

“MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI TRANSIZIONE DELLA REGIONE VENETO”

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL'ANNO 2015

Rapporto tecnico



A.R.P.A.V. - Direzione Area Tecnico-Scientifica
Dipartimento Provinciale di Venezia
Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari

Padova, Dicembre 2016

ARPAV

Direzione Generale

Nicola Dell'Acqua

Direzione Tecnica

Carlo Terrabujo

Dipartimento Provinciale di Venezia

Loris Tomiato

Progetto e realizzazione

Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari

Paolo Parati

Autori

Sara Ancona, Daniele Bon, Alessandra Girolimetto, Marta Novello

Attività di campionamento

Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari

Andrea Bartenor, Daniele Bon, Daniel Fassina, Alessandra Girolimetto, Valentina Marchesini

Dipartimento Provinciale ARPAV di Rovigo

Luca Boldrin

Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia

Enrico Cabras, Barbara Cremaschi

Attività di analisi di laboratorio e gestione dati LIMS

Dipartimento Regionale Laboratori - sedi di Venezia e Treviso

Dipartimento Provinciale ARPAV di Rovigo – Servizio Stato dell'Ambiente

Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie

Le attività di campionamento nelle lagune di Caorle e Baseleghe vengono svolte in collaborazione con il Consorzio di Bonifica Veneto Orientale

1. PREMESSA	5
2. LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO	6
2.1 Le lagune oggetto di monitoraggio	7
2.2 La rete di stazioni	7
2.3 Gestione del monitoraggio	9
2.3.1 Stato ecologico	10
2.3.1.1 Elementi di qualità fisico-chimica	10
2.3.1.2 EQB Fitoplancton	12
2.3.1.3 EQB Macroalghe e fanerogame	12
2.3.1.4 EQB Macroinvertebrati bentonici	12
2.3.2 Stato chimico	13
2.3.2.1 Matrice acqua	13
2.3.2.2 Matrice sedimento	15
2.3.2.3 Matrice biota	16
2.3.4 Acque a specifica destinazione - acque destinate alla vita dei molluschi	17
2.3.4 Parametri e frequenze	19
2.3.5 Campionamento ed analisi	19
2.4 Gestione dei dati	21
3. ANALISI DEI RISULTATI – STATO ECOLOGICO	21
3.1 Situazione meteo climatica nell'anno 2015	22
3.2 Elementi di qualità fisico-chimica	23
3.2.1 Dati fisico-chimici	23
3.2.2 Nutrienti disciolti	28
3.2.2.1 Stato dei nutrienti	33
3.3 EQB Fitoplancton	36
3.3.1 Fitoplancton	36
3.3.2 Clorofilla "a"	40
3.3.3 Alghe potenzialmente tossiche	45
4. ANALISI DEI RISULTATI – STATO CHIMICO	45
4.1 Acqua	45
4.2 Sedimento	47
4.3 Molluschi	50
5. ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI	51
6. ALTRI RILEVAMENTI	52
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	54
8. BIBLIOGRAFIA E NORMATIVA	58

ALLEGATO 1 – RETE DI MONITORAGGIO	61
--	-----------

ALLEGATO 2 – EQB FITOPLANCTON: LISTA SPECIE	63
--	-----------

1. Premessa

Il presente documento, redatto dal Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari di ARPAV, illustra i risultati del programma di monitoraggio effettuato nel corso dell'anno 2015 negli ambienti di transizione di competenza della Regione Veneto, in applicazione del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.. Con il D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale", che abroga il D.Lgs. 152/1999, lo Stato italiano ha recepito la Direttiva Quadro in materia di Acque, Direttiva 2000/60/CE. Tale nuovo impianto normativo ha introdotto nel monitoraggio ambientale elementi finalizzati alla classificazione dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque di transizione, oltre a definire i criteri per la delimitazione degli ambienti di transizione (lagune e stagni costieri, foci fluviali). Per i corpi idrici superficiali lo stato ambientale deve essere definito sulla base del grado di scostamento rispetto alle condizioni di un corpo idrico di riferimento avente caratteristiche, biologiche, idromorfologiche e fisico-chimiche, tipiche di un corpo idrico immune da impatti antropici. A seconda dell'entità dello scostamento dalle condizioni ottimali viene attribuito uno stato di qualità che può essere **elevato (high)**, **buono (good)**, **sufficiente (moderate)**, **scarso (poor)**, oppure **cattivo (bad)**.

Al fine di fornire indicazioni specifiche per la trattazione di alcune tematiche (tipologia del corpo idrico, condizioni di riferimento, reti di monitoraggio, sistema di classificazione) sono stati pertanto emanati tre decreti ministeriali attuativi del D.Lgs. 152/2006:

- il D.M. 131/2008 recante i criteri tecnici per la caratterizzazione e tipizzazione dei corpi idrici;
- il D.M. 56/2009 relativo alle procedure per il monitoraggio e l'identificazione delle condizioni di riferimento per i corpi idrici;
- il D.M. 260/2010 riguardante le modalità di classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali.

Quest'ultimo ha, di fatto, introdotto un approccio innovativo nella valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici, integrando sia aspetti chimici sia biologici. Lo stato ecologico viene valutato attraverso lo studio degli elementi biologici (composizione e abbondanza), supportati da quelli idromorfologici, chimici e chimico-fisici. Altra modifica introdotta riguarda le modalità di progettazione del monitoraggio. Sono previste, infatti, tre diverse tipologie di monitoraggio: sorveglianza, operativo, indagine, definite in funzione dello stato di "rischio", basato sulla valutazione della capacità di un corpo idrico di raggiungere, o meno, gli obiettivi di qualità ambientale previsti per il 2015, cioè il raggiungimento/mantenimento dello stato ambientale "buono" o il mantenimento, laddove già esistente, dello stato "elevato".

