyta	<i>Scrippsiella spinifera</i>	G.Honsell & M.Cabrini, 1991
Dinophyta	<i>Scrippsiella</i> spp.	Balech ex A. R. Loeblich III, 1965
Dinophyta	<i>Spatulodinium pseudonociluca</i>	(Pouchet) J.Cachon & M.Cachon, 1968
Dinophyta	<i>Spatulodinium</i> spp.	J. Cachon & M. Cachon, 1976
Dinophyta	<i>Torodinium robustum</i>	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyta	<i>Torodinium</i> spp.	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyta	<i>Torodinium teredo</i>	(Pouchet) Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyta	<i>Warnowia</i> spp.	Lindemann in Engler & Prantl, 1928
Dinophyta	<i>Warnowiaceae</i> indet.	Lindemann, 1928
Euglenozoa	<i>Euglena</i> spp.	Ehrenberg, 1830
Euglenozoa	<i>Euglenales</i> indet.	Bütschli, 1884
Euglenozoa	<i>Euglenophyceae</i> indet.	Schoenichen, 1925
Euglenozoa	<i>Eutreptiaceae</i> indet.	Hollande, 1942
Euglenozoa	<i>Lepocinclis</i> spp.	Perty, 1849
Euglenozoa	<i>Phacus</i> spp.	Dujardin, 1841
Haptophyta	<i>Chrysochromulina lanceolata</i>	Chrétiennot-Dinet, Nezan & Puigserver, 2003
Haptophyta	<i>Chrysochromulina parkeae</i>	J.C.Green & Leadbeater, 1972
Haptophyta	<i>Chrysochromulina</i> spp.	Lackey, 1939
Haptophyta	<i>Coccolithophyceae</i> indet.	Rothmaler, 1951
Haptophyta	<i>Phaeocystis</i> spp.	Lagerheim, 1893
Haptophyta	<i>Prymnesiales</i> indet.	Papenfuss, 1955
Haptophyta	<i>Prymnesiophyceae</i> indet.	Hibberd
Heterokontophyta	<i>Chrysophyceae</i> indet.	Pascher, 1914
Heterokontophyta	<i>Raphidophyceae</i> indet.	Chadefaud ex P.C.Silva, 1980
Incertae sedis	<i>Ebria</i> spp.	Borgert, 1861
Incertae sedis	<i>Ebria tripartita</i>	(J. Schumann) Lemmermann, 1899
Incertae sedis	<i>Hermesinum adriaticum</i>	O. Zacharias, 1906
Katablepharidophyta	<i>Leucocryptos marina</i>	(Braarud) Butcher, 1967
Ochrophyta	<i>Dictyocha crux</i>	Ehrenberg, 1840
Ochrophyta	<i>Dictyocha fibula</i>	Ehrenberg, 1839
Ochrophyta	<i>Dictyocha speculum</i>	Ehrenberg, 1839
Ochrophyta	<i>Dictyocha</i> spp.	Ehrenberg, 1837
Ochrophyta	<i>Dictyocha staurodon</i>	Ehrenberg, 1844
Ochrophyta	<i>Dictyochophyceae</i> indet.	P.C.Silva, 1980
Ochrophyta	<i>Meringosphaera</i> spp.	Lohmann, 1903
Ochrophyta	<i>Octactis octonaria</i>	(Ehrenberg) Hovasse, 1946
Ochrophyta	<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, rendendo 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 - 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 (<i>G_mean</i> 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 della applicazione dei nuovi 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 2018. 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. Nella Tabella 88 risulta evidente per il 2018 un trend decrescente nord-sud dei valori di clorofilla “a” che attribuiscono al corpo idrico CD1 (Goro-Ravenna) il giudizio “Sufficiente” ed al CD2 (Ravenna-Cattolica) un giudizio “Buono”.

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 (Dec. 2018/229/UE) con i nuovi criteri di classificazione (ISPRA, 2018)

Corpo idrico	Stazione	EQB Fitoplancton (clorofilla “a”) 2018 Dec. 2018/229/UE	
CD1 Goro-Ravenna	2	6.07	6.1 Sufficiente
	302	6.41	
	4	6.78	
	304	6.40	
	6	5.68	
	306	5.43	
CD2 Ravenna-Cattolica	9	5.67	4.5 Buono
	309	5.22	
	13	5.51	
	14	4.73	
	314	4.43	
	17	4.44	
	317	3.43	
	19	3.35	
	319	3.57	

3.2.1.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 del popolamento 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: 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 Molluschi e degli Anellidi (Policheti) a cui seguono gli Artropodi (Crostei), gli Cnidari e gli Echinodermi.

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

La fascia più costiera delle VTC comprende la facies caratterizzata dal polichete *Owenia fusiformis*, specie ad ampia distribuzione ecologica.

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).

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

Phylum	SFBC 4	SFBC 9	SFBC 14	SFBC 19	VTC 304	VTC 309	VTC 314	VTC 319
Anellida	29	26	23	21	40	31	27	25
Arthropoda	13	12	22	18	9	10	16	14
Cnidaria			2	1				
Echinoderma			2	2	4	1	1	4
Mollusca	18	18	25	16	20	22	16	19
Phoronida			1	1				
Sipuncula			1			1	1	
Totale	60	56	76	59	73	65	61	62

Tabella 10 - Presenza specie nelle stazioni considerate per le SFBC

CLASSI	FAMIGLIE	TAXON	AUTORE	Maggio			Novembre				
				4	9	14	4	9	14	19	
ANELLIDA	AMPHARETIDAE	<i>Ampharete lindstroemi</i>	Malmgreen, 1867		X			X			X
		<i>Melinna palmata</i>	Grube, 1869	X	X				X	X	
	CAPITELLIDAE	<i>Capitella capitata</i>	(Fabricius, 1780)		X						
		<i>Capitella minima</i>	Langerhans, 1881		X						
		<i>Mediomastus capensis</i>	Day, 1869				X	X			
	CIRRATULIDAE	<i>Chaetozone gibber</i>	Woodham & Chambers, 1994					X		X	X
	FLABELLIGERIDAE	<i>Pherusa monilifera</i>	(Delle Chiaje, 1841)					X	X	X	
		<i>Pherusa plumosa</i>	(Müller, 1776)		X						
	GLYCERIDAE	<i>Glycera alba</i>	(O.F. Müller, 1776)	X				X			
		<i>Glycera fallax</i>	Quatrefages, 1850		X			X			
	LUMBRINERIDAE	<i>Hilbigneris gracilis</i>	(Ehlers, 1868)					X			
		<i>Lumbrineris latreilli</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1834		X		X			X	
	MAGELONIDAE	<i>Magelona filiformis</i>	Wilson, 1959	X				X			X
		<i>Magelona johnstoni</i>	Fiege, Licher & Mackie, 2000	X		X		X		X	X
		<i>Magelona minuta</i>	Eliason, 1962			X				X	
		<i>Magelona sp.</i>	F. Müller, 1858							X	
	MALDANIDAE	<i>Maldane sarsi</i>	Malmgren, 1865							X	
	NEPHTYIDAE	<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	(Wesenberg-Lund, 1949)	X	X			X		X	X
		<i>Micronephthys stammeri</i>	(Auger, 1932)	X	X	X	X	X		X	X
		<i>Nephtys cirrosa</i>	Ehlers, 1868					X			X
		<i>Nephtys hombergi</i>	Savigny, 1818	X	X		X	X	X	X	X
	NEREIDIDAE	<i>Nereis zonata</i>	Malmgren, 1867					X	X		
	ONUPHIDAE	<i>Diopatra neapolitana</i>	Delle Chiaje, 1841		X			X	X	X	X
		<i>Hyalinoecia fauveli</i>	Rioja, 1918					X			
		<i>Onuphis eremita</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1833					X		X	X
	ORBINIIDAE	<i>Orbinia sertulata</i>	Savigny, 1822			X		X			
		<i>Phylo foetida</i>	(Claparède, 1870)					X	X		
	OWENIDAE	<i>Owenia fusiformis</i>	Delle Chiaje, 1841	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	X						
		<i>Aricidea sp.</i>	Webster, 1879		X		X	X			
	PHYLLODOCIDAE	<i>Mysta picta</i>	(Quatrefages, 1865)		X		X		X	X	X
	PILARGIDAE	<i>Pilargis verrucosa</i>	Saint Joseph, 1899								X
	PILARGIIDAE	<i>Sigambra tentaculata</i>	(Treadwell, 1941)		X			X			X
	SIGALIONIDAE	<i>Sigalion mathildae</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1832			X				X	X
	SPIONIDAE	<i>Polydora ciliata</i>	(Johnston, 1838)					X			
		<i>Prionospio caspersi</i>	Laubier, 1962	X	X	X	X	X		X	X
		<i>Prionospio cirrifera</i>	Wiren, 1883		X						
		<i>Prionospio multibranchiata</i>	Berkeley, 1926		X	X					
<i>Prionospio pulchra</i>		Imajima, 1990					X				
<i>Spio decoratus</i>		Bobretzky, 1870		X					X		
<i>Spio filicornis</i>		(Müller, 1776)	X								
<i>Spiophanes bombyx</i>		(Claparède, 1870)		X				X			
<i>Streblospio shrubsolii</i>		Webster, 1879			X	X					
SYLLIDAE	<i>Syllidae indet.</i>	Grube, 1850					X				
ARTHROPODA	AMPELISCIDAE	<i>Ampelisca brevicornis</i>	(A. Costa, 1853)				X	X			

CLASSI	FAMIGLIE	TAXON	AUTORE	Maggio			Novembre				
				4	9	14	19	4	9	14	19
		<i>Ampelisca diadema</i>	Costa, 1853	X	X	X	X		X	X	X
		<i>Orchomenella nana</i>	(Kroyer, 1846)			X					
	AMPHILOCHIDAE	<i>Apolochus neapolitanus</i>	(Della Valle, 1893)		X		X				
		<i>Apseudes spinosus</i>	(M. Sars, 1858)			X					
	APSEUDIDAE	<i>Apseudopsis acutifrons</i>	(Sara, 1882)			X				X	X
		<i>Apseudopsis latreillii</i>	(Milne Edwards, 1828)					X			
		<i>Apseudopsis mediterraneus</i>	(Bacescu, 1961)			X		X		X	X
		<i>Apseudopsis</i> sp.	Norman, 1899							X	
	ATYLIDAE	<i>Nototropis massiliensis</i>	(Bellan-Santini, 1975)							X	
	BODOTRIIDAE	<i>Bodotria arenosa</i>	Goodsir, 1843	X				X			
		<i>Iphinoe daphne</i>	Mazziotti & Lezzi, 2020	X	X	X	X			X	
	CAPRELLIDAE	<i>Pariambus typicus</i>	(Kroyer, 1844)	X	X	X	X		X	X	X
		<i>Phisica marina</i>	Slabber, 1769	X	X		X			X	
	COROPHIIDAE	<i>Medicorophium rotundirostre</i>	(Stephensen, 1915)	X							
	DIASTYLIDAE	<i>Diastylis rugosa</i>	Sars, 1865			X	X				
	DIOGENIDAE	<i>Diogenes pugilator</i>	(Roux, 1829)							X	
	ISAEIDAE	<i>Microprotopus maculatus</i>	Norman, 1867			X					
	ISCHYROCERIDAE	<i>Erichthonius</i> sp.	H. Milne Edwards, 1830		X						
	LEUCOTHOIDAE	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Bellan-Santini, 1965			X	X			X	X
		<i>Lepidepcreum longicorne</i>	(Bate & Westwood, 1861)				X				
<i>Leucothoe incisa</i>		(Robertson, 1892)	X	X	X				X	X	
OEDICEROTIDAE	<i>Pericolodes longimanus longimanus</i>	(Bate & Westwood, 1868)		X	X	X			X		
	<i>Pontocrates altamarinus</i>	(Bate & Westwood, 1862)		X					X	X	
	<i>Pontocrates arenarius</i>	(Bate, 1858)		X		X			X	X	
PAGURIDAE	<i>Pagurus bernhardus</i>	(Linnaeus, 1758)								X	
PHOTIDAE	<i>Photis longicaudata</i>	(Bate & Westwood, 1862)	X	X	X	X				X	
PORTUNIDAE	<i>Liocarcinus depurator</i>	(Linnaeus, 1758)							X		
PSEUDOCUMATIDAE	<i>Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne</i>	(Bate, 1858)	X	X	X	X	X		X	X	
UROTHOIDAE	<i>Urothoe poseidonis</i>	Reibisch, 1905					X				
CNIDARIA	ACTINARIA	<i>Anthozoa</i> indet.								X	
	EDWARDSIIDAE	<i>Edwardsia claparedii</i>	Panzeri, 1869							X	
	HORMATHIIDAE	<i>Calliactis parasitica</i>	(Couch, 1838)							X	
ECHINODERMA	AMPHIURIDAE	<i>Amphiura chiajei</i>	Forbes, 1843							X	
		<i>Amphiura filiformis</i>	(O.F. Müller, 1776)				X				
	SCHIZASTERIDAE	<i>Schizaster canaliferus</i>	(Lamarck, 1816)						X	X	
	ACTEONIDAE	<i>Acteon tornatilis</i>	(Linné, 1758)							X	
MOLLUSCA	ARCIDAE	<i>Anadara kagoshimensis</i>	(Tokunaga, 1906)	X	X			X			
		<i>Anadara transversa</i>	Say, 1822		X					X	
	CORBULIDAE	<i>Corbula gibba</i>	(Olivi, 1792)	X	X			X	X	X	
		<i>Lentidium mediterraneum</i>	(O.G. Costa, 1830)	X	X	X		X		X	X
	CYLICHNIDAE	<i>Cylichna cylindracea</i>	(Pennant, 1777)		X			X	X		
	DONACIIDAE	<i>Donax semistriatus</i>	(Poli, 1795)			X		X		X	
	LUCINIDAE	<i>Lucinella divaricata</i>	(Linnaeus, 1758)			X		X		X	
	MACTRIDAE	<i>Spisula subtruncata</i>	(Da Costa, 1778)	X	X	X	X				
	MONTACUTIDAE	<i>Kurtiella bidentata</i>	(Montagu, 1803)		X					X	
	MYTILIDAE	<i>Musculista senhousia</i>	(Benson in Cantor, 1842)		X					X	
	NASSARIIDAE	<i>Cyclope neritea</i>	(Linné, 1758)					X		X	X
		<i>Nassarius mutabilis</i>	(Linné, 1758)		X		X			X	X
		<i>Nassarius nitidus</i>	(Jeffreys, 1867)	X	X						
		<i>Nassarius pygmaeus</i>	(Lamarck, 1822)							X	
	NUCULIDAE	<i>Nucula nitidosa</i>	(Winckworth, 1930)	X	X		X		X	X	
	PERIPLOMATIDAE	<i>Cochlodesma praetenu</i>	(Pulteney, 1799)							X	
	PHARIDAE	<i>Pharus legumen</i>	(Linné, 1767)		X	X					X
		<i>Phaxas adriaticus</i>	(Coen, 1993)	X	X	X	X				
	SEMELIDAE	<i>Abra alba</i>	(Wood W., 1802)	X	X	X	X			X	
		<i>Abra nitida</i>	(O.F. Müller, 1776)				X			X	X
TELLINIDAE	<i>Tellina fabula</i>	(Gmelin, 1791)		X	X	X			X	X	
	<i>Tellina nitida</i>	(Poli, 1795)	X	X	X			X	X	X	
	<i>Tellina tenuis</i>	(Da Costa, 1778)	X				X		X		
THRACIIDAE	<i>Thracia papyracea</i>	(Poli, 1795)	X		X				X		
VENERIDAE	<i>Chamelea gallina</i>	(Linné, 1758)	X	X	X	X	X		X	X	
	<i>Dosinia lupinus</i>	(Linné, 1758)	X	X	X				X	X	
	<i>Pitar rudis</i>	(Poli, 1795)			X						
	<i>Politapes rhomboides</i>	(Pennant, 1777)	X		X		X		X	X	
PHORONYDA	PHORONIDAE	<i>Phoronis psammophila</i>	Cori, 1889			X	X				
SIPUNCULA	ASPIDOSIPHONIDAE	<i>Aspidosiphon muelleri muelleri</i>	Diesing, 1851						X		

Tabella 11 - Presenza specie nelle stazioni considerate per le VTC

PHYLUM	FAMIGLIE	TAXON	AUTORE	Maggio				Novembre				
				304	309	314	319	304	309	314	319	
ANELLIDA	AMPHARETIDAE	<i>Ampharete lindstroemi</i>	Malmgreen, 1867			X		X		X		
		<i>Melinna palmata</i>	Grube, 1869	X	X	X		X	X	X	X	
	CAPITELLIDAE	<i>Capitella capitata</i>	(Fabricius, 1780)		X	X			X			X
		<i>Capitellidae</i> indet.	Blainville, 1828							X		
		<i>Heteromastus filiformis</i>	(Claparède, 1864)				X		X			
		<i>Mediomastus capensis</i>	Day, 1869						X	X		
		<i>Notomastus aberans</i>	Day, 1963									
		<i>Pseudoleiocyathella fauveli</i>	Harmelin, 1964		X							
	CIRRATULIDAE	<i>Chaetozone gibber</i>	Woodham & Chambers, 1994		X				X			X
		<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	(Kirkegaard, 1959)						X			
	FLABELLIGERIDAE	<i>Pherusa monilifera</i>	(Delle Chiaje, 1841)							X		
		<i>Pherusa plumosa</i>	(Muller, 1776)		X	X					X	
	GLYCERIDAE	<i>Glycera alba</i>	(O.F. Müller, 1776)		X	X				X		X
		<i>Glycera fallax</i>	Quatrefages, 1850		X	X			X			
		<i>Glycera tridactyla</i>	Schmarda, 1861			X						
		<i>Glycera unicornis</i>	Savigny, 1818					X				
	LUMBRINERIDAE	<i>Hilbigneris gracilis</i>	(Ehlers, 1868)						X			X
		<i>Lumbrineris latreilli</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1834					X	X		X	X
	MAGELONIDAE	<i>Magelona filiformis</i>	Wilson, 1959			X	X					X
		<i>Magelona johnstoni</i>	Fiege, Licher & Mackie, 2000						X			X
		<i>Magelona minuta</i>	Eliason, 1962						X			X
	MALDANIDAE	<i>Euclymene</i> sp.				X						
		<i>Maldane sarsi</i>	Malmgren, 1865			X				X	X	X
		<i>Maldanidae</i> indet.	Grube, 1860			X						
	NEPHTYIDAE	<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	(Wesenberg-Lund, 1949)						X		X	X
		<i>Micronephthys stammeri</i>	(Auger, 1932)		X	X	X	X	X		X	X
		<i>Nephtys cirrosa</i>	Ehlers, 1868						X		X	X
		<i>Nephtys hombergi</i>	Savigny, 1818		X	X	X	X	X	X	X	X
	NEREIDIDAE	<i>Nereis zonata</i>	Malmgren, 1867					X			X	
	ONUPHIDAE	<i>Diopatra neapolitana</i>	Delle Chiaje, 1841		X	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Onuphis eremita</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1833		X							X
	ORBINIIDAE	<i>Orbinia sertulata</i>	Savigny, 1822			X						
		<i>Phylo foetida</i>	(Claparède, 1870)					X	X	X		
	OWENIDAE	<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
		<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	Laubier, 1967		X	X			X		X	
		<i>Aricidea fragilis</i>	Webster, 1879		X	X			X			
		<i>Aricidea</i> sp.	Webster, 1879		X	X			X			X
	PECTINARIIDAE	<i>Pectinaria koreni</i>	(Malmgren, 1866)				X					
	PHYLLODOCIDAE	<i>Mysta picta</i>	(Quatrefages, 1865)		X	X				X		X
	PILARGIDAE	<i>Pilargis verrucosa</i>	Saint Joseph, 1899		X							
	PILARGIIDAE	<i>Sigambra tentaculata</i>	(Treadwell, 1941)			X			X			
POLYNOIDAE	<i>Harmothoe johnsoni</i>	(McIntosh, 1876)		X								
SABELLIDAE	<i>Dialychnone arenicola</i>	(Langerhans, 1880)					X					
	<i>Dialychnone dunerificta</i>	Tovar-Hernández Licciano Giangrande, 2007						X			X	
	<i>Euchone rosea</i>	Langerhans, 1884						X				
SPIONIDAE	<i>Polydora ciliata</i>	(Johnston, 1838)				X				X		
	<i>Prionospio caspersi</i>	Laubier, 1962		X	X	X	X	X		X	X	
	<i>Prionospio depauperata</i>	Imajima, 1990								X	X	
	<i>Prionospio multibranchiata</i>	Berkeley, 1926		X	X	X		X			X	
	<i>Spio decoratus</i>	Bobretzky, 1870		X	X							
	<i>Spionidae</i> indet.					X						
	<i>Spiophanes bombyx</i>	(Claparède, 1870)			X	X		X				
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	Webster, 1879				X	X	X				
STERNAPSIDAE	<i>Sternaspis scutata</i>	(Renier, 1807)		X								
SYLLIDAE	<i>Syllidae</i> indet.	Grube, 1850						X				
ARTHROPODA	AMPELISCIDAE	<i>Ampelisca brevicornis</i>	(A. Costa, 1853)			X	X					
		<i>Ampelisca diadema</i>	Costa, 1853		X	X	X	X	X	X	X	
		<i>Orchomenella nana</i>	(Kroyer, 1846)					X				
AMPHILOCHIDAE	<i>Apolochus neapolitanus</i>	(Della Valle, 1893)				X						
BODOTRIIDAE	<i>Bodotria arenosa</i>	Goodsir, 1843						X		X		
	<i>Iphinoe daphne</i>	Mazziotti & Lezzi, 2020		X	X	X	X	X		X	X	