In particolare, la classificazione dello stato ecologico delle acque di transizione è definita sulla base del monitoraggio dei seguenti elementi di qualità biologica (EQB): Fitoplancton, Macrofite (macroalghe e fanerogame), Macroinvertebrati bentonici, Fauna ittica. Accanto al monitoraggio degli elementi di qualità biologica, è stato introdotto il monitoraggio di parametri fisico-chimici e idromorfologici, rispettivamente nella matrice acqua e nella matrice sedimento. Tali parametri sono considerati dalla direttiva come elementi a supporto degli elementi di qualità biologica e sono utilizzati per una migliore interpretazione dei dati derivanti dal monitoraggio degli elementi di

qualità biologica (EQB), al fine di garantire la corretta classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici e indirizzare gli interventi gestionali.

La classificazione dello stato chimico degli ambienti di transizione può essere effettuata sulla base del monitoraggio delle sostanze prioritarie e pericolose-prioritarie nella matrice acqua, sedimento o biota (molluschi). L'integrazione delle indagini chimiche sul sedimento con saggi ecotossicologici permette di evidenziare eventuali effetti ecotossicologici a breve e a lungo termine.

I corpi idrici delle acque di transizione della Regione Veneto sono stati individuati come "a rischio di non raggiungere l'obiettivo di qualità buono nel 2015", di conseguenza il raggiungimento di tale obiettivo viene posticipato al 2021.

Il monitoraggio per la definizione dello stato chimico e dello stato ecologico viene realizzato da ARPAV nelle lagune di Caorle e Baseleghe, nelle lagune di Caleri, Marinetta, Vallona, Barbamarco, Canarin e Scardovari e nei 5 rami del delta del Po (foci a delta).

Per quanto riguarda le foci fluviali, infatti, prosegue per il terzo anno il monitoraggio dei corpi idrici "rami del delta del Po" per la valutazione dello stato ecologico e chimico. In assenza di indicazioni normative specifiche sulle modalità di classificazione di tali corpi idrici, è stato applicato lo stesso monitoraggio effettuato negli altri corpi idrici di transizione (con l'eccezione dell'EQB Macrofite).

Il programma di monitoraggio effettuato nel 2015 ha integrato, come di consueto, la rete istituita per il controllo dello stato di qualità dei corpi idrici con la rete finalizzata al controllo dei requisiti di qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi, come indicato dall'articolo 87 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.. Tale articolo prevede che, per le acque salmastre sede di banchi e popolazioni naturali di molluschi bivalvi e gasteropodi, siano effettuati dei monitoraggi periodici al fine di verificare i requisiti di qualità di cui alla tabella 1/C dell'allegato II alla parte terza del Decreto.

Per quanto riguarda la Laguna di Venezia, il presente rapporto tratta esclusivamente i risultati di quest'ultima tipologia di indagine (conformità alla vita dei molluschi). Per la definizione dello stato ecologico dei corpi idrici della Laguna di Venezia è stato attivato, per gli anni 2013-2015, uno specifico Piano di Monitoraggio Operativo, in collaborazione con ISPRA, mentre il monitoraggio chimico è condotto dal Provveditorato alle opere pubbliche Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia. Per i relativi risultati si rimanda a specifico rapporto tecnico.

2. La rete regionale di monitoraggio

Nell'anno 2009 ha preso il via il programma di monitoraggio "operativo" che, secondo il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., deve essere applicato a tutti i corpi idrici a rischio di non raggiungere lo stato buono entro il 2015. I corpi idrici "non a rischio" e "probabilmente a rischio" di non raggiungere il buono stato ecologico entro il 2015 sono sottoposti al monitoraggio di sorveglianza, da effettuare per 1 anno ogni 6 anni, che prevede la misura di tutti gli elementi di qualità biologica, idromorfologica e fisico-chimica.

Il monitoraggio operativo relativo alle indagini per la definizione dello stato ecologico prevede la limitazione e l'indirizzo dell'indagine ai parametri biologici più sensibili alle specifiche pressioni a cui il corpo idrico è soggetto. Un'analisi corretta ed approfondita delle pressioni che insistono sul corpo idrico e un'adeguata conoscenza della relazione tra pressione e stato per i vari elementi di qualità biologica sono alla base della programmazione del monitoraggio operativo.

Tenuto conto delle molteplici pressioni che insistono sui corpi idrici lagunari veneti, si è deciso di monitorare, per il triennio di riferimento (2014-2016) tutti gli elementi di qualità biologica ad eccezione dell'EQB Fauna ittica. In particolare, nel corso dell'anno 2015 è stato monitorato l'elemento di qualità biologica Fitoplancton, mentre Macrofite e Macroinvertebrati bentonici sono stati monitorati nel corso del 2014.

2.1 Le lagune oggetto di monitoraggio

A partire dal 2008, ARPAV ha proceduto con la prima applicazione sperimentale del monitoraggio delle acque di transizione del Veneto ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (qualità ambientale), definendo i seguenti ambiti:

- Lagune del Distretto Alpi Orientali (Caorle, Baseleghe, Caleri, Marinetta, Vallona);
- Lagune del Distretto Padano (Barbamarco, Canarin, Scardovari).

Studi sulla risalita del cuneo salino condotti tra il 2005 ed il 2008 da ARPAV, in collaborazione con Arpa Emilia Romagna e Autorità di Bacino del Fiume Po, hanno permesso di tipizzare anche i rami del delta del Po come "Foci fluviali a delta", individuando 5 corpi idrici (Po di Maistra, Po di Pila, Po di Tolle, Po di Gnocca, Po di Goro, quest'ultimo interregionale). Un monitoraggio specifico per questi corpi idrici è stato attivato a partire dal 2013.

L'attività di monitoraggio per la valutazione di conformità delle acque di transizione alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/1999 e D.Lgs. 152/2006) invece prende avvio a partire dal 2002 per tutti i corpi idrici lagunari identificati, ad eccezione delle foci fluviali a delta.

Nella mappa di Figura 1 si riporta la localizzazione dei corpi idrici di transizione oggetto del monitoraggio nel corso del 2015.

2.2 La rete di stazioni

La Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque di Transizione per l'anno 2015 risulta complessivamente costituita da 98 punti di campionamento (acqua, molluschi, sedimento-benthos, macrofite), suddivisi tra Laguna di Caorle-Baseleghe (9), Laguna di Venezia (24) e corpi idrici della provincia di Rovigo (65).

Sono inoltre previste, analogamente a quanto effettuato nel 2014, stazioni di monitoraggio aggiuntive per il controllo dei parametri chimico-fisici dell'acqua. Si tratta di 3 stazioni a Caorle, 3 a Baseleghe e 35 nelle lagune della provincia di Rovigo, nelle quali vengono effettuate indagini delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque mediante sonda multiparametrica CTD e dei parametri meteo-marini mediante strumentazione portatile e osservazioni in campo.

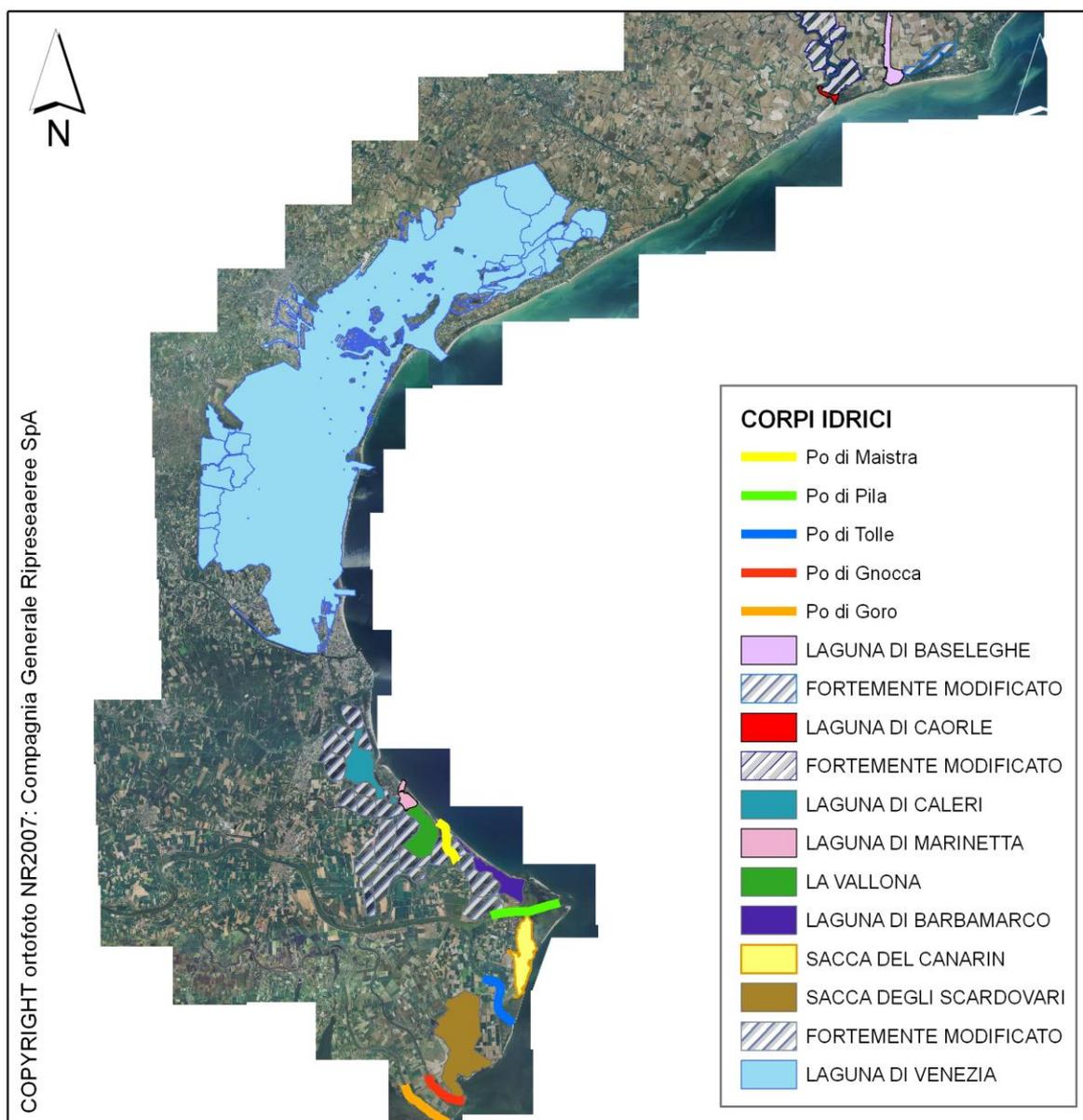


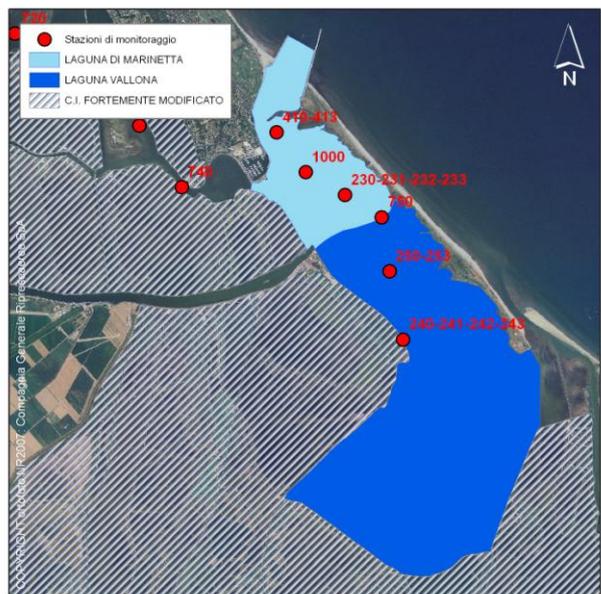