PHYLUM	FAMIGLIE	TAXON	AUTORE	Maggio			Novembre					
				304	309	314	319	304	309	314	319	
	CAPRELLIDAE	<i>Pariambus typicus</i>	(Kroyer, 1844)	X	X	X	X	X	X	X	X	
		<i>Phisica marina</i>	Slabber, 1769	X	X	X		X		X		
	COROPHIIDAE	<i>Medicorophium rotundirostre</i>	(Stephensen, 1915)	X								
	DIASTYLIDAE	<i>Diastylis rugosa</i>	Sars, 1865			X				X		
ARTHROPODA	GRAPSIDAE	<i>Brachynotus gemmellari</i>	(Rizza, 1839)						X			
	ISAEIDAE	<i>Microprotopus maculatus</i>	Norman, 1867			X						
	LEUCOSIIDAE	<i>Ilia nucleus</i>	Linnaeus, 1758					X				
	LEUCOTHOIDAE	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Bellan-Santini, 1965			X					X	X
		<i>Lepidepecreum longicorne</i>	(Bate & Westwood, 1861)				X				X	X
		<i>Leucothoe incisa</i>	(Robertson, 1892)			X	X				X	X
	OEDICEROTIDAE	<i>Perioculodes longimanus longimanus</i>	(Bate & Westwood, 1868)			X	X				X	X
		<i>Pontocrates altamarinus</i>	(Bate & Westwood, 1862)	X	X		X					
		<i>Pontocrates arenarius</i>	(Bate, 1858)		X	X	X					
	PHOTIDAE	<i>Photis longicaudata</i>	(Bate & Westwood, 1862)		X	X					X	
PHOXOCEPHALIDAE	<i>Harpinia crenulata</i>	(Boeck, 1871)				X		X			X	
PSEUDOCUMATIDAE	<i>Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne</i>	(Bate, 1858)	X	X	X	X				X	X	
ECHINODERMA	AMPHIURIDAE	<i>Amphiura chiujei</i>	Forbes, 1843		X	X		X	X	X	X	
		<i>Amphiura filiformis</i>	(O.F. Müller, 1776)								X	
	CUCUMARIIDAE	<i>Trachythyone elongata</i>	Duben-Koren, 1844					X				X
		<i>Trachythyone tergestina</i>	(M. Sars, 1857)	X								
OPHIURIDAE	<i>Ophiura albida</i>	Forbes, 1839					X					
	<i>Ophiura grubei</i>	Heller, 1863									X	
MOLLUSCA	ACTEONIDAE	<i>Acteon tornatilis</i>	(Linné, 1758)					X				
	ARCIDAE	<i>Anadara kagoshimensis</i>	(Tokunaga, 1906)	X	X			X				
		<i>Anadara transversa</i>	Say, 1822	X	X			X	X	X	X	
	CARDIIDAE	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	(Sowerby G.B.II, 1841)			X						
	CORBULIDAE	<i>Corbula gibba</i>	(Olivi, 1792)	X	X	X	X	X	X			X
		<i>Lentidium mediterraneum</i>	(O.G. Costa, 1830)	X	X	X			X	X	X	
	CYLICHNIDAE	<i>Cylichna cylindracea</i>	(Pennant, 1777)	X				X	X		X	
	DENTALIIDAE	<i>Antalis inaequicostata</i>	(Dautzenberg 1891)								X	
	MACTRIDAE	<i>Spisula subtruncata</i>	(Da Costa, 1778)	X	X	X	X	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				
	NASSARIIDAE	<i>Nassarius mutabilis</i>	(Linné, 1758)		X				X	X	X	X
		<i>Nassarius nitidus</i>	(Jeffreys, 1867)	X	X				X			
		<i>Nassarius pygmaeus</i>	(Lamarck, 1822)							X		
	NATICIDAE	<i>Euspira macilenta</i>	(Philippi, 1844)						X		X	
	NUCULIDAE	<i>Nucula nitidosa</i>	(Winckworth, 1930)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Ensis ensis</i>	(Linnaeus, 1758)								X	
	PHARIDAE	<i>Pharus legumen</i>	(Linné, 1767)			X	X				X	
		<i>Phaxas adriaticus</i>	(Coen, 1993)		X	X	X				X	X
	PHILINIDAE	<i>Philine aperta</i>	(Linné, 1767)	X								X
SEMELIDAE	<i>Abra alba</i>	(Wood W., 1802)	X	X			X	X		X		
	<i>Abra nitida</i>	(O.F. Müller, 1776)		X			X				X	
TELLINIDAE	<i>Tellina fabula</i>	(Gmelin, 1791)		X	X			X		X		
	<i>Tellina incarnata</i>	Linné, 1761	X									
	<i>Tellina nitida</i>	(Poli, 1795)	X	X				X	X		X	
THRACIIDAE	<i>Thracia papyracea</i>	(Poli, 1795)								X		
VENERIDAE	<i>Chamelea gallina</i>	(Linné, 1758)	X	X	X	X	X		X	X	X	
	<i>Dosinia lupinus</i>	(Linné, 1758)	X	X		X		X		X	X	
	<i>Pitar rudis</i>	(Poli, 1795)								X		
	<i>Politapes rhomboides</i>	(Pennant, 1777)	X	X	X	X	X	X	X	X		
	<i>Ruditapes decussatus</i>	(Linné, 1758)							X			
	<i>Ruditapes philippinarum</i>	(Adams & Reeve, 1850)		X								
SIPUNCULA	ASPIDOSIPHONIDAE	<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	Diesing, 1851		X					X		

Nelle Tabella 10 e Tabella 11 si riportano i risultati dell'analisi quali-quantitativa della comunità macrobentonica relativa alle biocenosi SFBC e VTC per il 2018.

Nella biocenosi delle SFBC (Tabella 9, Tabella 10) la stazione 14 presenta il maggior numero di specie (76 specie) seguita dalla stazione B4 con 60 specie e dalla st. B19 con 59 specie. La stazione B9 possiede il minor numero di specie (56 specie). Nella biocenosi delle VTC

(Tabella 9, Tabella 11) la stazione 304 ha mostrato il maggior numero di specie (73) mentre la stazione 314 il minor numero (61).

Nel Phylum degli **ANELLIDA** sono stati ritrovati i seguenti taxon: *Ampharete lindstroemi*, *Aricidea assimilis*, *Aricidea catherinae*, *Aricidea fragilis*, *Aricidea* sp., *Capitella capitata*, *Capitella minima*, *Capitellidae* indet., *Chaetozone gibber*, *Dialychone arenicola*, *Dialychone dunerificta*, *Diopatra neapolitana*, *Euclymene* sp., *Euchone rosea*, *Glycera alba*, *Glycera fallax*, *Glycera tridactyla*, *Glycera unicornis*, *Harmothoe johnsoni*, *Hyalinoecia fauveli*, *Heteromastus filiformis*, *Hilbigneris gracilis*, *Lumbrineris latreilli*, *Magelona filiformis*, *Magelona johnstoni*, *Magelona minuta*, *Magelona* sp., *Maldane sarsi*, *Maldanidae* indet., *Mediomastus capensis*, *Melinna palmata*, *Micronephtys sphaerocirrata*, *Micronephtys stammeri*, *Mysta picta*, *Monticellina dorsobranchialis*, *Nephtys cirrosa*, *Nephtys hombergi*, *Nereis zonata*, *Notomastus aberans*, *Onuphis eremita*, *Orbinia sertulata*, *Owenia fusiformis*, *Pectinaria koreni*, *Pherusa monilifera*, *Pherusa plumosa*, *Phylo foetida*, *Pilargis verrucosa*, *Polydora ciliata*, *Prionospio caspersi*, *Prionospio cirrifera*, *Prionospio depauperata*, *Prionospio multibranchiata*, *Prionospio pulchra*, *Pseudoleiocapitella fauveli*, *Sigalion mathildae*, *Sigambra tentaculata*, *Spio decoratus*, *Spio filicornis*, *Spiophanes bombyx*, *Spionidae* indet., *Sternapsis scutata*, *Streblospio shrubsolii*, *Syllidae* indet.

Il polichete *Prionospio caspersi* è risultato essere il più abbondante in entrambe le comunità con abbondanze massime pari a 1586 ind/m² ritrovati nella st. 4 in autunno. I policheti più frequenti sono risultati per entrambe le biocenosi: *Nephtys hombergi*, *Owenia fusiformis*, *Melinna palmata*, *Diopatra neapolitana*, *Micronephtys stammeri*, *Magelona johnstoni*.

Nel Phylum degli **ARTHROPODA** classe Crustacea sono state rinvenuti i seguenti taxon: *Ampelisca diadema*, *Ampelisca brevicornis*, *Apolochus neapolitanus*, *Apeudes spinosus*, *Apeudopsis acutifrons*, *Apeudopsis latreillei*, *Apeudopsis mediterraneus*, *Apeudopsis* sp., *Brachynotus gemmellari*, *Bodotria arenosa*, *Diogenes pugilator*, *Diastylis rugosa*, *Harpinia crenulata*, *Hippomedon massiliensis*, *Iphinoe daphne.*, *Lepidepcreum longicorne*, *Leucothoe incisa*, *Liocarcinus depurator*, *Medicorophium rotundirostre*, *Microprotopus maculatus*, *Pagurus bernhardus*, *Pariambus typicus*, *Perioculodes longimanus longimanus*, *Photis longicaudata*, *Phtisica marina*, *Pontocrates arenarius*, *Pontocrates altamarinus*, *Pseudocuma longicorne longicorne*, *Nototropis massiliensis*, *Orchomenella nana*, *Urothoe poseidonis*. *Pariambus typicus* è risultato essere il più abbondante sia nella comunità delle SFBC che in quella delle VTC, raggiungendo nella staz. 19 5304 ind/m² nel campionamento primaverile.

Il ritrovamento di organismi appartenenti al Phylum **CNIDARI** nelle biocenosi dei fondi mobili è piuttosto limitato essendo questi bisognosi di vivere adesi ad un substrato duro; pertanto si rinvencono epifiti su altri organismi (spesso conchiglie vuote sia di Bivalvi che di Gasteropodi). In questo Phylum si è rinvenuto il taxon *Calliactis parasitica* e *Edwardsia claparedii* solo nella st. 14 delle SFBC e nella st. 319 delle VTC. Il taxon Anthozoa indet. è stato ritrovato nella staz. 19 delle SFBC.

Nel Phylum degli **ECHINODERMA** sono state ritrovati 7 taxon *Amphiura chiajei*, *Amphiura filiformis*, *Trachythyone tergestina*, *Trachythyone elongata*, *Ophiura albida*, *Ophiura grubei*, *Schizaster canaliferus*.

Nel Phylum dei **MOLLUSCHI** sono stati ritrovati i seguenti taxon: *Abra alba*, *Abra nitida*, *Acanthocardia paucicostata*, *Acteon tornatilis*, *Anadara kagoshimensis*, *Anadara transversa*, *Antalis inaequicostata*, *Cochlodesma pratenu*, *Chamelea gallina*, *Corbula gibba*, *Cyclope neritea*, *Cylichna cylindracea*, *Donax semistriatus*, *Dosinia lupinus*, *Ensis ensis*, *Euspira macilenta*, *Lentidium mediterraneum*, *Lucinella divaricata*, *Kurtiella bidentata*, *Musculista senhousia*, *Nassarius mutabilis*, *Nassarius nitidus*, *Nassarius pygmaeus*, *Nucula nitidosa*, *Pharus legumen*, *Phaxas adriaticus*, *Philine aperta*, *Pitar rudis*, *Politapes rhomboides*, *Ruditapes decussatus*, *Ruditapes philippinarus*, *Spisula subtruncata*, *Tellina fabula*, *Tellina incarnata*, *Tellina nitida*, *Tellina tenuis*, *Thracia papyracea*.

In entrambe le comunità la presenza dei filtratori (Bivalvi) risulta maggiore sia in termini di numero di specie che di individui rispetto a quella dei Gasteropodi. Il Mollusco più abbondante è stato il bivalve *Tellina tenuis* che nella st. 14 ha raggiunto i 1720 ind /m². Il Phylum **PHORONIDA** è presente solo con il taxon *Phoronis psammophyla* nelle st. 14 e 19. Il Phylum dei **SIPUNCULA** è stato ritrovato con il taxon *Aspidosiphon muelleri muelleri* nella st. 309 e 314 delle VTC e nella st. 14 delle SFBC.

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 macrobentos 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 ed altri autori nel 2000 per stimare la qualità di ambienti marini estuariali 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
-	-	estremo	sedimenti azoici

In Tabella 12 vengono indicati gli intervalli di AMBI corrispondenti a differenti livelli di disturbo. L'indice è stato applicato ai dati in esame grazie all'utilizzo del software AMBI 4 disponibile in rete (www.azti.es).

Nel calcolo dell'AMBI, il presupposto di base è che una comunità macrobentonica in risposta ad un evento di disturbo passa attraverso quattro stati: da uno iniziale, non inquinato, in cui l'abbondanza, la ricchezza e la diversità sono elevate, ad uno sempre più perturbato, 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:

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

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 2018 con i relativi valori di ricchezza specifica (S) e diversità (H).

Ad oggi sono state pubblicate nel D.M. 260/10 le condizioni di riferimento relative all'indice M-AMBI solo per i corpi idrici marini appartenenti al macrotipo 3 (bassa stabilità).

I risultati dell'indice AMBI sono rappresentati in Figura 114 per la biocenosi delle SFBC ed in Figura 115 per la biocenosi delle VTC.

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

Staz	Stagione	H	S	Ambi
4	PRI	2.74	35	2.09
9	PRI	3.16	53	2.13
14	PRI	3.8	40	1.19
19	PRI	1.61	32	2.52
4	AUT	2.35	40	3.43
9	AUT	2.85	15	1.78
14	AUT	3.27	62	0.69
19	AUT	3.65	43	1.68
304	PRI	3.4	46	2.53
309	PRI	3.82	54	2.2
314	PRI	3.13	41	1.42
319	PRI	2.31	35	2.44
304	AUT	4.24	57	2.35
309	AUT	3.06	28	3.14
314	AUT	2.71	49	2.78
319	AUT	4.25	50	2.26

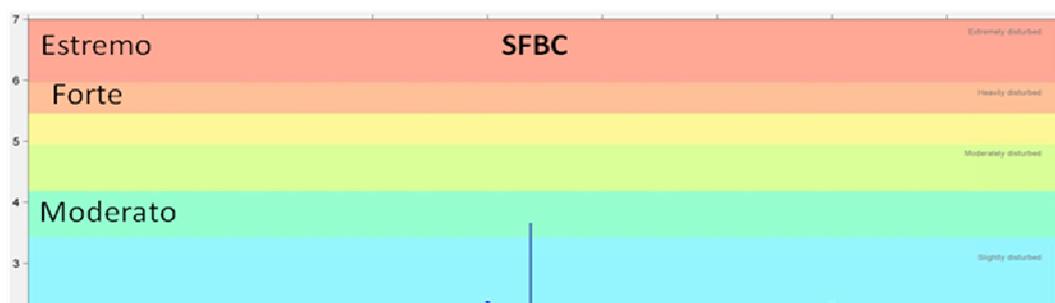


Figura 114 - Valori stagionali dell'indice AMBI per le stazioni 4, 9, 14, 19 delle biocenosi SFBC (P= Primavera, A= Autunno)

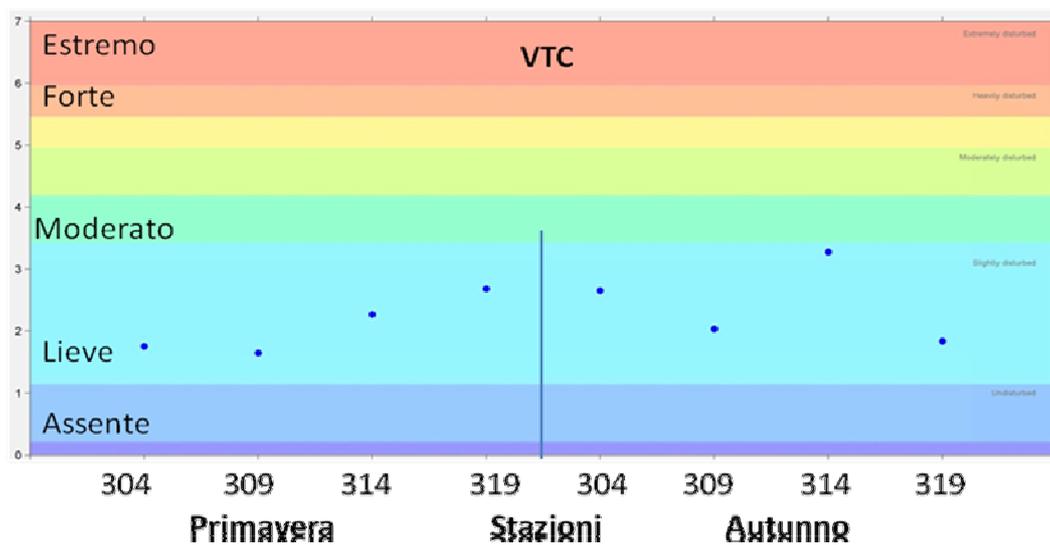


Figura 115 - Valori dell'indice AMBI per le stazioni 304, 309, 314, 319 delle biocenosi VTC in Primavera ed in Autunno

Analisi multivariata

Per le biocenosi delle SFBC, l'analisi multivariata (*Multi Dimensional Scaling* MDS) (Figura 116) non evidenzia una netta separazione tra le due stagioni piuttosto una vicinanza tra le stesse stazioni campionate nei due periodi. Per le biocenosi delle VTC, nell'analisi multivariata (Figura 117) le stazioni mostrano una separazione per stagione abbastanza evidente.