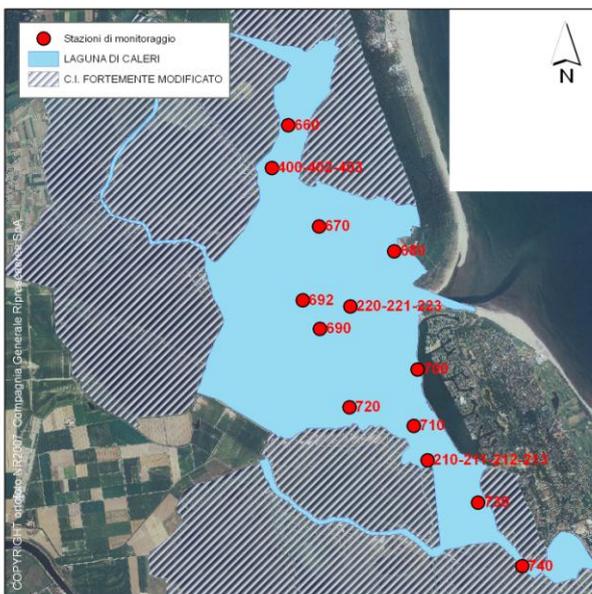
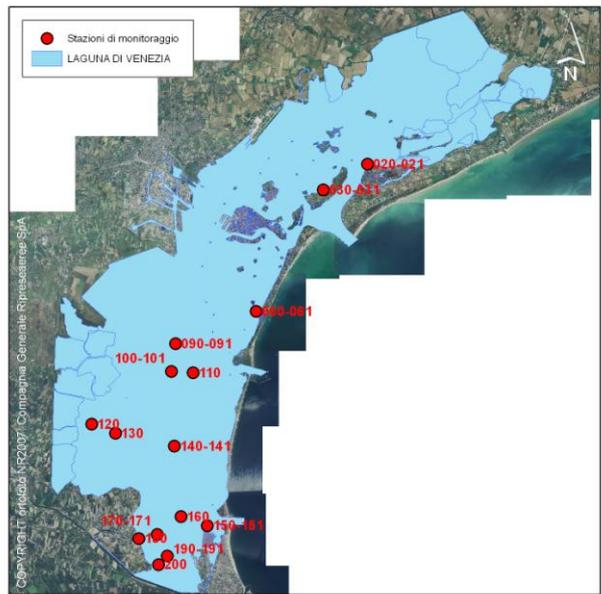
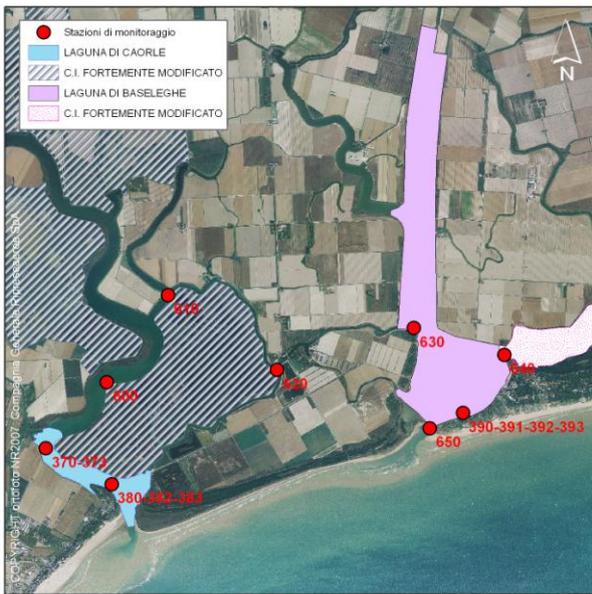
Figura 1 – Le Acque di transizione del Veneto (mappa di insieme)

Inoltre, si evidenzia che, in questi ultimi anni, alcune lagune della Provincia di Rovigo sono monitorate anche in continuo mediante 7 boe, posizionate nelle lagune di Marinetta (1), Vallona (1), Barbamarco (1), Canarin (1), Basson (1) e Scardovari (2), in base ad un accordo di programma tra ARPAV, Provincia di Rovigo, Consorzio di Bonifica Delta Po e ULSS di Adria. Si riporta in Figura 2 la localizzazione delle stazioni di prelievo con i relativi codici nazionali. Il codice è costituito da 3 cifre. Di queste 3 cifre, le prime due costituiscono un numero d'ordine progressivo, mentre la terza (i.e. l'ultima) individua la matrice campionata: 0 per acqua; 1 per molluschi da banchi naturali; 2 per sedimento (e macroinvertebrati bentonici); 3 per macrofite. In Allegato 1 si riporta la georeferenziazione di tutta la rete di monitoraggio.

2.3 Gestione del monitoraggio

Il programma di monitoraggio regionale delle acque di transizione del Veneto è elaborato da ARPAV su base annua e si colloca all'interno del monitoraggio previsto dalla Direttiva Quadro 2000/60/CE, di durata triennale e di tipo operativo, che riguarda il periodo 2014-2016.

Le attività di controllo e misura eseguite nel 2015 sono finalizzate alla valutazione dello stato ecologico (fitoplancton, macroinvertebrati bentonici, macrofite ed elementi di qualità fisico-chimica ed idromorfologica a supporto), dello stato chimico (matrici acqua, sedimento e biota) e della conformità alla vita dei molluschi.



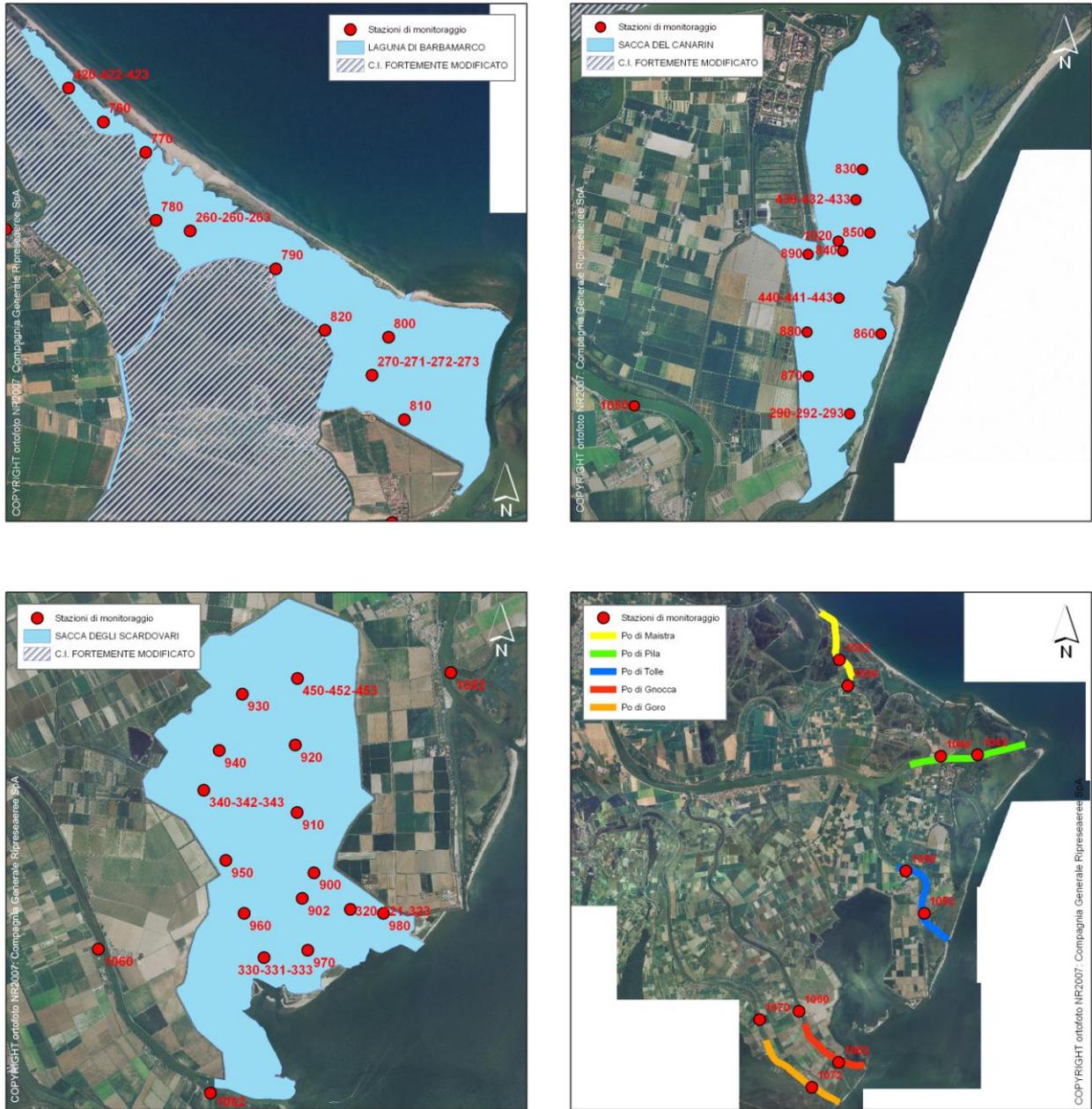


Figura 2 – Le Acque di transizione del Veneto (mappe di dettaglio) – dall’alto verso il basso: lagune di Caorle-Baseleghe, Venezia (solo monitoraggio acque destinate alla vita dei molluschi), Caleri, Marinetta-Vallona, Barbamarco, Canarin, Scardovari e i rami del delta del Po

2.3.1 Stato ecologico

2.3.1.1 Elementi di qualità fisico-chimica

Ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE), le misure dei parametri fisico-chimici della colonna d’acqua rientrano propriamente fra gli elementi a supporto dei parametri biologici. Il monitoraggio dei parametri fisico-chimici relativi alle acque va eseguito, con frequenza trimestrale, negli habitat monitorati per gli elementi di qualità biologica Macrofite e Fitoplancton; il campionamento di acqua va effettuato sullo strato superficiale (0.2 - 0.5 metri di profondità).

Il monitoraggio degli elementi di qualità fisico-chimica ha riguardato tutte le stazioni della matrice acqua appartenenti alla rete (25 stazioni).

Parametri da determinare nelle acque (obbligatori) con frequenza trimestrale:

- ammonio totale (N-NH₃ + N-NH₄⁺; TAN)*;
- azoto ossidato (N-NO_x)*;
- fosforo inorganico disciolto (SRP)*;
- particolato sospeso (TSS)*;
- trasparenza (Tr);
- clorofilla *a***;
- temperatura (t);
- ossigeno disciolto (DO);
- pH;
- salinità (S);
- profondità (D).