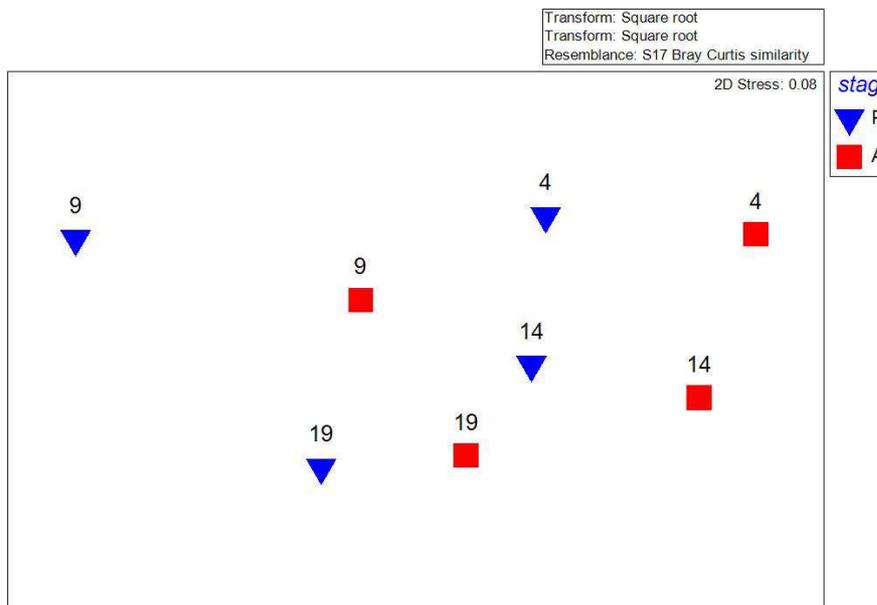


Figura 116 - MDS Biocenosi delle SFBC

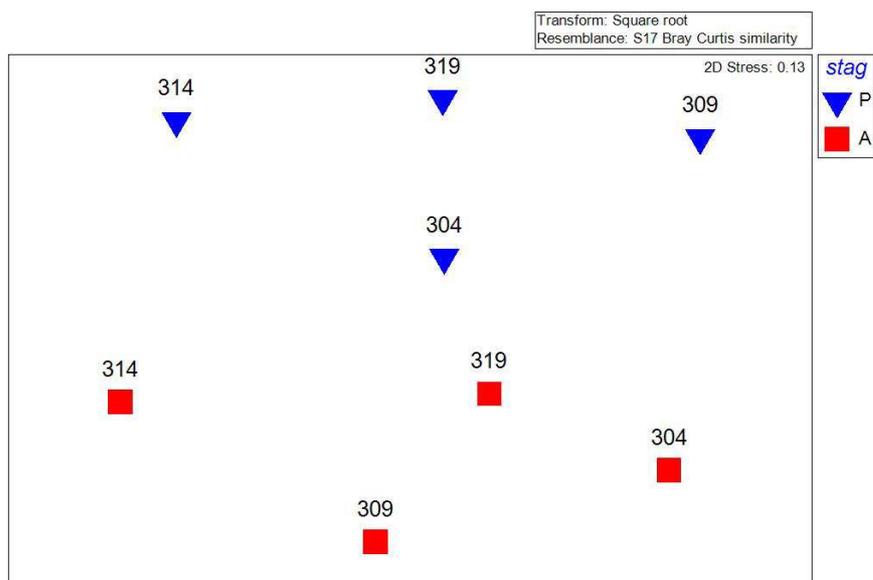


Figura 117 - MDS Biocenosi delle VTC

Per l'Elemento di Qualità Biologica (EQB) macroinvertebrati bentonici si applica l'Indice M-AMBI. I limiti di classe dell'M-AMBI, espressi in termini di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), sono: tra lo stato Elevato/Buono 0.81; tra lo stato Buono/Sufficiente 0.61.

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).

La conseguente valutazione dei valori M-AMBI come da tab. 4.3.1/b del DM 260/10 come descritta di seguito:

- lo stato di qualità di ogni stazione, valori stagionali di M-AMBI (Tabella 14);
- lo stato di qualità per stazione dato dalla media dei 2 campionamenti (Tabella 15);
- lo stato di qualità del corpo idrico, relativo all'anno 2018, è attribuito dalla media dei valori di M-AMBI di ogni stazione appartenente al corpo idrico (Tabella 16);

Quindi la valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici CD1 e CD2 per l'EQB macroinvertebrati bentonici relativa all'anno 2018, presenta un giudizio Buono per entrambi i corpi idrici.

Tabella 14 - Valori stagionali di M-AMBI e stato di qualità nel 2018

Corpo Idrico	Biocenosi	Stazione	Stagione	2018	
				M-AMBI	Stato
CD1	SFBC	4	PRI	0.61	Buono
CD1		4	AUT	0.65	Buono
CD2		9	PRI	0.58	Buono
CD2		9	AUT	0.71	Buono
CD2		14	PRI	0.9	Elevato
CD2		14	AUT	0.76	Buono
CD2		19	PRI	0.74	Buono
CD2		19	AUT	0.85	Elevato
CD1	VTC	304	PRI	0.74	Buono
CD1		304	AUT	0.65	Buono
CD2		309	PRI	0.78	Buono
CD2		309	AUT	0.81	Elevato
CD2		314	PRI	0.79	Buono
CD2		314	AUT	0.81	Elevato
CD2		319	PRI	0.68	Buono
CD2		319	AUT	0.98	Elevato

Tabella 15 - Valori medi di M-AMBI e stato di qualità per stazione nel 2018

Corpo Idrico	Biocenosi	Stazione	2018	
			M-AMBI	Stato
CD1	SFBC	4	0.63	Buono
CD2		9	0.64	Buono
CD2		14	0.83	Elevato
CD2		19	0.79	Buono
CD1	VTC	304	0.69	Buono
CD2		309	0.79	Buono
CD2		314	0.80	Buono
CD2		319	0.83	Elevato

Tabella 16 - Valori medi di M-AMBI e stato di qualità per corpo idrico nel 2018

Corpo Idrico	Biocenosi	Stazione	Località	2018	
				M-AMBI	Stato
CD1 Goro-Ravenna	SFBC	4	Porto Garibaldi	0.66	Buono
	VTC	304			
CD2 Ravenna-Cattolica	SFBC	9	Lido Adriano	0.78	Buono
	VTC	309			
	SFBC	14	Cesenatico		
	VTC	314			
	SFBC	19	Cattolica		
	VTC	319			

3.2.2 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 ai fini interpretativi dei risultati di altri elementi di qualità.

3.2.2.a Elementi di qualità chimico-fisica

Le stazioni della rete di monitoraggio per gli elementi chimico-fisici sono 15 dislocate su 8 transetti perpendicolari alla costa (Figura 102). Su ogni transetto sono collocate 2 stazioni rispettivamente a 0.5 e 3 km dalla costa. Un caso particolare è rappresentato dalla stazione 13, dove gli elementi chimico-fisici vengono monitorati a 0.5 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).

Eventuali scostamenti dalla frequenza programmata, che hanno causato la mancata esecuzione di una campagna di campionamenti, sono generalmente dovuti a condizioni meteo-climatiche sfavorevoli o ad attività di manutenzione straordinaria della motonave DaphneII. Tali scostamenti sono indicati nei grafici che seguono tramite interruzioni delle linee che descrivono l’evoluzione temporale dei parametri chimico-fisici nel corso dell’anno.

Gli elementi di qualità chimico-fisici a sostegno degli EQB come richiesto 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. Gli altri elementi, 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 la 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 di 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 2 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 sono riportate le medie annuali del TRIX nelle stazioni ubicate a 0.5 e 3 km dalla costa. Si osserva che il TRIX tende a diminuire spostandosi dalle stazioni più a nord (transetto 2 di L. di Volano) verso le stazioni più a sud (transetto 19 di Cattolica).

Nel 2018 lo stato di qualità per il TRIX è risultato "Sufficiente" sia per il CD1 che per il CD2, con valori medi annui rispettivamente pari a 5.8 e 5.1.

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

Corpo idrico	Stazione	2018	
CD1 Goro-Ravenna	2	5.90	5.8 Sufficiente
	302	5.82	
	4	5.97	
	304	5.80	
	6	5.82	
	306	5.46	
CD2 Ravenna-Cattolica	9	5.36	5.1 Sufficiente
	309	5.35	
	13	5.28	
	14	5.47	
	314	5.00	
	17	5.11	
	317	4.71	
	19	4.84	
	319	4.61	

3.2.2.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 118) ed a 4 stazioni a circa 1-2 km di distanza dalla costa corrispondenti alle biocenosi delle SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate)

Figura 119). 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 nelle stazioni 302 (Lido di Volano), 306 (Casalborsetti) e 309 (Lido Adriano) prevale la componente limosa; invece, nelle stazioni, 308 (Marina di Ravenna), 314 (Cesenatico) e 317 (Rimini) tende a prevalere la componente sabbiosa con riduzione in percentuale delle altre due componenti.

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.

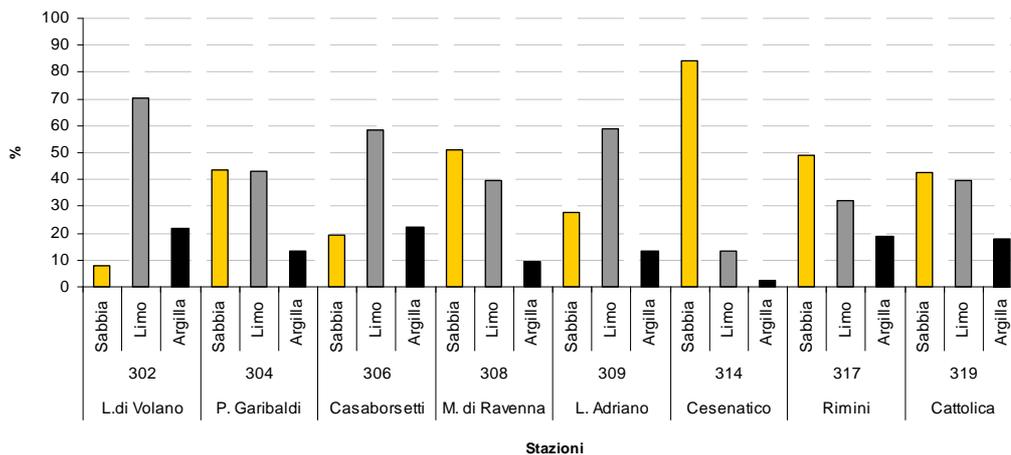


Figura 118 - Distribuzione delle principali frazioni granulometriche (% media/anno) rilevate nelle stazioni a 3 km dalla costa

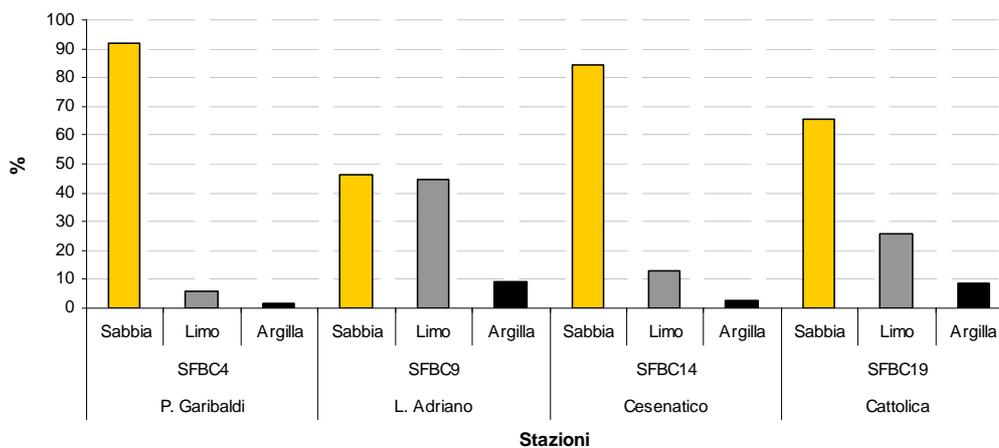


Figura 119 - Distribuzione delle principali frazioni granulometriche (% media/anno) rilevate nelle stazioni SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) a 1-2 km dalla costa

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 120 e Figura 121). La frequenza di campionamento è semestrale (Tabella 4).

Le percentuali medie/anno di carbonio organico totale nei sedimenti superficiali variano lungo la costa tra 0.18 e 0.95%.

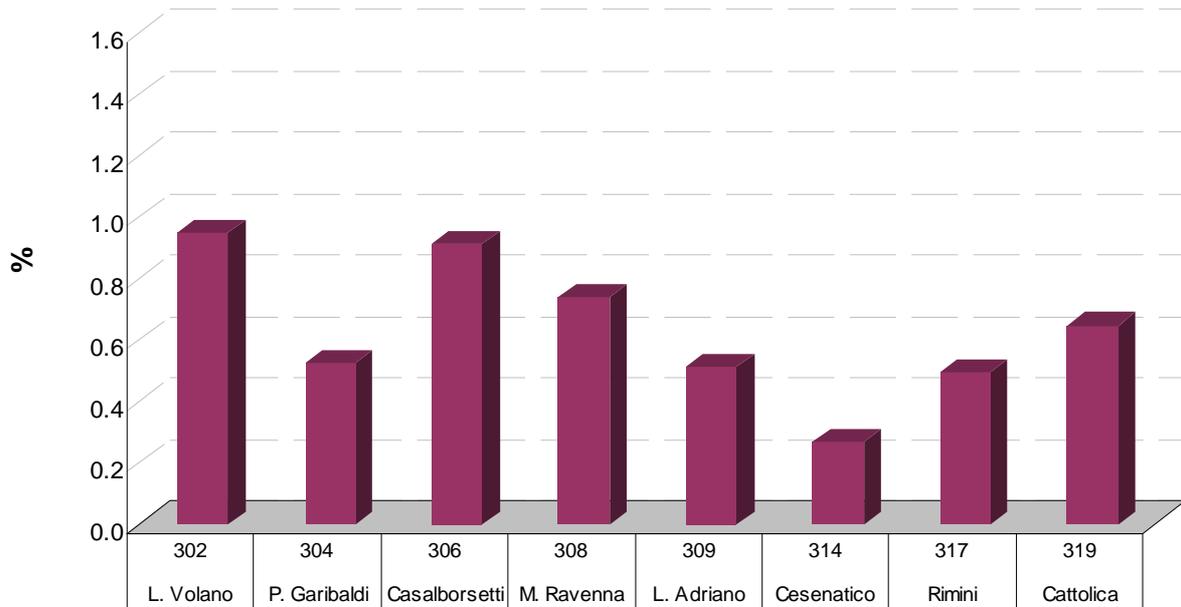


Figura 120 - Distribuzione del contenuto di Carbonio Organico Totale (% media/anno) nelle stazioni a 3 km dalla costa



Figura 121 - Distribuzione del contenuto di carbonio organico totale (% media/anno) nelle stazioni SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) a 1-2 km dalla costa

3.2.3 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 DLgs 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).

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 e riportati nell'Allegato II non sono riportati nell'elenco di tab. 1/B del DLgs 172/15 ma sono considerati come "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 <0.01µg/l. Tutti i valori medi/anno sono inferiori ai relativi SQA-MA e spesso anche al limite di quantificazione.

Per l'anno 2018, lo stato di qualità dei corpi idrici per gli inquinanti specifici a sostegno degli EQB ricercati nell'acqua (tab. 1/B DLgs 172/15) è "Buono" per il corpo idrico CD1 e per il corpo idrico CD2.

3.2.4 Inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità

La classificazione dello stato chimico dei corpi idrici è effettuata al termine del terzo ciclo di monitoraggio operativo e valuta i risultati dell'attività di monitoraggio di 3 anni (2017-2019). Per il raggiungimento o mantenimento del buono stato chimico si applicano, per le sostanze dell'elenco di priorità selezionate, gli standard di qualità ambientali per le diverse matrici riportate rispettivamente in:

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

Per la definizione dello stato chimico, il DLgs 172/15 introduce inoltre l'analisi della tendenza a lungo termine delle concentrazioni di alcune delle sostanze dell'elenco di priorità (tab. 1/A DLgs 172/15), che tendono ad accumularsi nei sedimenti e/o nel biota.

In Allegato III e Allegato IV si riportano i valori medi/anno per stazione e per corpo idrico degli inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità ricercati nella colonna d'acqua e nel sedimento ai sensi rispettivamente della tab. 1/A e tab. 2/A del DLgs 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 DLgs 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 quanto riguarda i composti PCB e Diossine, 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 e moltiplicato per il relativo fattore di tossicità equivalente se quantificabile.

Le analisi degli inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità sulla matrice biota sono attualmente ancora in corso di sperimentazione all'interno delle attività del Gruppo di Lavoro impostate al fine di risolvere le criticità evidenziate nell'applicazione delle "Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie nel biota (secondo DLgs 172/2015)" di ISPRA.

3.2.4.a Sostanze ricercate nell'acqua

Nel 2018 la ricerca degli inquinanti specifici nella colonna d'acqua, parametri n° 1-33 di cui alla tab. 1/A del D.Lgs. 172/15, ha seguito una frequenza mensile. 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 e sono risultati conformi rispetto ai relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA). Lo stato di qualità dei due corpi idrici CD1 (Goro-Ravenna) e CD2 (Ravenna-

Cattolica) per gli inquinanti specifici prioritari ricercati nell'acqua di cui alla tab. 1/A del D.Lgs. 172/15 è quindi risultato “Buono”.

3.2.4.b Sostanze ricercate nel sedimento

Gli inquinanti specifici 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 i sedimenti la normativa ammette, ai fini della classificazione del buono stato chimico, uno scostamento pari al 20% del valore del relativo SQA-MA.

Per quanto riguarda i pesticidi, nel 2018, non sono stati riscontrati valori medi/anno non conformi a livello di corpo idrico. Per i pesticidi si riscontrano, infatti, generalmente valori di concentrazione bassi, spesso inferiori al limite di quantificazione, anche se abbiamo un valore superiore all'SQA-MA+20% relativo al DDT nella stazione 302 di Lido di Volano (*Allegato IV*).

I valori medi/anno per i metalli, organometalli, policiclici aromatici e pesticidi di cui alla tab. 2/A del DLgs 172/15 per corpo idrico (CD1 e CD2), nel 2018, sono conformi a livello di corpo idrico.

Si conclude che, per gli inquinanti ricercati nel sedimento (tab. 2/A del D.Lgs. 172/15), lo stato chimico per entrambi i corpi idrici CD1 e CD2 è “Buono”.

Nelle figure che seguono si riportano le medie annuali delle concentrazioni di alcuni inquinanti ricercati nel sedimento quali IPA (Figura 122), i pesticidi Σ DDT, Σ DDD, Σ DDE (Figura 123), TBT e piombo (Figura 124), arsenico, cromo totale e cromo VI (Figura 125), diossine, furani e PCB (Figura 126).