* parametri obbligatori solo nelle stazioni per Fitoplancton e Macrofite

** parametro obbligatorio solo per le Macrofite qualora non sia già monitorato l'EQB Fitoplancton.

Rientra tra gli elementi fisico-chimici a sostegno degli elementi di qualità biologica anche lo stato di ossigenazione delle acque di fondo, da valutare con un monitoraggio in continuo o in alternativa mediante il campionamento del sedimento per l'analisi dei solfuri volatili disponibili e del ferro labile (AVS-LFe); questa metodologia, infatti, permette di valutare eventuali fenomeni di anossia pregressi o in corso nei corpi idrici monitorati.

Il monitoraggio completo prevede 3 periodi di indagine:

- o giugno-luglio, durante o appena dopo le maree di quadratura;
- o luglio-settembre, quando il rischio di anossia è massimo;
- o febbraio-marzo, in concomitanza con le maree di sizige, quando la riossigenazione è massima.

A seconda della concentrazione di ferro labile e del rapporto tra la concentrazione di solfuri volatili e quella di ferro labile è possibile attribuire una determinata classe di rischio (Ipossia episodica, Ipossia frequente-Anossia episodica e Anossia da frequente a persistente).

Lo stato di ossigenazione dei corpi idrici, assieme alle concentrazioni di nutrienti e agli elementi di qualità biologica EQB (Macroinvertebrati bentonici e Macrofite), concorre alla determinazione dello stato ecologico finale dei corpi idrici monitorati.

Il monitoraggio dei solfuri volatili disponibili e del ferro labile è stato effettuato su di un sottoinsieme di 8 stazioni, una per corpo idrico lagunare, scelte tra quelle della matrice sedimento. La scelta è stata effettuata prediligendo le stazioni che, per motivi di circolazione idrodinamica e di confinamento, sono maggiormente interessate da crisi distrofiche e anossiche. Le stazioni sono: 392 nella Laguna di Baseleghe, 382 nella Laguna di Caorle, 692 nella Laguna

di Caleri, 232 nella Laguna di Marinetta, 242 nella Laguna Vallona, 422 nella Laguna di Barbamarco, 432 nella Sacca del Canarin, 452 nella Sacca di Scardovari.

2.3.1.2 EQB Fitoplancton

Il campionamento è previsto a livello dell'acqua superficiale (0.2 - 0.5 metri di profondità), in marea di quadratura, nei mesi di febbraio, maggio, agosto e novembre. Qualora il corpo idrico presenti uno stato trofico elevato, si potrà valutare di attuare nei mesi estivi un monitoraggio con frequenza mensile ed attuare sistemi di monitoraggio automatici.

Parametri obbligatori da analizzare:

per stazione su almeno 400 cellule:

- composizione e abbondanza specifica del fitoplancton;
- biomassa totale, come clorofilla a.

Il monitoraggio del fitoplancton è stato effettuato in tutte le stazioni in cui era previsto il campionamento della matrice acqua (25 stazioni).

2.3.1.3 EQB Macroalghe e fanerogame

Il campionamento delle macrofite è previsto 2 volte l'anno con frequenza triennale nei periodi di massima crescita (maggio-giugno) e di senescenza della vegetazione (settembre-ottobre) e può essere eseguito dall'imbarcazione con l'ausilio di un rastrello o in immersione, a seconda della batimetria e delle condizioni climatiche.

Parametri obbligatori da analizzare:

- taxa macroalgali presenti, definiti a livello di specie;
- copertura totale percentuale delle macroalghe;
- abbondanza relativa percentuale delle macroalghe dominanti (divise almeno in taxa di alto valore ecologico (score 2) e Rhodophyta e Chlorophyta di score 0 o 1);
- taxa di fanerogame marine presenti, definiti a livello di specie, e copertura percentuale delle singole specie.

Per quanto riguarda gli indici disponibili per la valutazione dello stato ecologico, è ufficialmente riconosciuto a livello nazionale il Macrophyte Quality Index (MaQI).

Il monitoraggio delle macrofite è stato effettuato nel 2014.

2.3.1.4 EQB Macroinvertebrati bentonici

E' previsto un campionamento annuale con frequenza triennale nel periodo primaverile.

Parametri obbligatori:

- riconoscimento tassonomico fino al raggiungimento del livello di specie per crostacei, molluschi, policheti ed echinodermi;
- abbondanza e ricchezza specifica.

Il monitoraggio dei macroinvertebrati bentonici è stato effettuato nel 2014.

Per quanto riguarda gli indici disponibili per la valutazione dello stato ecologico sulla base della comunità macrozoobentonica, è ufficialmente riconosciuto a livello nazionale il M-AMBI (Multivariate-Azti Marine Biotic Index).

2.3.2 Stato chimico

2.3.2.1 Matrice acqua

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 260 dell'8 novembre 2010, avente come oggetto il Regolamento recante "i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo", individua gli standard di qualità per lo stato chimico, per le matrici acqua, sedimento e biota (sostanze appartenenti all'elenco di priorità).

Lo stesso Decreto individua gli standard per un insieme di sostanze, non appartenenti all'elenco di priorità, che concorrono assieme agli elementi di qualità chimico fisica e biologica alla definizione dello stato ecologico.

La frequenza di campionamento sulla matrice acqua, come indicata in Tabella 3.7 del sopracitato D.M. è prevista mensile per le sostanze appartenenti all'elenco di priorità e trimestrale per quelle non appartenenti all'elenco di priorità.

Dall'analisi dei dati raccolti negli anni precedenti si evince che la maggior parte delle sostanze considerate è al di sotto del relativo standard (SQA) e spesso del limite di quantificazione della metodica analitica (LOQ).