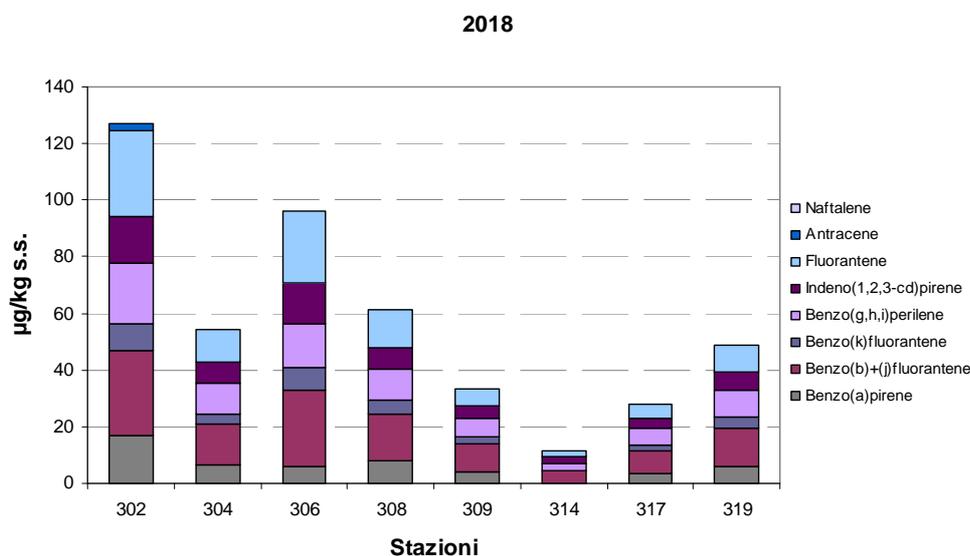


Figura 122 - Medie annuali di idrocarburi policiclici aromatici determinati nel sedimento

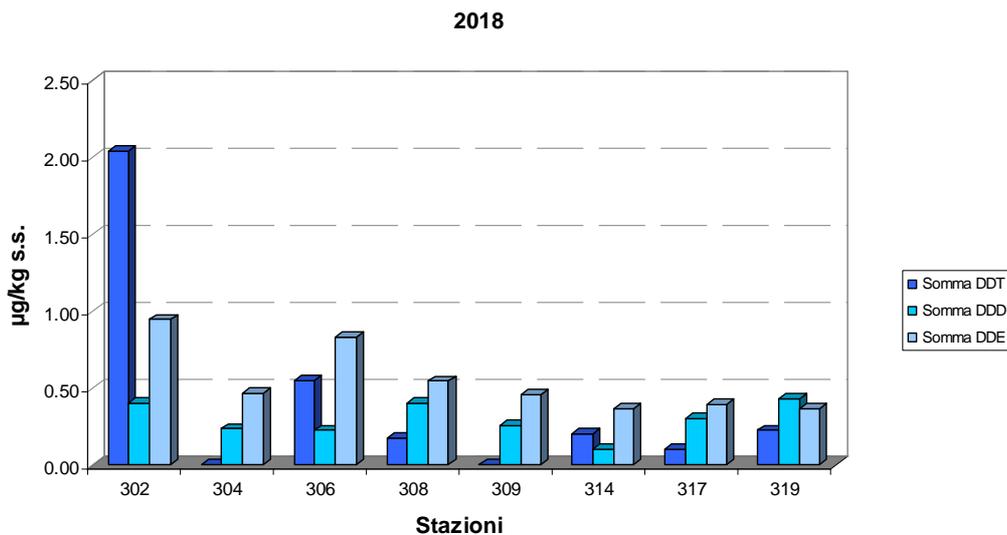


Figura 123 - Medie annuali di pesticidi (somma DDT, somma DDD, somma DDE) determinati nel sedimento

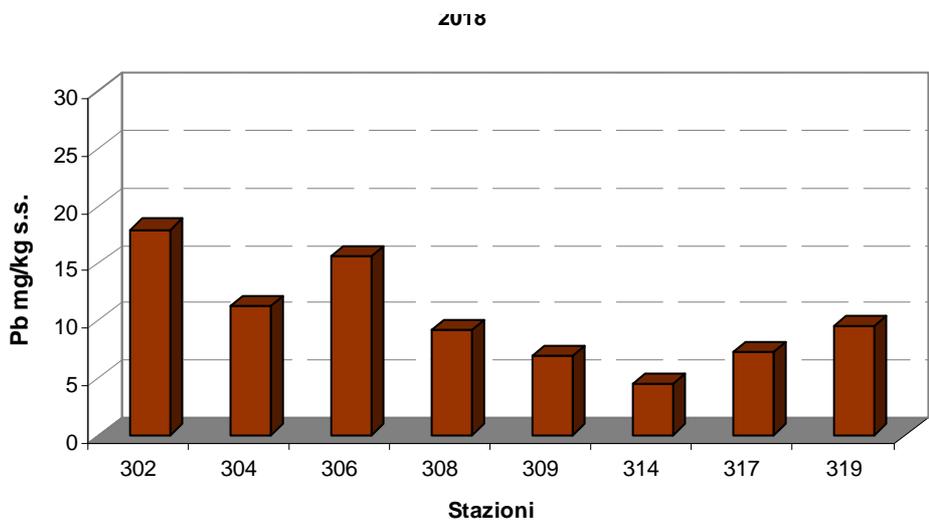
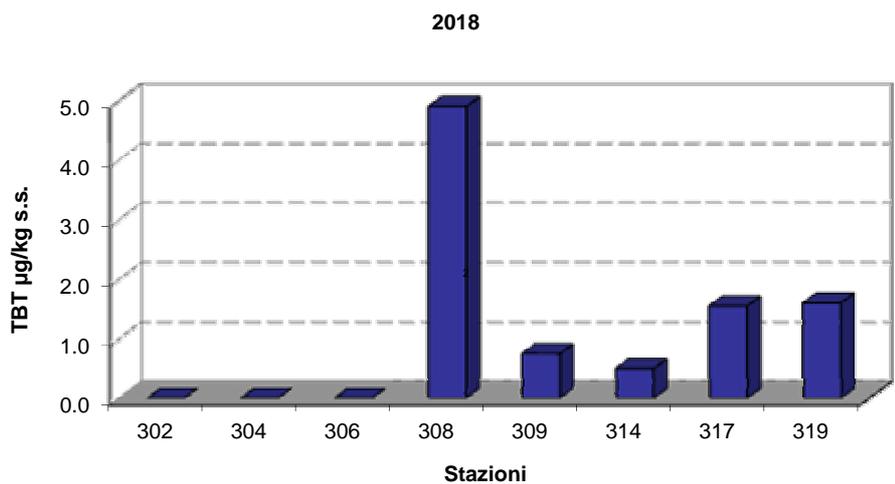


Figura 124 - Medie annuali di tributilstagno e piombo determinati nel sedimento

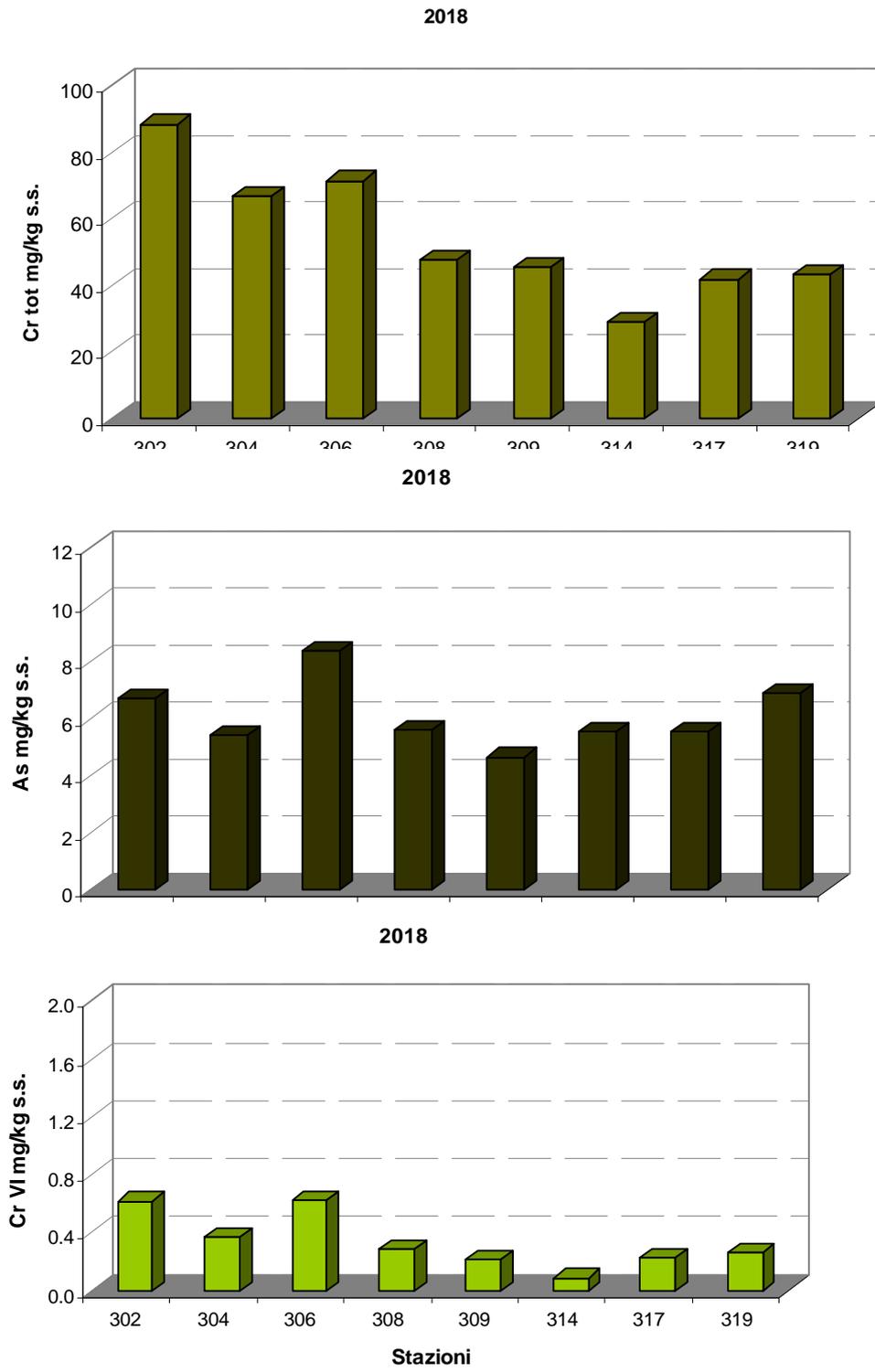


Figura 125 - Medie annuali di arsenico, cromo totale e cromo VI determinati nel sedimento

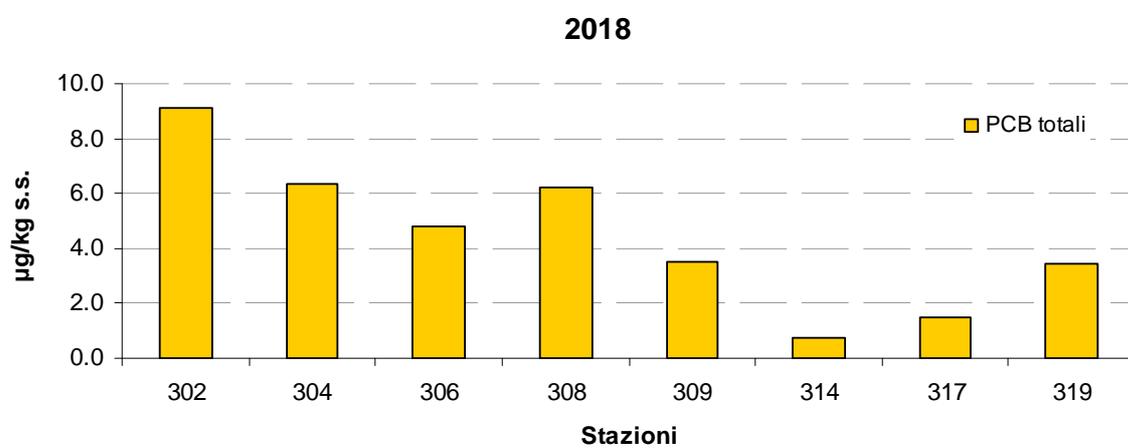
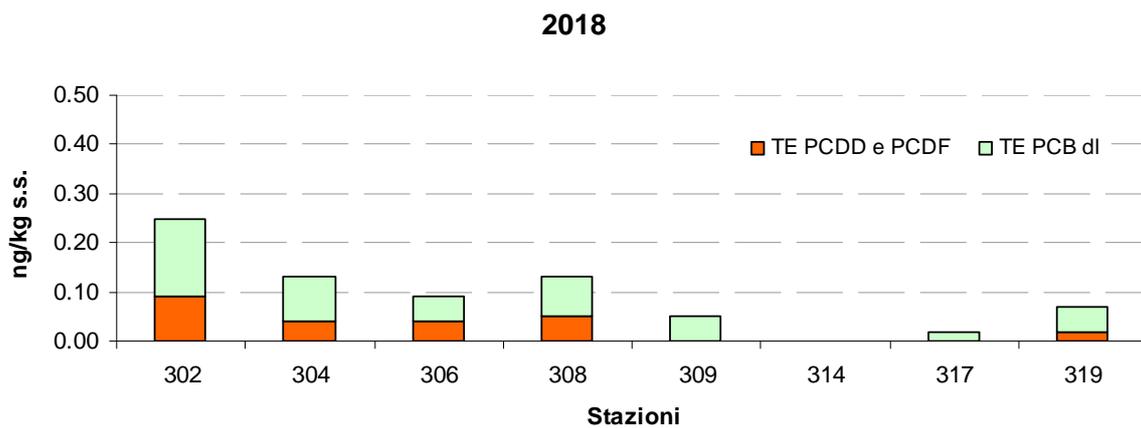


Figura 126 - Medie annuali di diossine, furani e PCB determinati nel sedimento

3.2.5 Test ecotossicologici

Nel 2018, ad integrazione delle indagini chimiche, in 8 stazioni a 3 km di distanza dalla costa sono stati effettuati anche test ecotossicologici con frequenza annuale (Tabella 4).

È stata eseguita l'indagine con *Vibrio fischeri* su sedimento privo di acqua interstiziale e su elutriato. Le caratteristiche del saggio sono riportate in Tabella 19. I risultati del saggio sono riportati in Tabella 20.

La valutazione dei risultati dei saggi ecotossicologici, effettuata in conformità ai protocolli metodologici standardizzati riportati nel “Manuale per la movimentazione di sedimenti marini” ICRAM-APAT anno 2007, mostra che nel 2018 la tossicità dei sedimenti è assente per il saggio con *Vibrio fischeri* sia in fase liquida (elutriato) che in fase solida (sedimento privo di acqua interstiziale).

Tabella 19 - Caratteristiche dei saggi ecotossicologici effettuati sui sedimenti

SPECIE	MATRICE	STADIO VITALE	ESPOSIZ.	END-POINT	ESPRESSIONE DATO
Gruppo: Batteri					
<i>Vibrio fischeri</i>	elutriato	cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	EC20 e EC50
	sedimento privo di acqua interstiziale	cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	S.T.I. (Sediment Toxicity Index)

La valutazione dei risultati dei saggi ecotossicologici, effettuata in conformità ai protocolli metodologici standardizzati riportati nel “Manuale per la movimentazione di sedimenti marini” ICRAM-APAT anno 2007, mostra che nel 2018 la tossicità dei sedimenti è assente per il saggio con *Vibrio fischeri* sia in fase liquida (elutriato) che in fase solida (sedimento privo di acqua interstiziale).

Tabella 20 - Risultati del saggio ecotossicologico con *Vibrio fischeri* (2018)

Stazione	Fase liquida			Fase solida	
	EC20 %	EC50 %	Val.FL	STI	Val.FS
302-L.Volano	>90	>90	A	0.42	A
304-P.Garibaldi	>90	>90	A	0.47	A
306-Casalborsetti	>90	>90	A	0.12	A
308-M.Ravenna	>90	>90	A	0.49	A
309-L.Adriano	>90	>90	A	0.20	A
314-Cesenatico	>90	>90	A	0.11	A
317-Rimini	>90	>90	A	0.33	A
319-Cattolica	>90	>90	A	0.33	A

3.2.6 Direzione e altezza onde

La stazione di rilevamento è stata installata da ARPA, ora ARPAE, il 23 maggio 2007 ed è equipaggiata con una boa ondometrica Datawell Directional wave rider MkIII 70 posizionata alle seguenti coordinate: 44.2156°N 12.4766°E - WGS84 (Figura 127). La boa è collocata a circa 8 km al largo di Cesenatico su un fondale di 10 m di profondità in una zona interdetta alla navigazione, all'attracco ed alla pesca. Il sistema ricevente a terra è situato presso la Struttura Oceanografica Daphne a Cesenatico. I dati vengono acquisiti ogni 30' ed archiviati nel data base meteo-marino del Servizio IdroMeteoClima. Il sistema è stato acquisito, su incarico della Regione Emilia-Romagna, nell'ambito del progetto Beachmed-E, sottoprogetto Nausicaa e mantenuto anche grazie al finanziamento derivante dal progetto europeo MICORE (FP7-ENV-2007-1 Cooperation, Grant agreement n. 202798).

I dati rilevati sono elaborati e visibili al sito <http://www.arpae.it/sim/?mare/boa>.



Figura 127 - Boa Nausicaa posizionata in mare

I dati relativi all'altezza dell'onda, rilevati nel 2018, sono riportati nella Figura 128.

Durante i primi mesi dell'anno i valori maggiori di altezza dell'onda si sono verificati a febbraio ed a marzo: a febbraio il picco di onda si è verificato il giorno 24 alle ore 3:00 UTC con un valore di altezza dell'onda di 3 m ed un valore di direzione di provenienza di 75 ° (Est-Nord Est), mentre a marzo il picco di onda si è verificato il giorno 21 alle ore 5:00 UTC con un valore di altezza dell'onda di 3.1 m ed un valore di direzione di provenienza di 65 ° (Est-Nord Est).

Durante il periodo autunnale i valori maggiori di altezza dell'onda si sono verificati quattro volte; essi sono i seguenti in ordine decrescente di altezza dell'onda: il 24 Settembre 2018 alle ore 14:00 UTC con 2.75 m di altezza dell'onda ed una direzione di provenienza di 287 ° (Ovest), il 21 Ottobre 2018 alle ore 15:30 UTC con 2.76 m di altezza dell'onda ed una direzione di provenienza di 340 ° (Nord – Nord Ovest), il 20 Novembre 2018 alle ore 4:00 UTC con 2.66 m di altezza dell'onda ed una direzione di provenienza di 42 ° (Nord-Est) ed infine il 26 Ottobre 2018 alle ore 18:30 UTC con 2.63 m di altezza dell'onda ed una direzione di provenienza di 31 ° (Nord – Nord Est).

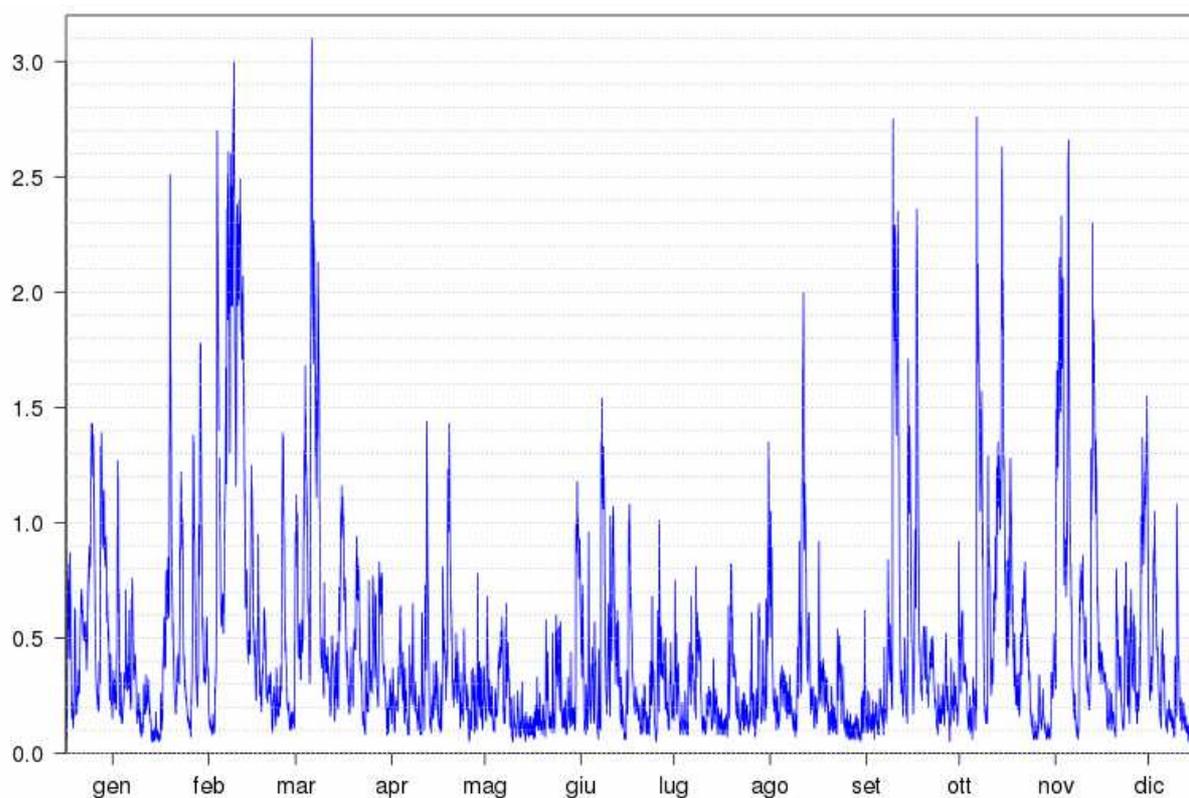


Figura 128 - Altezza delle onde (metri) per l'anno 2018

In Figura 129, sono riportate le distribuzioni direzionali dell'altezza dell'onda per il 2018 in due periodi dell'anno: autunno-inverno e primavera-estate. Il periodo autunno-inverno comprende i mesi di settembre, ottobre, novembre, dicembre, gennaio e febbraio, mentre il periodo primavera-estate i restanti mesi di marzo, aprile, maggio, giugno, luglio e agosto.

Da tali grafici si osserva che la direzione prevalente dell'onda durante il periodo autunno-inverno è la direzione Nord-Est per circa il 18.23% dei casi, mentre i valori massimi di velocità si riscontrano maggiormente in direzione Est Nord-Est; invece durante il periodo estivo la altezza dell'onda risulta avere valori inferiori rispetto a quelli registrati nel periodo invernale, anche se nel contempo si osserva che la direzione prevalente dell'onda è la direzione Est.

Sia per il periodo autunno-inverno che per il periodo primavera-estate del 2018 nella maggior parte dei casi si hanno valori di altezza dell'onda minori di 1 m; in particolare nel periodo primavera-estate l'altezza dell'onda è stata minore di 1 m in circa il 95% dei casi, mentre in circa l'85% dei casi in autunno-inverno. Il numero dei casi in cui l'altezza dell'onda è stata tra 1 m e 3 m è stato invece di circa il 5% ed il 15% rispettivamente per il periodo primavera-estate ed autunno-inverno; infine, sebbene in entrambi i periodi si siano verificati valori di altezza dell'onda superiori a 3 m, questi eventi si sono verificati in meno dell'1% dei casi.

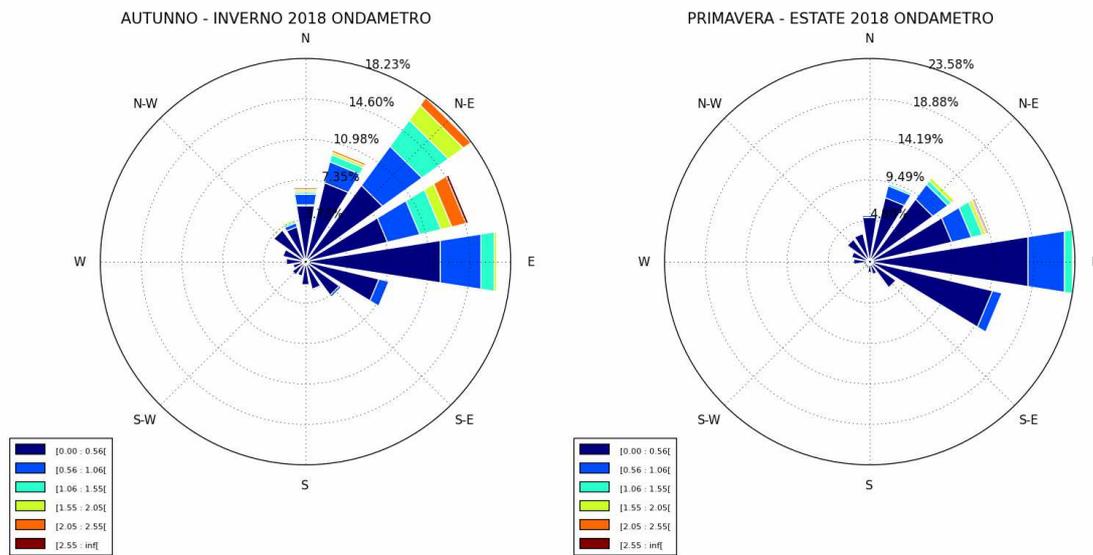


Figura 129 - Distribuzioni direzionali dell'altezza dell'onda per l'anno 2018

3.2.7 Direzione e velocità delle correnti marine

Lo strumento RCM SW dell'Aanderaa (Figura 130) permette di misurare velocità e direzione della corrente ad una profondità nota della colonna d'acqua; lo strumento in questo caso è posizionato al largo di Cesenatico ad una profondità di 4 metri dalla superficie del mare (batimetria 10 m) a circa 3 km dalla costa, vicino ad una zona destinata all'allevamento di mitili ed interdetta alla pesca, alle seguenti coordinate: 44°12.743N 12°28.309E. I dati vengono registrati in una scheda di memoria contenuta all'interno dello strumento.



Figura 130 - Correntometro RCM SW (Aanderaa)

La Figura 131 mostra i valori dell'intensità di corrente misurati nel corso dell'anno 2018; in questo anno in certi periodi lo strumento ha avuto delle avarie, per cui è stato impossibilitato ad acquisire dati. I valori più elevati di intensità di corrente si sono rilevati principalmente a fine agosto ed a metà dicembre: il valore massimo di 0.44 m/s avente direzione di 136° (Sud-Ovest) è stato rilevato il 26 agosto alle ore 15:39 UTC, mentre l'altro pari a 0.42 m/s con direzione di 142° (Sud-Ovest) è stato rilevato il 15 dicembre alle ore 12:15 UTC.

VELOCITA' DELLA CORRENTE (m/s) ANNO 2018

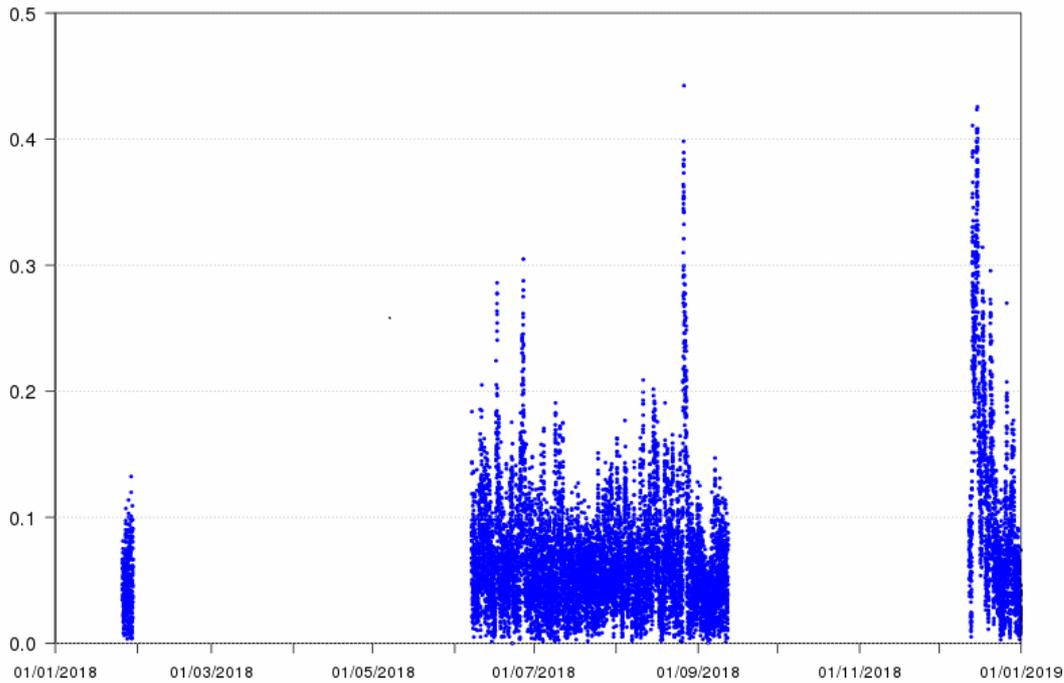


Figura 131 - Velocità della corrente per l'anno 2018

Dai grafici di Figura 132 si osserva che la direzionale prevalente della corrente sono la direzione Sud-Est per il periodo autunno-inverno, che risulta essere anche la direzione lungo cui si hanno valori più intensi della intensità di corrente. Mentre in primavera-estate le direzioni prevalenti sono Nord-Ovest e Sud-Est anche se la direzione in cui si hanno i valori massimi di corrente è sempre la Sud-Est.

In particolare nel periodo autunno-inverno prevale la direzione Sud-Est in circa il 30% delle registrazioni, mentre nel periodo primavera-estate tale direzione prevalente si presenta in circa il 17% dei casi. La velocità della corrente è tendenzialmente minore o uguale a 0.1 m/s, colore blu intenso, ed inoltre nel 2018 non sono mai stati registrati valori superiori a 0.5 m/s.

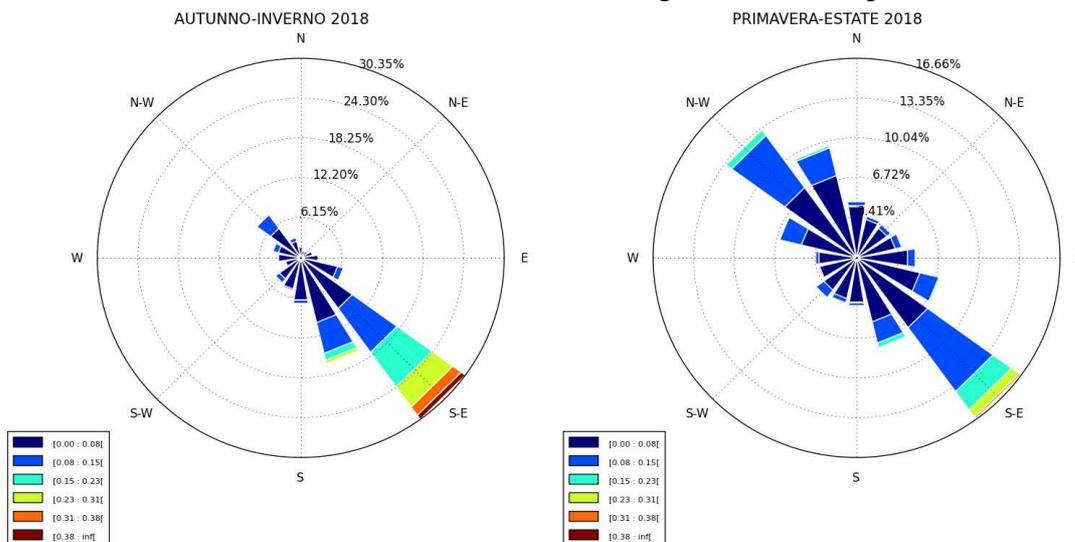


Figura 132 - Distribuzioni direzionali della corrente (m/s) nel 2018

3.3 VALUTAZIONE STATO ECOLOGICO

Lo stato ecologico dei corpi idrici è attribuito al termine di un ciclo di monitoraggio di 3 anni (triennio 2017-2019). Di seguito si riporta una prima valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici sulla base delle attività di monitoraggio effettuate durante il 2018.

Gli elementi di qualità che concorrono alla definizione dello stato ecologico sono:

- Elementi di Qualità Biologica (EQB) (Fitoplancton e Macroinvertebrati bentonici);
- Elementi chimico-fisici a sostegno degli EQB (TRIX);
- Elementi chimici a sostegno degli EQB (tab.1/B D.Lgs. 172/15).

L'elemento con classe di giudizio più basso attribuisce lo stato ecologico al corpo idrico.

Di seguito una breve descrizione di come, al termine di un ciclo di monitoraggio di 3 anni, si giunge alla classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici.

Elementi di Qualità Biologica (EQB)

Fitoplancton

I dati di clorofilla vengono elaborati adottando la trasformazione Log-normale indicata per approssimare alla distribuzione normale le distribuzioni dei dati grezzi dopo uno *screening* preliminare raccomandato dall'OECD.

- per ogni stazione di campionamento si calcola la media geometrica/anno della concentrazione di clorofilla "a";
- per corpo idrico si calcola la media delle medie geometriche/anno della clorofilla "a" di tutte le stazioni appartenenti al corpo idrico;
- per corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3 anni) si considera la media dei 3 valori annuali di clorofilla "a".

Macroinvertebrati bentonici

- per ogni stazione di campionamento si calcola la media dei 2 valori stagionali di M-AMBI;
- per corpo idrico si calcola la media dei valori medi di M-AMBI relativi alle stazioni appartenenti al corpo idrico;
- per corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3 anni) si considera la media dei 3 valori annuali dell'M-AMBI.

Elementi di qualità chimico-fisici a sostegno degli EQB

- per ogni stazione di campionamento si calcola la media/anno del TRIX;
- per corpo idrico si calcola la media del TRIX di tutte le stazioni;
- per corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3 anni) si considera la media dei 3 valori annuali dei TRIX.

Inquinanti specifici a sostegno degli EQB

- per ogni stazione di campionamento, affinché possa essere conseguito lo stato buono, è necessario che tutti i valori medi/anno degli inquinanti non prioritari soddisfino gli SQA definiti in tab.1/B del DLgs 172/15;
- per corpo idrico lo stato è dato dal peggiore tra quelli attribuiti alle singole stazioni;

- per corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3 anni) si utilizza lo stato peggiore di ogni corpo idrico nel triennio considerato.

Per l'anno 2018 la Tabella 21 riporta il riepilogo degli elementi qualitativi per la valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici CD1 e CD2 del litorale emiliano romagnolo; la Figura 133 riporta lo stato ecologico delle acque marino costiere.

I corpi idrici delle acque marino costiere CD1 (Goro-Ravenna) e CD2 (Ravenna-Cattolica) hanno conseguito per l'anno 2018 una valutazione dello stato ecologico pari a "Sufficiente" (Tabella 21 e Figura 133).

Si conferma così quanto è emerso nella classificazione del triennio precedente 2014-2016 e nella valutazione del 2017.

Tabella 21 - Riepilogo degli elementi qualitativi per la valutazione dello stato ecologico nelle acque marino costiere

2018				Elementi di Qualità Biologica		Elementi chimico-fisici	Inquinanti specifici	VALUTAZIONE STATO ECOLOGICO
Distretto idrografico L. 221/15	Corpo idrico	Codice Stazione	Località	Fitoplancton clorofilla "a" Dec. 2018/229/UE	Macroinv. bentonici (M-AMBI)	TRIX DM 260/10	Matrice acqua Tab.1/B DLgs 172/15	
Fiume Po	CD1 Goro-Ravenna	2	Lido di Volano	Sufficiente	Buono	Sufficiente	Buono	CD1 Sufficiente
		302						
		4	Porto Garibaldi					
		SFBC4						
		304						
		6	Casalborsetti					
	306							
	CD2 Ravenna-Cattolica	9	Lido Adriano	Buono	Buono	Sufficiente	Buono	CD2 Sufficiente
		SFBC9						
		309						
		13	Zadina					
		14	Cesenatico					
		SFBC14						
		314						
		17	Rimini					
		317						
		19	Cattolica					
SFBC19								
319								

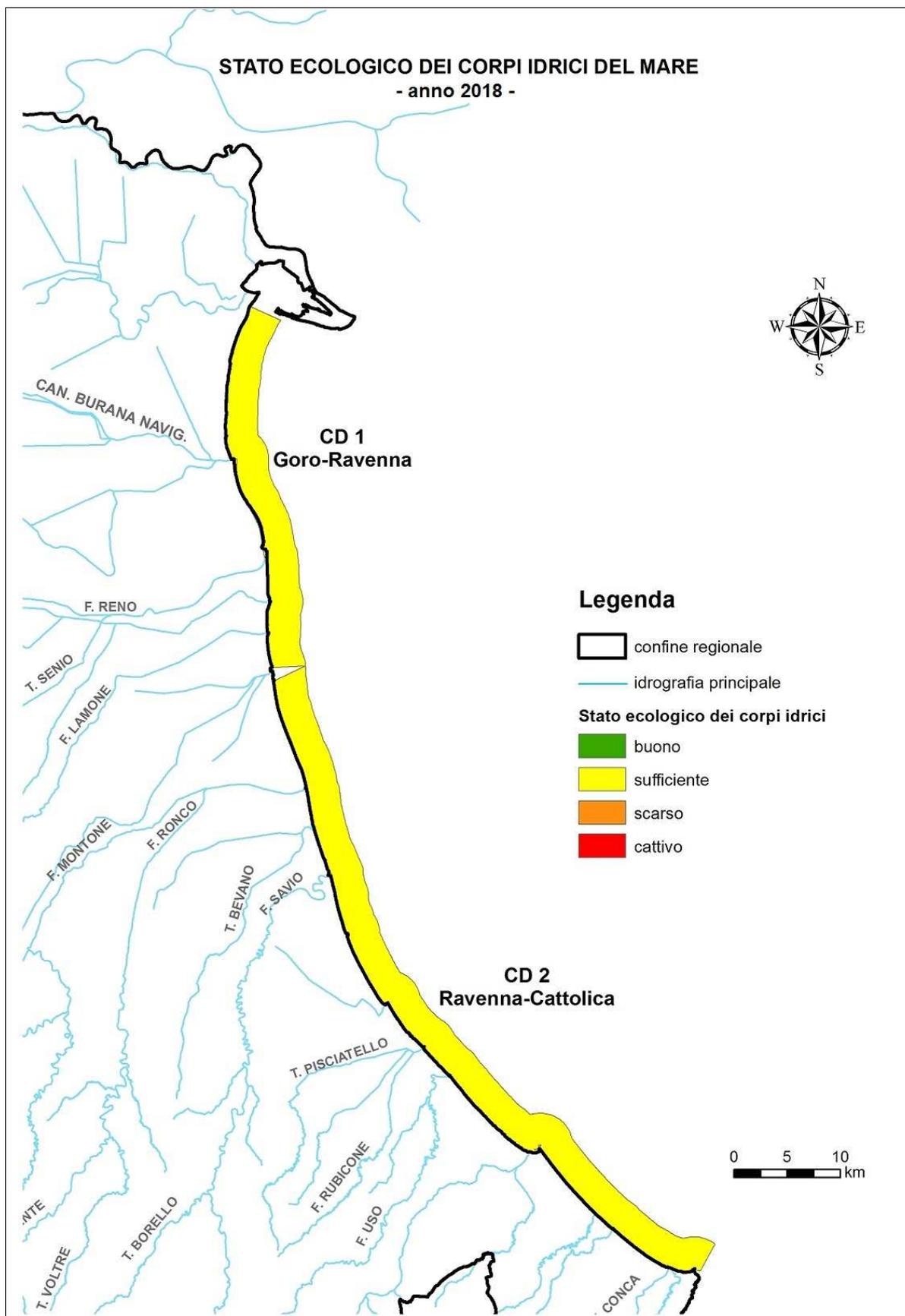


Figura 133 - Stato ecologico delle acque marino costiere: anno 2018

3.4 STATO CHIMICO IN AGGIORNAMENTO

Lo stato chimico dei corpi idrici è attribuito al termine di un ciclo di monitoraggio di 3 anni (triennio 2017-2019). Di seguito si riporta una prima valutazione dello stato chimico dei corpi idrici sulla base delle attività di monitoraggio effettuate durante il 2018.

Ai fini della determinazione dello stato chimico per i corpi idrici CD1 e CD2 si considerano gli SQA per le sostanze appartenenti all'elenco di priorità ricercate

- nella colonna d'acqua e nel biota (tab. 1/A D.Lgs. 172/15);
- nel sedimento (tab. 2/A D.Lgs. 172/15).