L'uso ragionato di dati sulla matrice sedimento permette di ovviare con buon risultato alla parziale carenza di dati sulla matrice acquosa, soprattutto quando l'inquinante abbia forte affinità per il carbonio organico piuttosto che per l'acqua, unitamente ad una valutazione della loro eventuale tossicità a breve e a lungo termine attraverso batterie di saggi biologici costituite da tre specie-test di differenti livelli trofici (batteri, alghe, crostacei).

La valutazione dei dati pregressi in acque fluviali, da cui dipende in gran parte lo stato di qualità delle acque di transizione e marino costiere, l'analisi dei dati di vendita per pesticidi/biocidi e l'elenco delle potenziali fonti di origine delle sostanze pericolose (scarichi ed emissioni industriali, depuratori, attività agricole etc.) hanno permesso la valutazione sulle frequenze e sul pannello analitico da eseguire (tabelle 1/A e 1/B). In considerazione di tutto ciò, oltre che per una valutazione costi/benefici, si è scelto di applicare una frequenza trimestrale, sia per le sostanze appartenenti, che per quelle non appartenenti all'elenco di priorità.

Sono state monitorate 15 stazioni della rete: 390 nella Laguna di Baseleghe, 380 nella Laguna di Caorle, 220 nella Laguna di Caleri, 230 e 410 nella Laguna di Marinetta, 250 nella Laguna Vallona, 260 nella Laguna di Barbamarco, 430 nella Sacca del Canarin, 330 e 340 nella Sacca di Scardovari, 1030, 1040, 1050, 1060, 1070 nei 5 rami del delta.

Tabella 4 – Elenco degli inquinanti sintetici ricercati nella matrice acqua

DETERMINAZIONI ANALITICHE	UDM	DETERMINAZIONI ANALITICHE	UDM
Metalli			
		Mecoprop (Acido 2,4 metilclorofenossipropanoico)	µg/L
Cadmio disciolto (Cd)	µg/L	Metalaxil	µg/L
Mercurio disciolto (Hg)	µg/L	Metalaxil-M	µg/L
Nichel disciolto (Ni)	µg/L	Metamitron	µg/L
Piombo disciolto (Pb)	µg/L	Metolachlor	µg/L
Arsenico	µg/L	Metossifenozone	µg/L
Cromo totale	µg/L	Metribuzina	µg/L
IPA totali ⁽¹⁾			
		Molinate	µg/L
Antracene	µg/L	Nicosulfuron	µg/L
Benzo(a)pirene	µg/L	Oxadiazon	µg/L
Benzo(b)fluorantene	µg/L	Penconazolo	µg/L
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	Pendimetalin	µg/L
Benzo(k)fluoranthene	µg/L	Procimidone	µg/L
Fluorantene	µg/L	Propanil	µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/L	Propizamide	µg/L
Naftalene	µg/L	Quizalofop-etile	µg/L
Erbicidi e pesticidi			
		Rimsulfuron	µg/L
2,4 D (Acido 2,4 diclorofenossiacetico)	µg/L	Simazina	µg/L
2,4,5 T (Acido 2,4,5, triclofenossiacetico)	µg/L	Tebuconazolo	µg/L
2,4' DDT	µg/L	Terbutilazina	µg/L
4,4' DDD	µg/L	Terbutrina	µg/L
4,4' DDE	µg/L	Trifluralin	µg/L
4,4' DDT	µg/L	Pesticidi fosforati	
DDT totale (come somma dei 4 isomeri sopra) ⁽²⁾	µg/L	Clorfenvinfos	µg/L
Acetochlor	µg/L	Chlorpirifos (Chlorpirifos etile)	µg/L
Alaclor	µg/L	Chlorpirifos-metile	µg/L
Aldrin	µg/L	Organometalli	
Atrazina	µg/L	Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	µg/L
Azinfos metile	µg/L	Trifenilstagno	µg/L
Azoxystrobin	µg/L	Alchilfenoli	
Bentazone	µg/L	4-n- Nonilfenolo	µg/L
Boscalid	µg/L	tert-Ottilfenolo (4-(1,1', 3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	µg/L
Captano	µg/L	Composti organici	
Clomazone	µg/L	1,2 Diclorobenzene	µg/L
Cloridazon	µg/L	1,3 Diclorobenzene	µg/L
Desetilatraxina	µg/L	1,4 Diclorobenzene	µg/L
Desetilterbutilazina	µg/L	Triclorobenzeni ⁽³⁾	µg/L
Dicamba	µg/L	1,2,3 Triclorobenzene	µg/L
Dieldrin	µg/L	1,2,4 Triclorobenzene	µg/L
Dimetenamide	µg/L	1, 3, 5 Triclorobenzene	µg/L
Dimetoato	µg/L	1,2-Dicloroetano	µg/L
Dimetomorf	µg/L	1,1,1 Tricloroetano	µg/L
Diuron	µg/L	Benzene	µg/L
Endosulfan (isomeri)	µg/L	Clorobenzene	µg/L
Endrin	µg/L	Cloruro di vinile	µg/L
Esaclorobenzene	µg/L	Di-2-etilesilftalato	µg/L
Esaclorocicloesano	µg/L	Esaclorobutadiene	µg/L
Etofumesate	µg/L	Esaclorocicloesano	µg/L
Flufenacet	µg/L	Pentaclorobenzene	µg/L
Folpet	µg/L	Pentaclorofenolo	µg/L
Isodrin	µg/L	Tetracloroetilene (percloroetilene)	µg/L
Isoproturon	µg/L	Tetracloruro di carbonio (tetraclorometano)	µg/L
Lenacil	µg/L	Toluene	µg/L
Linuron	µg/L	Tricloroetilene	µg/L
Malathion	µg/L	Triclorometano (cloroformio)	µg/L
MCPA (Acido 2,4 metilclorofenossi acetico)	µg/L	Xileni (o+m+p)	µg/L

⁽¹⁾ Per il gruppo di sostanze prioritarie "idrocarburi policiclici aromatici" (IPA) vengono rispettati l'SQA per il benzo(a)pirene, l'SQA relativo alla somma di benzo(b)fluorantene e benzo(k)fluorantene e l'SQA relativo alla somma di benzo(g,h,i)perilene e indeno(1,2,3-cd)pirene.