Di seguito una breve descrizione di come, al termine di un ciclo di monitoraggio di 3 anni, si giunge alla classificazione dello stato chimico dei corpi idrici:

- per ogni stazione di campionamento si esegue la media/anno di ciascun inquinante riportato alla tab. 1/A e tab. 2/A del D.Lgs. 172/15;
- per ogni corpo idrico per i parametri in tab. 1/A D.Lgs. 172/15 la stazione con lo stato peggiore determina lo stato del corpo idrico, mentre per i parametri in tab. 2/A D.Lgs. 172/15 si effettua la media di tutti i valori annuali delle singole stazioni appartenenti allo stesso corpo idrico;
- per corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3anni) si utilizza lo stato peggiore di ogni corpo idrico nel triennio considerato.

I corpi idrici delle acque marino costiere CD1 (Goro-Ravenna) e CD2 (Ravenna-Cattolica) per quanto riguarda le analisi effettuate sull'acqua e sul sedimento, hanno conseguito una valutazione dello stato chimico pari a "Buono" per l'anno 2018 (Tabella 22 e Figura 134). Si attendono gli esiti delle analisi sul biota ai fini della valutazione completa dello stato chimico per il 2018.

Tabella 22 - Riepilogo degli elementi qualitativi per la valutazione dello stato chimico nelle acque marino costiere

2018				Inquinanti specifici			STATO CHIMICO (in aggiornamento)
Distretto idrografico L. 221/15	Corpo idrico	Codice Stazione	Località	Tab.1/A	Tab. 2/A		
				D.Lgs. 172/15	D.Lgs. 172/15	Sedimento	
				Acqua	Biota		
Fiume Po	CD1 Goro- Ravenna	2	Lido di Volano	Buono	<u>in corsodi valutazione</u>	Buono	CD1 (Buono)
		302					
		4	Porto Garibaldi				
		304					
		6	Casalborsetti				
		306					
	308	Marina di Ravenna	Buono	<u>in corsodi valutazione</u>	Buono	CD2 (Buono)	
	9	Lido Adriano					
	309						
	14	Cesenatico					
	314						
	17	Rimini					
	317						
	319	Cattolica					

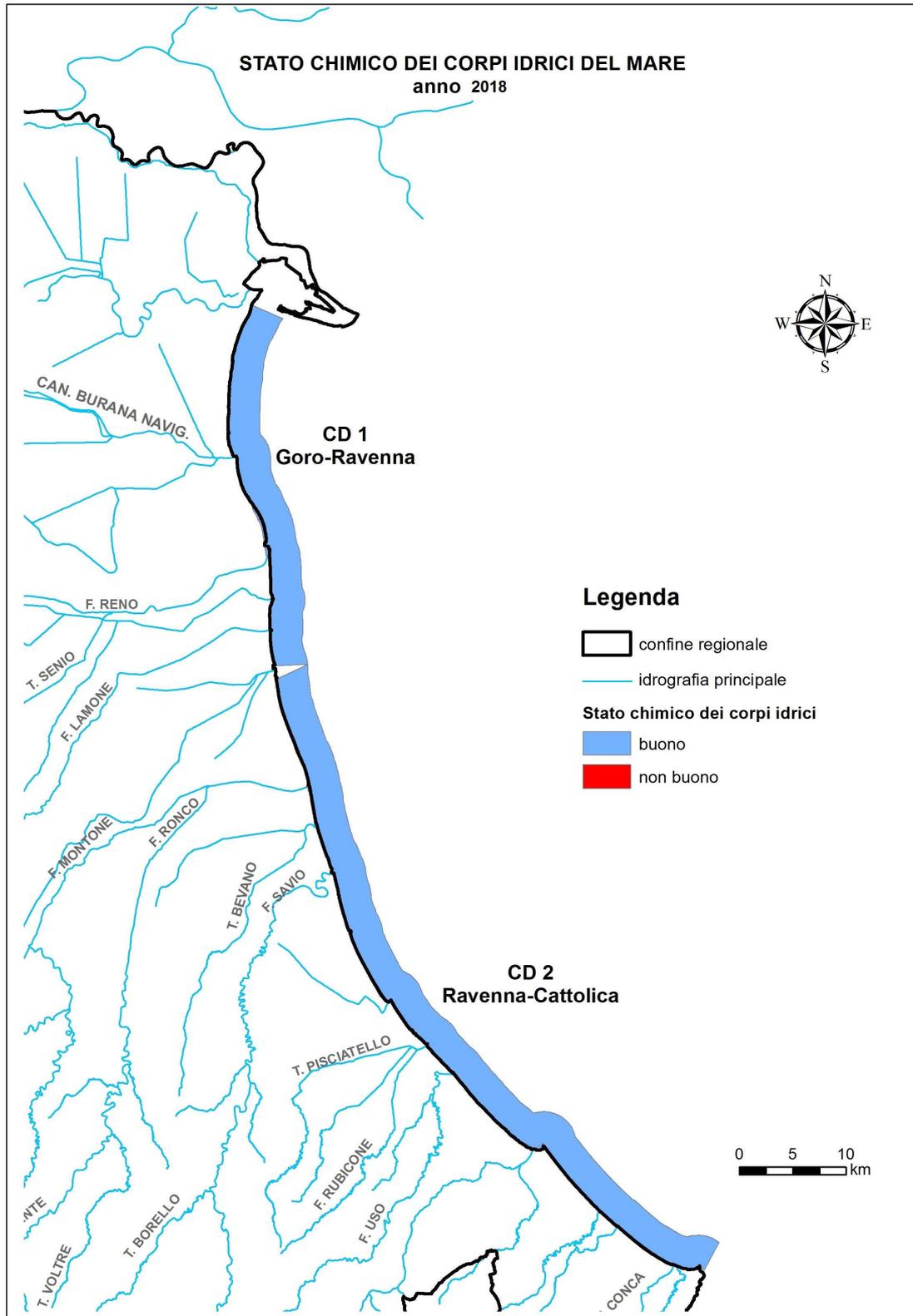


Figura 134 - Stato chimico delle acque marino costiere: valutazione in aggiornamento anno 2018

4 RETE DI MONITORAGGIO VITA MOLLUSCHI

I molluschi eduli lamellibranchi rappresentano una voce importante nel contesto dell'economia ittica della regione Emilia-Romagna. Infatti le acque marino costiere regionali sono sede non solo di banchi e di popolazioni naturali di molluschi bivalvi e gasteropodi, tra cui la specie *Chamelea gallina*, 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 tralasciate le piattaforme off-shore sulle cui parti sommerse crescono banchi naturali di mitili.

Con la Delibera di Giunta Regionale del 3 febbraio 2014 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 e gasteropodi marini (Figura 135).

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 135. La Struttura Oceanografica Daphne effettua il rilevamento delle caratteristiche qualitative nelle stazioni di monitoraggio della rete di cui sopra. Gran parte delle stazioni corrispondono 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, la Struttura Oceanografica Daphne effettua i campionamenti per determinazione dei seguenti parametri: colorazione, materiale in sospensione, sostanze organo-alogenate, metalli pesanti, coliformi fecali. Tali parametri sono analizzati dalla Sezione Provinciale di Ravenna.

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

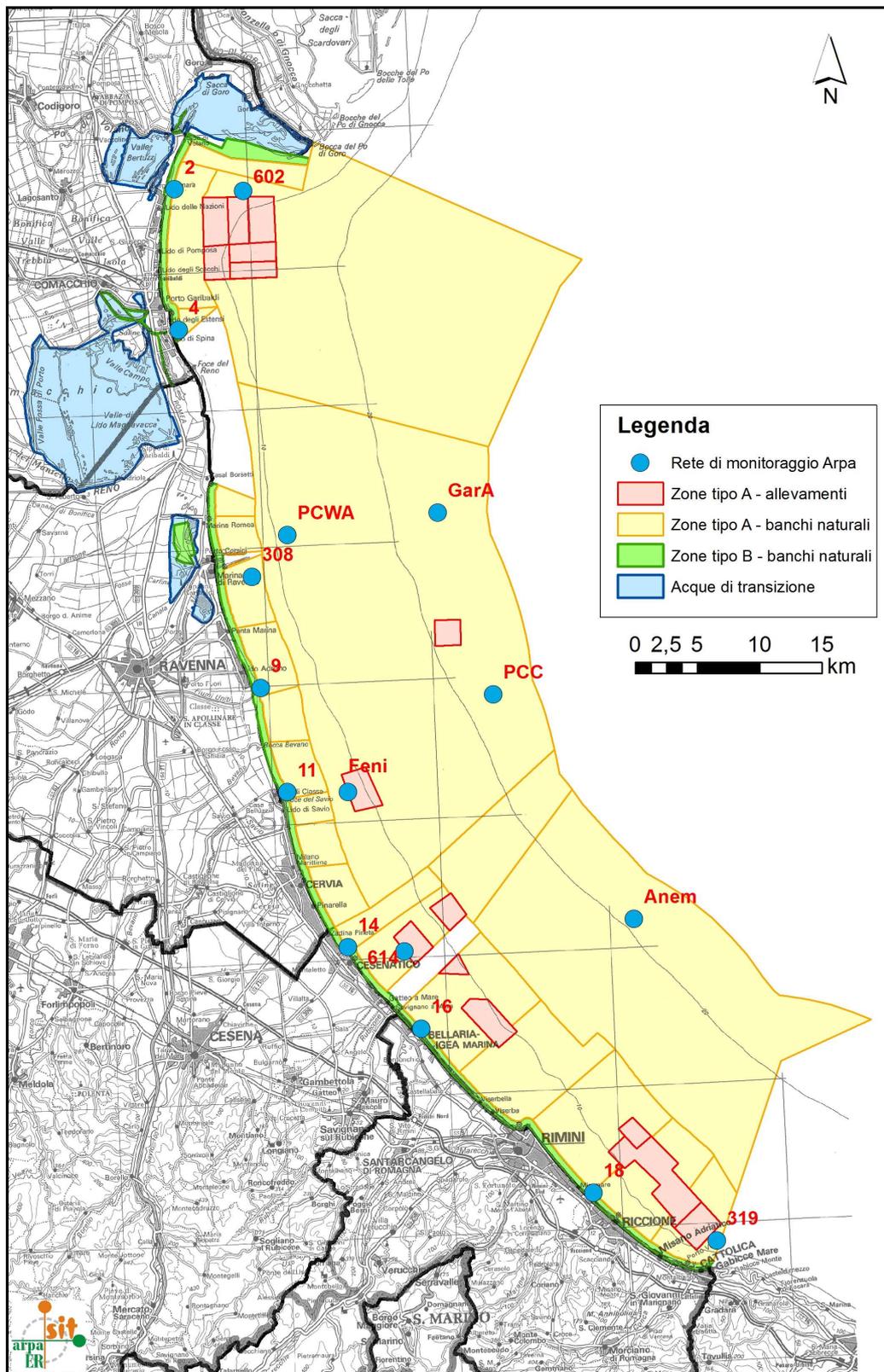


Figura 135 - Zone delle acque marine per la produzione in allevamento e la raccolta di molluschi (DGR 3/2/2014) e rete di monitoraggio per il rilevamento delle caratteristiche qualitative delle acque marine destinate alla vita dei molluschi (All. 2 Sez C del D.Lgs.152/06)

5 EMERGENZE E ANOMALIE AMBIENTALI

5.1 MEDUSE

Anche nel 2018 hanno fatto la loro apparizione le meduse, organismi planctonici, gelatinosi costituiti principalmente di acqua (circa il 98%). Essi presentano ai bordi del corpo dei tentacoli che utilizzano prevalentemente per la predazione ed in alcuni casi per la difesa essendo questi talvolta ricoperti di cellule urticanti. In luglio, verso fine mese, si sono verificati i primi avvistamenti sotto costa della medusa *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778), (Foto 1) i cui avvistamenti si sono protratti fino al 10 di ottobre. Anche nel 2017 aveva caratterizzato le nostre acque comparando da luglio fino a fine settembre. Questa specie è conosciuta anche con il nome comune “polmone di mare” rende molto bene l’aspetto di



questa medusa che, con il suo diametro di cinquanta/sessanta centimetri e un peso intorno ai dieci chili, è una delle più grandi. I giovani sono per lo più trasparenti, mentre gli adulti sono fluorescenti con i bordi dell’ombrella sfrangiati blu-viola. Questa specie è poco urticante.

Foto 1 - *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778)

Un’altra medusa che ormai siamo soliti avvistare nel periodo estivo è la *Cothylorhiza tuberculata* detta anche Cassiopea (Foto 2): dotata di una caratteristica ombrella a forma di disco bianco, con una gobba rotonda e gialla al centro per questo motivo ricorda un uovo all’occhio di bue. Il margine è di colore giallo o talvolta verdastro. Questa specie non ha tentacoli, ma è ricca di braccia orali che partono dai quattro lobi della bocca e terminano con un bottoncino di colore blu/viola. A dispetto delle sue grandi dimensioni, questa specie non è urticante. La sua comparsa nell’estate 2018 si è manifestata dopo la prima settimana di agosto ed è protratta fino alla terza settimana di settembre.



Foto 2 - *Cothylorhiza tuberculata* (Macri, 1778)

5.2 AVVISTAMENTI DI MNEMIOPSIS LEIDYI

Dai primi giorni di agosto fino alla prima decina di ottobre, si sono susseguiti gli avvistamenti dello ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865, lungo tutta la costa. Si tratta di un organismo gelatinoso che si nutre di plancton le cui dimensioni si aggirano intorno ai 5 cm di lunghezza. Noto anche con il nome comune di Noce di mare, facilmente scambiata per una medusa per via della sua trasparenza. Di forma più o meno sferica, dalla parte superiore del corpo si dipartono 8 file radiali ciascuna delle quali è dotata centralmente di una banda meridiana provvista di *pettini* o *ctenidi* da cui il nome di ctenoforo ovvero “portatore di ctenidi”. Lo ctenidio è un corpuscolo vibratile munito di ciglia che battendo permette all’organismo di nuotare.

Questo organismo planctonico è luminescente ovvero è in grado di produrre luce se stimolato, brillando di una luce bluverde 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.

È un organismo marino planctonico, carnivoro e luminescente che brilla di una luce bluverde quando viene stimolato dalla luce o dal contatto. Vorace predatore di zooplancton, uova e piccole larve di pesci, soprattutto acciughe, è considerata dannosa poiché provoca la diminuzione delle popolazioni ittiche.



Foto 3 - *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865

5.3 AFFIORAMENTI DI MATERIALE MUCILLAGINOSO

Nel tratto di mare emiliano-romagnolo si è ripresentato nel mese di agosto il fenomeno delle “mucillagini”, segnalato dalla Struttura Daphne il 10 agosto ma del quale già nel bollettino dei primi del mese ne erano state segnalate le prime avvisaglie.

Il materiale mucillaginoso aveva fatto la sua comparsa già nei primi giorni di luglio, mostrandosi lungo la colonna d’acqua, sotto forma di aggregati di piccole dimensioni, nella zona centro-meridionale a partire dalle 3 miglia al largo. I primi macro affioramenti si sono avuti intorno al 17 di luglio nella zona centro settentrionale della costa, per poi spostarsi nella sola zona centrale la settimana successiva.

Negli strati di fondo era presente anche nella parte settentrionale ma si ritiene che lo strato superficiale, caratterizzato da acque a bassa salinità ed eutrofiche, abbia impedito il riaffiorare del materiale.

Si conferma ancora una volta che il fenomeno si è manifestato a livello di Bacino adriatico e le condizioni chimico-fisiche presenti hanno condizionato solo le fasi terminali di affioramento.

Le mucillagini essendo costituite principalmente da polisaccaridi (zuccheri complessi) si rigonfiano a contatto dell’acqua e possono riunirsi a formare aggregati di forma e grandezza diverse. Prendono origine come prodotto “extracellulare”, ossia come escrezione da parte di microalghe, in particolare dalla Dinoflagellata *Gonyaulax fragilis*, presenti in ambiente marino, oppure si formano per disgregazione cellulare delle stesse. La produzione di mucillagine è un fenomeno molto diffuso in ambiente marino, non limitato ai soli mari italiani e al Mediterraneo. È un fenomeno non generato dalla presenza di sostanze inquinanti: la testimonianza più antica risale infatti al 1729, periodo in cui non erano state ancora sintetizzate molecole inquinanti. I meccanismi che inducono l’escrezione di tale materiale da parte delle microalghe in ambiente marino e le sue dinamiche di aggregazione sono tuttora oggetto di ricerca.

Il materiale mucillaginoso si può presentare a densità diversa e a differente stadio di aggregazione, nelle acque profonde per quasi tutto l’anno.

Nei primi mesi dell’anno si manifesta sotto forma di fiocchi bianchi (0.1-3 cm) denominati per somiglianza “neve marina”; nei mesi estivi, dopo ulteriori stadi di aggregazione, compare una fase a “filamenti” (1-20 cm) che tendono a distribuirsi più superficialmente lungo la colonna d’acqua. Generalmente il processo di aggregazione si arresta a questo stadio, ma può anche evolvere ulteriormente con fasi a “reticolo” e “nuvole” (400 cm) fino ad affiorare nelle acque superficiali nei mesi più caldi. Una parte del materiale si deposita a livello dei fondali. In genere il materiale non affiora nello stesso tempo lungo la costa; compare in superficie localmente sotto forma di chiazze e strisce che, nel corso della giornata, possono variare di dimensione e spostarsi in funzione dei venti e delle correnti. Quando vi è la predominanza di venti che spirano verso costa (ad esempio Scirocco) viene sospinto e ammassato a ridosso dei porti, delle barriere frangiflutti e in zona di balneazione.

La disgregazione e scomparsa del fenomeno avviene principalmente ad opera di forti mareggiate con rapido ricambio delle masse d’acqua.

I venti di Libeccio che sono spirati nei giorni 15-17 agosto hanno contribuito a migliorare lo stato ambientale dell’ecosistema marino. Infatti, il mare mosso ha determinato un rimescolamento delle masse d’acqua lungo la colonna d’acqua contribuendo a omogeneizzare i parametri idrologici da superficie fino a livello del fondale, riducendo le concentrazioni di clorofilla “a”, risolvendo le situazioni di criticità di ipossia/anossia e disperdendo al largo il materiale mucillaginoso.

L'opportunità di seguire nel tempo e nello spazio tutte le fasi del fenomeno è possibile grazie al fatto che fin dal 1989 la Struttura Oceanografica Daphne sorveglia nelle acque regionali l'eventuale comparsa del fenomeno e la sua evoluzione tramite una mirata attività di monitoraggio a cadenza mensile, che viene intensificata quando si verificano aumenti dell'aggregazione del materiale.



Foto 4 - Affioramento di materiale mucillaginoso nella parte meridionale della costa il 14 agosto

5.4 FORMAZIONE DI SCHIUME

Il fenomeno, riconducibile alle schiume prodotte durante le mareggiate, visibili soprattutto nei tratti costieri in cui sono presenti le barriere frangiflutti, è da annoverare tra gli “eventi anomali” soprattutto per la quantità di materiale schiumoso prodotto. Nel 2018 il fenomeno si è verificato sia verso la metà di giugno che intorno a metà febbraio interessando la zona di mare antistante il portocanale di Cesenatico lato ponente. Come già verificatosi in anni passati, il fenomeno si è manifestato con una cospicua presenza di materiale schiumoso in superficie. Detto materiale era composto da sostanze organiche generate da microalghe (Diatomee). Infatti in quei giorni, le acque erano caratterizzate da fioriture fitoplanctoniche sostenute prevalentemente da Diatomee e conseguentemente ricche di sostanza organica particellata. La presenza del forte vento di maestrale (direzione Nord Ovest) contribuiva a “*shakerare*” lo strato d’acqua superficiale ed a formare il materiale schiumoso che, sospinto dal vento, si accumulava all’interno delle barriere frangiflutti ed a ridosso del portocanale.



Foto 5 - Materiale organico schiumoso nel tratto di mare antistante il porto canale di Cesenatico (A -16 giugno 2018; B – 13 febbraio 2018)

5.5 FIORITURE DI MACROALGHE VERDI

Nelle giornate di fine luglio ed inizio agosto, a seguito di condizioni di bel tempo e di stasi meteo marina, si sono verificati cospicui sviluppi di macroalghe verdi (genere *Ulva* e *Enteromorpha*) in alcuni tratti centrali della costa emiliano romagnola, nelle acque basse in prossimità della battigia. Località come Pinarella di Cervia o Cesenatico sono state interessate da una alta produttività di biomassa macroalgale che ha richiesto da parte dei Comuni interessati, un'attività straordinaria di raccolta e rimozione di grossi quantitativi di materiale organico. La crescita di macroalghe verdi in zone confinate come i tratti di costa riparati da barriere frangiflutti, messe a protezione della battigia, sono un processo naturale che può però in condizioni favorevoli costituire una grossa problematica ambientale per i grandi quantitativi prodotti. Le macroalghe durante la notte a causa della marea si accumulano quasi sul bagnasciuga, esponendosi così al mattino all'azione del sole che tende a disidratarle. Questo fenomeno, se non interrotto dalla rimozione delle macroalghe dalla spiaggia, genera un inizio naturale di decomposizione con conseguente sviluppo di cattivi odori accompagnati spesso anche da sviluppo di insetti (in genere moscerini). Le spiagge adriatiche sono normalmente sottoposte a pulizia degli arenili ad inizio giornata ad opera dei bagnini dei vari stabilimenti balneari. Nell'estate del 2018 il fenomeno di crescita macroalgale è stato così forte tanto da richiedere l'intervento di operatori della nettezza urbana dedicati per giorni alla rimozione tramite l'ausilio di ruspe, reti e camion.



Foto 6 - Macroalghe verdi spiaggiate – luglio 2018 (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 2018																	
	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	8.49	19.27	27.16	8.83	1.29	9.53	348.07	17.72	60.60	789.15	26.01	4.56	734.03	315.24	40.65	5.90	2.54
Errore standard	0.04	1.90	1.41	0.50	0.11	2.28	54.79	2.82	16.72	66.86	3.76	1.17	145.98	126.23	8.45	0.19	0.15
Mediana	8.40	21.35	29.86	8.36	1.00	5.20	283.48	14.18	22.68	744.37	21.86	2.99	571.54	74.38	33.30	5.92	2.47
Moda					1.00	4.00						0.22					3.27
Deviazione standard	0.19	8.28	6.14	2.17	0.48	9.94	238.81	12.29	72.87	291.42	16.38	5.10	636.29	550.21	36.84	0.82	0.67
Varianza campionaria	0.04	68.63	37.66	4.72	0.23	98.72	57032.51	151.08	5309.43	84927.46	268.16	25.97	404870.75	302728.01	1357.29	0.67	0.45
Curtosi	-1.22	-1.52	0.05	-0.06	0.80	7.80	-1.11	-0.17	0.91	-1.31	1.05	2.04	1.75	7.17	15.24	0.08	-0.79
Asimmetria	0.43	-0.27	-0.81	0.50	1.43	2.59	0.37	0.65	1.30	-0.03	1.11	1.56	1.48	2.64	3.76	0.48	-0.18
Intervallo	0.57	24.86	21.89	8.23	1.50	41.50	790.32	42.21	249.88	871.79	62.87	17.76	2330.49	2160.93	168.39	3.04	2.33
Minimo	8.25	6.28	14.20	5.23	1.00	2.30	0.70	1.06	0.21	335.28	6.06	0.22	6.66	6.55	17.51	4.61	1.21
Massimo	8.81	31.15	36.09	13.46	2.50	43.80	791.02	43.27	250.09	1207.07	68.93	17.98	2337.15	2167.48	185.90	7.66	3.54
Conteggio	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Livello di confidenza(95.0%)	0.09	3.99	2.96	1.05	0.23	4.79	115.11	5.92	35.12	140.46	7.89	2.46	306.68	265.19	17.76	0.39	0.32

Stazione 4 Porto Garibaldi 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	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	8.52	18.70	27.07	9.21	1.53	9.73	593.66	14.54	58.94	1072.49	24.01	4.76	575.03	208.85	41.66	5.97	2.21
Errore standard	0.03	1.85	1.32	0.27	0.13	1.78	301.62	2.88	27.93	358.58	3.01	1.62	121.03	67.29	7.63	0.18	0.09
Mediana	8.53	20.27	28.95	9.13	1.50	8.10	246.61	10.58	15.33	604.63	19.46	2.34	327.14	114.05	29.99	5.90	2.24
Moda				10.09	1.50							0.22					
Deviazione standard	0.15	8.08	5.76	1.19	0.56	7.76	1314.74	12.56	121.76	1563.02	13.12	7.07	527.57	293.30	33.25	0.80	0.39
Varianza campionaria	0.02	65.35	33.22	1.42	0.32	60.23	1728553.46	157.63	14826.33	2443027.44	172.05	49.95	278325.65	86022.72	1105.44	0.63	0.15
Curtosi	-0.75	-1.59	0.11	2.00	1.36	4.51	16.92	0.71	14.11	16.83	1.62	5.17	1.57	11.36	7.57	-0.55	0.06
Asimmetria	-0.21	-0.22	-1.00	0.43	0.66	2.23	4.03	1.01	3.61	4.01	1.39	2.38	1.43	3.15	2.69	0.48	-0.16
Intervallo	0.55	24.10	19.92	5.35	2.50	27.80	5891.36	45.97	531.44	7080.54	50.33	25.70	1904.73	1293.11	138.08	2.73	1.53
Minimo	8.23	5.99	14.02	6.96	0.50	3.40	0.70	0.52	0.21	283.99	8.45	0.22	0.14	5.61	17.12	4.75	1.51
Massimo	8.77	30.09	33.94	12.31	3.00	31.20	5892.06	46.49	531.65	7364.53	58.78	25.92	1904.87	1298.72	155.21	7.48	3.04
Conteggio	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.90	2.78	0.57	0.27	3.74	633.69	6.05	58.69	753.35	6.32	3.41	254.28	141.36	16.03	0.38	0.19

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 2018																	
	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	8.53	18.99	27.77	9.02	1.58	8.94	328.28	13.42	40.86	779.45	22.18	5.31	617.22	177.00	47.20	5.82	2.22
Errore standard	0.04	1.91	1.21	0.43	0.11	1.82	60.78	2.27	14.09	82.91	2.67	1.60	130.42	48.71	9.97	0.18	0.11
Mediana	8.55	21.25	28.36	8.98	1.50	7.10	241.39	10.85	8.54	655.92	20.33	3.40	420.21	84.64	34.34	5.69	2.13
Moda				7.86	2.00	5.80			0.21			0.22					1.98
Deviazione standard	0.17	8.34	5.26	1.86	0.48	7.95	264.94	9.88	61.43	361.38	11.63	6.99	568.47	212.33	43.46	0.78	0.47
Varianza campionaria	0.03	69.58	27.63	3.48	0.23	63.28	70195.08	97.60	3773.42	130597.92	135.26	48.81	323154.01	45083.67	1888.72	0.61	0.22
Curtosi	-0.98	-1.58	1.03	1.20	-1.20	10.62	0.39	2.38	2.44	3.37	-0.72	6.40	2.71	0.95	7.28	-0.67	-0.39
Asimmetria	-0.35	-0.27	-1.11	0.77	0.08	2.98	0.92	1.28	1.82	1.69	0.31	2.42	1.87	1.44	2.80	0.61	0.01
Intervallo	0.53	24.88	18.94	7.92	1.50	35.90	967.40	40.64	210.63	1493.03	42.99	28.06	2125.79	693.80	172.13	2.47	1.71
Minimo	8.23	5.64	15.24	5.72	1.00	2.20	0.70	0.40	0.21	372.66	3.47	0.22	0.14	5.05	16.89	4.77	1.34
Massimo	8.76	30.52	34.18	13.64	2.50	38.10	968.10	41.04	210.84	1865.69	46.46	28.28	2125.93	698.84	189.03	7.24	3.05
Conteggio	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Livello di confidenza(95.0%)	0.08	4.02	2.53	0.90	0.23	3.83	127.70	4.76	29.61	174.18	5.61	3.37	273.99	102.34	20.95	0.38	0.22

Stazione 304 Porto Garibaldi 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	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	8.56	18.56	27.35	9.52	1.92	9.64	589.25	12.09	49.00	1047.98	21.99	4.28	555.98	308.06	48.30	5.80	1.96
Errore standard	0.04	1.85	1.31	0.37	0.18	2.39	276.50	2.64	29.86	325.59	3.20	1.82	134.50	136.73	9.37	0.20	0.10
Mediana	8.61	20.14	30.30	9.16	2.00	6.52	314.95	10.53	5.21	625.88	16.28	1.57	338.78	154.79	39.46	5.88	2.05
Moda				8.41	2.00	3.40			0.21			0.22	0.14				
Deviazione standard	0.15	8.06	5.69	1.62	0.77	10.42	1205.24	11.50	130.17	1419.23	13.94	7.95	586.28	595.99	40.83	0.89	0.44
Varianza campionaria	0.02	64.89	32.37	2.63	0.59	108.62	1452597.12	132.36	16945.39	2014225.86	194.39	63.26	343719.99	355198.67	1667.20	0.79	0.19
Curtosi	-0.40	-1.63	0.44	4.45	1.63	9.24	15.86	2.00	14.83	16.41	1.45	6.77	3.17	16.20	13.16	0.06	-0.59
Asimmetria	0.30	-0.24	-1.14	1.98	1.01	2.93	3.87	1.34	3.74	3.95	1.47	2.68	1.80	3.92	3.40	0.61	-0.15
Intervallo	0.57	22.91	20.04	6.85	3.00	43.30	5380.69	43.62	559.31	6391.19	48.12	29.85	2198.90	2676.45	188.22	3.28	1.60
Minimo	8.33	6.55	13.65	7.60	1.00	3.30	0.70	0.06	0.21	339.85	9.52	0.22	0.14	11.94	16.31	4.47	1.15
Massimo	8.90	29.45	33.68	14.45	4.00	46.60	5381.39	43.67	559.52	6731.04	57.64	30.07	2199.04	2688.39	204.53	7.74	2.76
Conteggio	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.88	2.74	0.78	0.37	5.02	580.91	5.55	62.74	684.05	6.72	3.83	282.58	287.26	19.68	0.43	0.21

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

Stazione 6 Casalborsetti 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	8.52	18.52	28.48	9.12	1.95	9.44	582.80	13.31	39.75	1085.68	24.75	9.15	487.40	129.39	43.43	5.82	2.12
Errore standard	0.04	1.83	1.37	0.52	0.24	2.88	218.52	3.08	11.97	225.08	3.22	3.01	125.93	43.28	5.65	0.17	0.20
Mediana	8.55	20.10	29.96	8.91	2.00	6.00	228.97	8.26	8.95	618.03	20.43	2.11	326.98	44.92	32.90	5.69	2.01
Moda	8.60				2.00	4.20			0.21			0.22					
Deviazione standard	0.19	7.99	5.97	2.28	1.07	12.56	952.51	13.43	52.17	981.12	14.03	13.12	548.92	188.65	24.63	0.76	0.86
Varianza campionaria	0.04	63.81	35.63	5.18	1.14	157.65	907283.90	180.35	2721.55	962588.05	196.76	172.01	301313.71	35589.16	606.49	0.58	0.74
Curtosi	1.45	-1.55	1.55	4.10	2.20	11.74	8.98	0.25	-0.09	7.16	0.12	0.80	4.56	5.83	1.28	-0.33	1.82
Asimmetria	0.09	-0.14	-1.28	1.46	1.38	3.34	2.78	1.13	1.20	2.38	0.97	1.48	2.14	2.48	1.44	0.50	1.17
Intervallo	0.86	23.71	22.89	10.58	4.00	54.80	3965.52	45.01	145.08	4124.60	45.43	40.91	2112.84	714.36	82.30	2.54	3.25
Minimo	8.13	6.31	13.03	5.36	0.50	1.40	0.70	0.06	0.21	307.78	9.59	0.22	52.83	8.18	18.87	4.69	0.98
Massimo	8.99	30.02	35.92	15.94	4.50	56.20	3966.22	45.06	145.29	4432.38	55.02	41.13	2165.67	722.55	101.17	7.23	4.23
Conteggio	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Livello di confidenza(95.0%)	0.09	3.85	2.88	1.10	0.51	6.05	459.10	6.47	25.14	472.88	6.76	6.32	264.57	90.93	11.87	0.37	0.41

Stazione 306 Casalborsetti 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	8.55	18.78	28.74	9.36	2.18	7.33	333.84	8.45	16.89	698.41	15.28	3.82	396.76	204.77	53.40	5.46	1.99
Errore standard	0.03	1.86	1.30	0.48	0.28	1.56	105.13	1.79	7.78	115.97	1.59	1.39	90.54	57.65	11.27	0.18	0.16
Mediana	8.56	20.19	30.40	9.09	2.00	5.40	209.71	5.74	4.58	594.64	13.45	1.36	332.39	130.54	43.54	5.69	1.87
Moda					2.00	4.50	0.70	10.17	0.21			0.22	0.14				
Deviazione standard	0.15	8.10	5.69	2.11	1.22	6.79	458.25	7.81	33.91	505.50	6.93	6.04	394.64	251.28	49.14	0.78	0.68
Varianza campionaria	0.02	65.58	32.34	4.44	1.48	46.04	209989.07	60.96	1149.76	255525.53	47.96	36.54	155739.50	63144.04	2414.94	0.61	0.46
Curtosi	-0.24	-1.63	2.21	3.62	4.72	14.47	10.39	1.23	9.63	7.80	0.59	6.39	1.91	2.57	11.50	0.04	0.97
Asimmetria	0.34	-0.23	-1.62	1.88	1.85	3.61	2.99	1.10	3.02	2.62	0.94	2.52	1.45	1.73	3.22	0.10	0.48
Intervallo	0.55	23.46	21.89	8.25	5.00	31.20	2003.91	29.20	138.20	2213.55	27.63	23.43	1428.30	893.96	224.10	3.00	2.92
Minimo	8.33	6.53	13.62	7.03	1.00	2.60	0.70	0.06	0.21	221.38	4.63	0.22	0.14	4.45	11.89	4.22	0.59
Massimo	8.88	29.98	35.51	15.28	6.00	33.80	2004.61	29.25	138.41	2434.93	32.26	23.65	1428.44	898.41	235.98	7.22	3.52
Conteggio	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.90	2.74	1.02	0.59	3.27	220.87	3.76	16.34	243.64	3.34	2.91	190.21	121.12	23.69	0.38	0.33

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

Stazione 9 Lido Adriano 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP. SAL.	O.D.	D.SEC. CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	8.49	18.31	30.43	8.52	1.95	7.41	247.61	8.95	19.71	570.12	18.35	2.73	355.13	215.00	33.97	5.36	2.17
Errore standard	0.03	1.77	0.86	0.50	0.22	1.23	68.26	1.79	5.71	62.32	2.32	1.25	99.73	67.72	2.74	0.20	0.15
Mediana	8.48	19.96	31.48	7.86	2.00	4.90	146.83	7.48	10.14	530.37	14.85	1.03	232.74	126.83	31.95	5.41	2.04
Moda				7.23	3.00	2.90			0.21			0.22					
Deviazione standard	0.14	7.69	3.74	2.17	0.97	5.38	297.53	7.80	24.88	271.65	10.11	5.43	434.70	295.17	11.92	0.86	0.63
Varianza campionaria	0.02	59.19	13.99	4.73	0.94	28.89	88524.98	60.82	618.84	73792.25	102.18	29.53	188961.06	87123.51	142.14	0.74	0.40
Curtosi	-0.26	-1.50	4.71	1.16	-0.58	4.00	2.35	0.44	2.13	3.23	3.43	12.83	4.59	5.33	1.67	-0.65	0.79
Asimmetria	0.26	-0.25	-2.07	1.08	0.32	1.95	1.67	0.95	1.78	1.83	1.64	3.45	2.08	2.31	1.25	0.03	1.03
Intervallo	0.54	23.14	14.84	8.20	3.50	21.40	1010.13	28.21	82.57	1011.74	41.20	23.19	1689.76	1141.07	45.81	3.01	2.30
Minimo	8.25	5.67	18.75	5.42	0.50	2.10	2.20	0.06	0.21	308.56	7.64	0.22	0.14	11.55	20.43	3.83	1.28
Massimo	8.79	28.80	33.59	13.62	4.00	23.50	1012.33	28.26	82.78	1320.30	48.84	23.41	1689.90	1152.61	66.24	6.84	3.58
Conteggio	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.71	1.80	1.05	0.47	2.59	143.41	3.76	11.99	130.93	4.87	2.62	209.52	142.27	5.75	0.42	0.31

Stazione 14 Cesenatico 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP. SAL.	O.D.	D.SEC. CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	18.09	30.71	7.92	2.10	7.33	290.86	9.10	30.64	627.06	16.76	3.49	335.66	139.59	39.07	5.47	2.20
Errore standard	0.04	1.65	0.83	0.50	0.23	1.57	95.53	1.60	6.03	91.41	1.74	1.33	79.55	34.24	3.24	0.14	0.16
Mediana	8.36	18.77	32.22	7.83	2.00	4.50	131.49	7.05	21.43	476.38	15.57	1.27	193.16	101.79	36.77	5.62	2.07
Moda				3.50	10.30							0.22	0.14				
Deviazione standard	0.20	7.57	3.80	2.27	1.07	7.21	437.76	7.33	27.63	418.89	7.96	6.11	364.54	156.89	14.84	0.66	0.71
Varianza campionaria	0.04	57.26	14.42	5.15	1.14	51.98	191635.72	53.68	763.24	175472.10	63.39	37.29	132887.49	24614.81	220.18	0.44	0.51
Curtosi	0.99	-1.35	0.40	-0.87	-1.43	4.46	5.74	-0.57	0.68	7.08	0.23	13.39	1.23	12.03	-0.74	-0.43	-0.64
Asimmetria	-0.21	-0.21	-1.06	0.26	0.07	2.08	2.39	0.74	0.99	2.57	0.86	3.47	1.42	3.14	0.39	-0.27	0.36
Intervallo	0.91	23.49	13.63	8.19	3.00	28.60	1702.69	23.32	102.76	1768.75	28.01	27.52	1288.65	743.72	53.67	2.54	2.62
Minimo	7.92	5.45	21.86	4.54	0.50	1.60	3.76	0.23	0.21	296.64	6.91	0.22	0.14	5.56	13.43	4.09	0.90
Massimo	8.84	28.94	35.49	12.73	3.50	30.20	1706.45	23.55	102.97	2065.39	34.92	27.74	1288.79	749.27	67.10	6.63	3.52
Conteggio	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Livello di confidenza(95.0%)	0.09	3.44	1.73	1.03	0.49	3.28	199.27	3.34	12.58	190.68	3.62	2.78	165.94	71.42	6.75	0.30	0.32

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

Stazione 309 Lido Adriano 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	8.52	18.10	29.95	8.84	2.18	9.37	250.48	7.56	15.71	700.86	19.24	2.57	353.08	179.00	38.12	5.35	1.98
Errore standard	0.03	1.77	1.11	0.50	0.25	2.63	68.62	1.69	5.02	126.06	2.21	0.68	96.57	50.60	4.24	0.20	0.17
Mediana	8.51	19.43	31.32	8.15	2.00	5.90	152.09	6.53	7.11	515.97	17.04	1.02	288.70	67.68	38.46	5.36	1.75
Moda					3.50	5.40	0.70		0.21			0.22	0.14				1.39
Deviazione standard	0.14	7.70	4.83	2.20	1.11	11.48	299.11	7.38	21.89	549.48	9.62	2.94	420.93	220.57	18.48	0.85	0.74
Varianza campionaria	0.02	59.24	23.32	4.83	1.23	131.82	89466.06	54.45	478.99	301928.81	92.64	8.66	177180.34	48651.28	341.59	0.73	0.55
Curtosi	1.91	-1.45	4.97	4.36	-1.57	7.81	1.26	2.17	5.93	5.66	-0.53	-0.49	2.98	1.50	4.86	-0.70	1.10
Asimmetria	1.15	-0.24	-2.25	1.77	-0.11	2.83	1.39	1.30	2.35	2.31	0.43	1.11	1.78	1.54	1.64	0.15	1.23
Intervallo	0.57	23.31	18.85	9.73	3.00	45.70	998.80	28.38	87.07	2219.75	35.08	7.88	1530.33	739.72	83.16	3.07	2.72
Minimo	8.35	5.46	15.07	5.92	0.50	2.30	0.70	0.06	0.21	259.26	5.25	0.22	0.14	2.64	13.45	3.92	1.13
Massimo	8.92	28.77	33.92	15.65	3.50	48.00	999.50	28.43	87.28	2479.01	40.33	8.10	1530.47	742.36	96.61	6.99	3.85
Conteggio	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.71	2.33	1.06	0.53	5.53	144.17	3.56	10.55	264.84	4.64	1.42	202.88	106.31	8.91	0.41	0.36

Stazione 314 Cesenatico 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	8.51	18.45	30.56	8.51	2.38	7.66	250.12	8.15	14.85	580.02	14.28	3.39	293.04	143.17	42.26	5.00	2.01
Errore standard	0.03	1.64	0.81	0.44	0.31	1.84	89.67	1.79	5.14	88.01	1.59	1.20	80.05	43.11	3.07	0.22	0.19
Mediana	8.53	19.67	31.18	8.30	2.50	5.00	98.98	6.02	6.63	484.55	12.15	1.02	172.52	75.04	41.12	5.20	1.80
Moda	8.53				3.00	5.90	0.70					0.22	0.14				
Deviazione standard	0.15	7.54	3.70	2.04	1.40	8.42	410.91	8.20	23.55	403.33	7.27	5.52	366.84	197.57	14.05	0.99	0.89
Varianza campionaria	0.02	56.80	13.71	4.15	1.97	70.94	168849.83	67.17	554.82	162676.82	52.81	30.49	134571.39	39033.51	197.37	0.98	0.80
Curtosi	1.59	-1.32	0.40	1.50	5.12	5.67	8.53	-0.33	12.11	9.88	-0.30	11.48	2.43	4.81	-0.21	-0.49	1.18
Asimmetria	1.10	-0.33	-0.91	1.12	1.66	2.47	2.77	0.93	3.29	2.91	0.72	3.17	1.71	2.11	0.66	-0.68	1.31
Intervallo	0.58	23.56	14.08	8.24	6.50	32.20	1727.35	24.19	106.14	1826.77	26.22	24.41	1262.82	786.81	50.31	3.43	3.19
Minimo	8.33	5.24	21.69	5.82	0.50	1.30	0.70	0.06	0.21	255.09	3.59	0.22	0.14	0.99	20.74	2.83	0.91
Massimo	8.91	28.81	35.78	14.06	7.00	33.50	1728.05	24.24	106.35	2081.86	29.81	24.63	1262.96	787.80	71.06	6.26	4.10
Conteggio	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.43	1.69	0.93	0.64	3.83	187.05	3.73	10.72	183.59	3.31	2.51	166.98	89.93	6.39	0.45	0.41

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

Stazione 17 Rimini 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	8.47	18.61	31.41	8.32	2.40	5.74	231.62	7.87	18.16	563.68	18.38	2.44	273.40	211.31	40.17	5.11	2.30
Errore standard	0.03	1.66	0.74	0.42	0.34	1.08	62.87	1.69	5.84	63.45	3.45	0.87	72.77	56.09	3.98	0.21	0.20
Mediana	8.46	19.59	32.17	7.52	2.00	4.20	110.17	5.63	10.46	507.23	15.64	0.87	178.01	68.84	35.54	5.25	2.15
Moda	8.33				1.00	2.00	0.70					0.22	0.14				2.15
Deviazione standard	0.14	7.61	3.41	1.95	1.55	4.97	288.10	7.75	26.75	290.76	15.80	4.00	333.47	257.02	18.26	0.98	0.93
Varianza campionaria	0.02	57.96	11.62	3.79	2.42	24.70	83003.34	60.14	715.74	84542.19	249.62	16.02	111199.80	66059.81	333.43	0.97	0.86
Curtosi	2.17	-1.37	3.21	-0.63	-1.11	0.56	3.38	-0.37	13.05	1.28	9.39	7.74	2.14	2.07	0.00	-1.03	0.86
Asimmetria	1.33	-0.31	-1.58	0.53	0.43	1.27	1.73	0.94	3.38	1.21	2.69	2.71	1.67	1.57	0.33	-0.44	0.41
Intervallo	0.56	23.42	14.92	6.88	4.50	17.30	1124.86	22.75	123.61	1105.59	72.28	16.37	1191.12	919.21	70.35	3.05	4.00
Minimo	8.31	5.76	21.02	5.89	0.50	0.60	0.70	0.06	0.21	228.37	4.55	0.22	0.14	4.83	6.60	3.40	0.23
Massimo	8.87	29.17	35.94	12.77	5.00	17.90	1125.56	22.80	123.82	1333.96	76.83	16.59	1191.26	924.04	76.95	6.45	4.23
Conteggio	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Livello di confidenza(95.0%)	0.06	3.47	1.55	0.89	0.71	2.26	131.14	3.53	12.18	132.35	7.19	1.82	151.79	116.99	8.31	0.45	0.42

Stazione 19 Cattolica 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	8.48	18.19	32.02	8.25	2.52	5.60	166.87	7.37	14.92	418.03	15.62	2.58	204.38	109.20	36.08	4.84	2.28
Errore standard	0.03	1.69	0.75	0.41	0.33	1.20	42.59	1.66	2.87	45.19	2.89	0.58	54.87	32.04	3.30	0.23	0.15
Mediana	8.44	18.51	32.40	8.05	2.50	2.70	94.92	5.58	10.62	365.37	11.73	1.73	152.42	49.40	35.95	4.56	2.13
Moda					4.00	2.70	0.70		3.46			3.88					1.54
Deviazione standard	0.13	7.72	3.42	1.90	1.50	5.49	195.17	7.60	13.16	207.09	13.24	2.65	251.44	146.82	15.14	1.03	0.67
Varianza campionaria	0.02	59.65	11.70	3.61	2.24	30.09	38092.64	57.80	173.10	42884.93	175.34	7.02	63223.17	21555.62	229.19	1.06	0.44
Curtosi	-0.25	-1.45	1.66	-1.44	-1.14	-0.26	0.53	0.18	-0.69	-1.09	5.47	5.31	2.14	8.56	1.24	-0.81	0.63
Asimmetria	0.96	-0.24	-1.30	0.22	0.30	1.09	1.25	1.14	0.86	0.60	2.10	2.20	1.68	2.68	0.05	0.26	1.16
Intervallo	0.42	22.90	13.25	5.46	5.00	16.70	605.92	24.81	40.97	624.40	55.80	10.92	869.88	641.58	69.18	3.46	2.33
Minimo	8.35	5.93	22.59	5.92	0.50	0.40	0.70	0.06	0.21	147.63	4.09	0.22	0.14	1.20	2.47	3.06	1.50
Massimo	8.77	28.83	35.84	11.38	5.50	17.10	606.62	24.86	41.18	772.03	59.89	11.14	870.02	642.79	71.64	6.52	3.84
Conteggio	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Livello di confidenza(95.0%)	0.06	3.52	1.56	0.87	0.68	2.50	88.84	3.46	5.99	94.26	6.03	1.21	114.46	66.83	6.89	0.47	0.30

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

Stazione 317 Rimini 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	8.52	18.65	31.38	8.59	3.01	5.65	203.81	8.16	10.30	588.23	12.62	2.16	251.03	180.29	48.97	4.71	2.01
Errore standard	0.03	1.64	0.87	0.38	0.41	1.33	53.72	1.85	3.38	102.70	1.53	0.55	77.19	59.44	5.00	0.30	0.17
Mediana	8.49	19.82	32.95	8.72	2.50	4.10	108.73	5.72	4.71	441.39	12.44	0.91	144.51	79.50	44.39	5.31	1.74
Moda					1.50	1.70	0.70	0.06	0.21			0.22	0.14				1.51
Deviazione standard	0.12	7.50	4.00	1.75	1.88	6.10	246.20	8.46	15.47	470.62	7.02	2.53	353.71	272.38	22.91	1.38	0.76
Varianza campionaria	0.01	56.20	15.98	3.07	3.53	37.17	60612.46	71.54	239.29	221481.47	49.24	6.41	125109.08	74193.33	524.95	1.90	0.58
Curtosi	1.57	-1.36	2.65	-1.33	-1.71	8.82	0.45	-0.17	9.42	9.50	1.19	2.54	6.57	5.01	3.66	-1.03	1.54
Asimmetria	1.08	-0.29	-1.67	0.18	0.19	2.71	1.24	0.90	2.95	2.80	1.01	1.65	2.37	2.23	1.56	-0.34	1.52
Intervallo	0.49	23.52	15.24	5.44	5.50	27.10	736.79	28.09	66.81	2114.20	27.65	9.37	1472.59	1063.98	104.44	4.93	2.78
Minimo	8.34	5.83	20.66	6.31	0.50	0.80	0.70	0.06	0.21	220.15	4.18	0.22	0.14	2.90	16.01	2.05	1.23
Massimo	8.83	29.36	35.89	11.75	6.00	27.90	737.49	28.14	67.02	2334.35	31.83	9.59	1472.73	1066.89	120.45	6.97	4.01
Conteggio	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Livello di confidenza(95.0%)	0.05	3.41	1.82	0.80	0.85	2.78	112.07	3.85	7.04	214.22	3.19	1.15	161.01	123.99	10.43	0.63	0.35

Stazione 319 Cattolica 3 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	pH	TEMP.	SAL.	O.D.	D.SEC.	CL."a"	N-NO₃	N-NO₂	N-NH₃	N-TOT	P-TOT	P-PO₄	Si-SiO₂	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	8.50	18.47	32.12	8.31	3.20	4.71	165.50	7.41	10.53	452.71	12.31	2.16	187.47	141.92	39.44	4.61	2.08
Errore standard	0.02	1.63	0.73	0.38	0.52	0.83	42.26	1.81	2.96	56.45	1.39	0.57	45.78	41.02	2.89	0.25	0.19
Mediana	8.46	19.14	33.33	8.44	3.00	3.80	78.52	5.59	5.98	370.36	12.14	1.22	91.93	56.09	37.94	4.52	1.85
Moda	8.46				2.00	3.80	0.70					0.22	0.14				
Deviazione standard	0.11	7.46	3.33	1.73	2.37	3.81	193.68	8.27	13.58	258.67	6.38	2.62	209.78	187.99	13.24	1.17	0.87
Varianza campionaria	0.01	55.71	11.10	2.98	5.64	14.50	37510.62	68.48	184.55	66907.83	40.70	6.87	44009.54	35340.38	175.43	1.36	0.75
Curtosi	0.56	-1.43	4.23	-1.03	2.60	-0.58	2.94	1.71	13.79	1.86	-0.26	6.27	0.26	1.39	0.11	-0.31	1.17
Asimmetria	0.96	-0.25	-1.71	0.21	1.45	0.82	1.56	1.40	3.51	1.50	0.63	2.36	1.15	1.58	0.22	-0.40	1.33
Intervallo	0.44	22.45	14.41	5.96	9.50	12.40	753.26	30.17	64.59	918.98	22.78	10.83	662.43	625.05	51.19	4.38	3.25
Minimo	8.34	6.15	21.39	5.88	0.50	0.30	0.70	0.16	0.21	186.16	3.80	0.22	0.14	3.38	15.36	2.22	1.05
Massimo	8.78	28.60	35.80	11.84	10.00	12.70	753.96	30.33	64.80	1105.14	26.58	11.05	662.57	628.43	66.56	6.59	4.30
Conteggio	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Livello di confidenza(95.0%)	0.05	3.40	1.52	0.79	1.08	1.73	88.16	3.77	6.18	117.74	2.90	1.19	95.49	85.57	6.03	0.53	0.39

Elementi di statistica descrittiva. Stazione 13 (Zadina)

Stazione 13 Zadina 0.5 km dalla costa																	
Statistica descrittiva 2018																	
	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	8.43	17.90	30.54	8.03	2.09	7.06	246.37	8.26	24.37	588.34	15.12	2.73	308.79	184.86	40.20	5.28	2.19
Errore standard	0.03	1.83	0.98	0.46	0.23	1.55	66.37	1.86	4.93	67.08	1.51	0.91	84.96	52.78	3.11	0.16	0.18
Mediana	8.41	19.57	32.15	7.87	2.00	4.80	78.95	6.16	17.90	485.97	13.07	1.40	216.31	80.57	36.29	5.36	1.93
Moda					1.50			0.06				0.22	0.14				
Deviazione standard	0.14	7.97	4.28	1.99	0.98	6.77	289.32	8.09	21.49	292.41	6.60	3.97	370.33	230.08	13.54	0.69	0.78
Varianza campionaria	0.02	63.55	18.30	3.96	0.96	45.78	83703.89	65.42	461.72	85504.62	43.51	15.79	137140.85	52934.91	183.39	0.47	0.61
Curtosi	0.00	-1.57	7.42	-1.51	-1.10	4.27	-0.04	0.62	0.96	1.38	1.04	6.96	7.91	5.61	-0.52	-0.89	1.59
Asimmetria	0.31	-0.23	-2.43	0.08	-0.07	2.09	1.05	1.13	1.10	1.30	1.17	2.55	2.53	2.20	0.65	-0.23	1.28
Intervallo	0.57	23.21	19.23	6.06	3.00	26.40	917.92	28.32	79.42	1072.21	24.47	15.88	1592.29	932.62	43.97	2.46	3.04
Minimo	8.18	5.69	15.90	5.38	0.50	0.90	1.98	0.06	0.21	296.62	7.12	0.22	0.14	3.15	22.16	3.97	1.14
Massimo	8.75	28.89	35.13	11.44	3.50	27.30	919.90	28.37	79.63	1368.83	31.59	16.10	1592.43	935.77	66.13	6.43	4.18
Conteggio	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Livello di confidenza(95.0%)	0.07	3.84	2.06	0.96	0.47	3.26	139.45	3.90	10.36	140.94	3.18	1.92	178.49	110.89	6.53	0.33	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 DLgs 172/15) e stato di qualità

Gennaio-dicembre 2018	CD1 Goro-Ravenna			CD2 Ravenna-Cattolica		
Parametri/Stazioni	2 L.Volano	4 P.Garibaldi	6 Casalborsetti	9 L.Adriano	14 Cesenatico	17 Rimini
Azoxystrobin	0.058	0.031	0.027	0.011	<0.010	<0.010
Chloridazon	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Metalaxyl	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Metolachlor	0.013	0.015	0.012	<0.010	0.011	<0.010
Oxadiazon	0.011	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Boscalid	<0.010	0.011	0.014	<0.010	<0.010	<0.010
Propyzamide	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Thiamethoxam	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Stato	Buono			Buono		

ALLEGATO III - Inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità

Valori medi per stazione delle concentrazioni ($\mu\text{g/l}$) degli inquinanti specifici prioritari (tab. 1\A DLgs 172/15) e stato di qualità

Parametri/ Stazioni	2018					
	CD1 Goro-Ravenna			CD2 Ravenna-Cattolica		
	2	4	6	9	14	17
Alacloro	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cloroalcani C10-C13 (Cl 51,5%)	<0.05	0.08	0.05	0.05	<0.05	<0.05
Antiparassitari del ciclodiene (somma)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Antracene	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Atrazina	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzene	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
Cadmio e composti	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Clorfenvinfos	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Clorpirifos etile	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
DDT totale	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
p,p' DDT	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
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	<0.2	<0.2	<0.2
Difenileteribromurati (somma) *	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00007	<0.00004	<0.00004
Diuron	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Endosulfan (somma)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorobenzene	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorobutadiene	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorocicloesano (somma)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fluorantene	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(a)pirene	<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
Isoproturon	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Mercurio e composti *	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Naftalene	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Nichel e composti	<2	<2	<2	<2	<2	<2
4-Nonilfenolo	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Ottilfenolo	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.004	<0.003
Pentaclorobenzene	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Pentaclorofenolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Piombo e composti	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Simazina	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tetracloruro di carbonio	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Tetracloroetilene	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tricloroetilene	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tributilstagno	<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
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
STATO	Buono			Buono		

* Parametri che non presentano alcun SQA-MA nella tabella 1/A del DLgs 172/15

Valori massimi di concentrazione ($\mu\text{g/l}$) degli inquinanti specifici prioritari (tab. 1\A DLgs 172/15) e stato di qualità

Parametri/ Stazioni	2018					
	CD1 Goro-Ravenna			CD2 Ravenna-Cattolica		
	2	4	6	9	14	17
Alacloro	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cloroalcani C10-C13 (Cl 51,5%)	<0.05	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2
Antiparassitari del ciclodiene (somma) *	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Antracene	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Atrazina	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzene	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
Cadmio e composti	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Clorfenvinfos	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Clorpirifos etile	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
DDT totale *	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
p,p' DDT *	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
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)	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.6
Difenileteribromurati (somma)	<0.00004	0.00006	0.00004	0.00044	0.00005	0.00005
Diuron	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Endosulfan (somma)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorobenzene	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorobutadiene	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Esaclorocicloesano (somma)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fluorantene	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(a)pirene	<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
Isoproturon	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Mercurio e composti	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Naftalene	<0.005	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Nichel e composti	<2	<2	<2	<2	<2	<2
4-Nonilfenolo	0.04	0.03	0.05	<0.03	<0.03	0.04
Ottifenolo *	0.005	0.004	0.004	0.005	0.008	0.005
Pentaclorobenzene *	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Pentaclorofenolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Piombo e composti	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Simazina	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tetracloruro di carbonio	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Tetracloroetilene *	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tricloroetilene *	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tributilstagno	<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
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
STATO	Buono			Buono		

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

ALLEGATO IV - Inquinanti ricercati nel sedimento

Medie/anno di Metalli, Organometalli, Policiclici Aromatici e Pesticidi per **corpo idrico** e relativo stato di qualità

Corpi idrici	CD1 Goro-Ravenna Staz. 302-304-306	CD2 Ravenna-Cattolica Staz. 308-309-314-317-319
Metalli (mg/kg s.s.)		
Cadmio	0.11	<0.10
Mercurio	<0.10	<0.10
Piombo	14.93	7.45
Organometalli (µg/kg s.s.)		
Tributilstagno	1.27	1.86
Policiclici Aromatici (µg/kg s.s.)		
Antracene	<2.0	<2.0
Naftalene	<2.0	<2.0
Pesticidi (µg/kg s.s.)		
Aldrin	<0.10	<0.10
Alfa esaclorocicloesano	<0.10	<0.10
Beta esaclorocicloesano	<0.10	<0.10
Gamma esaclorocicloesano lindano	<0.10	<0.10
Somma DDT	0.89	0.16
Somma DDD	0.29	0.30
Somma DDE	0.75	0.43
Dieldrin	<0.10	<0.10
STATO	Buono	Buono

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

Parametri/ Stazioni	2018							
	CD1 Goro-Ravenna			CD2 Ravenna-Cattolica				
	302	304	306	308	309	314	317	319
Metalli (mg/kg s.s.)								
Cadmio	0.15	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Mercurio	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Piombo	17.95	11.25	15.60	9.20	6.90	4.45	7.20	9.50
Organometalli (µg/kg s.s.)								
Tributilstagno	1.80	1.50	<1	4.90	<1	<1	1.55	1.60
Policiclici Aromatici (µg/kg s.s.)								
Antracene	2.3	<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	2.04	<0.10	0.55	0.18	<0.10	0.21	0.10	0.23
Somma DDD	0.41	0.24	0.23	0.40	0.26	0.11	0.31	0.43
Somma DDE	0.95	0.47	0.83	0.55	0.46	0.37	0.40	0.37
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 OCEANOGRAFICA DAPHNE

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

Tel. 0547 83941

E-mail: daphne@arpae.emr.it