⁽²⁾ Il DDT totale comprende la somma degli isomeri 1,1,1-tricloro-2,2 bis(p-clorofenil)etano (numero CAS 50-29-3; numero UE 200-024-3), 1,1,1-tricloro-2(o-clorofenil)-2-(p-clorofenil)etano (numero CAS 789-02-6; numero UE 212-332-5), 1,1-dicloro-2,2 bis(p-clorofenil)etilene (numero CAS 72-55-9; numero UE 200-784-6) e 1,1-dicloro-2,2 bis(p-clorofenil)etano (numero CAS 72-54-8; numero UE 200-783-0).

⁽³⁾ Triclorobenzeni: lo standard di qualità si riferisce ad ogni singolo isomero.

In Tabella 4 si riporta l'elenco dei parametri analizzati sulla matrice acqua.

2.3.2.2 Matrice sedimento

Il campionamento della matrice sedimento per la ricerca degli inquinanti sintetici, come indicato in tabella 3.7 del D.M. 260/2010, è previsto con frequenza annuale, sia per le sostanze appartenenti, che per quelle non appartenenti all'elenco di priorità.

Il campionamento, effettuato nel mese di maggio, ha interessato un totale di 19 stazioni: 382 nella Laguna di Caorle, 392 nella Laguna di Baseleghe, 212, 402 e 692 nella Laguna di Caleri, 232 nella Laguna di Marinetta, 242 nella Laguna Vallona, 272 e 422 nella Laguna di Barbamarco, 292 e 432 nella Sacca del Canarin, 342, 452 e 902 nella Sacca di Scardovari, 1032, 1042, 1052, 1062, 1072 nei 5 rami del delta.

Tabella 5 – Elenco parametri ricercati nella matrice sedimento delle lagune della provincia di Rovigo

DETERMINAZIONI ANALITICHE	UDM	DETERMINAZIONI ANALITICHE	UDM
Metalli		DDT ⁽²⁾	µg/kg s.s.
Cadmio	mg/kg s.s.	DDD ⁽²⁾	µg/kg s.s.
Mercurio	mg/kg s.s.	DDE ⁽²⁾	µg/kg s.s.
Nichel	mg/kg s.s.	DD's Totali	µg/kg s.s.
Piombo	mg/kg s.s.	Dieldrin	µg/kg s.s.
Arsenico	mg/kg s.s.	Policlorobifenili e Diossine	
Cromo totale	mg/kg s.s.	PCB-28	µg/kg s.s.
Cromo VI	mg/kg s.s.	PCB-52	µg/kg s.s.
Organo metalli		PCB-77	µg/kg s.s.
Tributilstagno	µg/kg s.s.	PCB-81	µg/kg s.s.
Policiclici Aromatici		PCB-101	µg/kg s.s.
Acenaftene	µg/kg s.s.	PCB-118	µg/kg s.s.
Antracene	µg/kg s.s.	PCB-126	µg/kg s.s.
Benzo(a)antracene	µg/kg s.s.	PCB-128	µg/kg s.s.
Benzo(a)pirene	µg/kg s.s.	PCB-138	µg/kg s.s.
Benzo(b)fluorantene	µg/kg s.s.	PCB-153	µg/kg s.s.
Benzo(g,h,i)perilene	µg/kg s.s.	PCB-156	µg/kg s.s.
Benzo(k)fluorantene	µg/kg s.s.	PCB-169	µg/kg s.s.
Crisene	µg/kg s.s.	PCB-180	µg/kg s.s.
Dibenzo(a,h)antracene	µg/kg s.s.	PCB totali ⁽³⁾	µg/kg s.s.
Fenantrene	µg/kg s.s.	Diossine, furani e PCB diossina simili	µg/kg s.s.
Fluorantene	µg/kg s.s.	GRANULOMETRIA	
Fluorene	µg/kg s.s.	Ghiaia	%
Indenopirene	µg/kg s.s.	Sabbia	%
IPA totali ⁽¹⁾	µg/kg s.s.	Pelite	%
Naftalene	µg/kg s.s.	ANALISI BIOLOGICHE	
Pirene	µg/kg s.s.	Saggi ecotossicologici	
Pesticidi		<i>Vibrio fischeri</i> (fase liquida)	testo
Esaclorobenzene	µg/kg s.s.	<i>Vibrio fischeri</i> (fase liquida) EC50 - 30 min.	%
Aldrin	µg/kg s.s.	<i>Vibrio fischeri</i> (fase liquida) EC50 - 30 min. (TU)	TU
Alfa esaclorocicloesano	µg/kg s.s.	<i>Vibrio fischeri</i> (fase solida)	STI
Beta esaclorocicloesano	µg/kg s.s.	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	TU
delta-HCH Esaclorocicloesano	µg/kg s.s.	<i>Brachionus plicatilis</i>	%
Gamma esaclorocicloesano lindano	µg/kg s.s.		

⁽¹⁾ La somma è riferita ai seguenti IPA: (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fenantrene, Fluorantene, Benzo(a) antracene, Crisene, Benz(b) fluorantene, Benzo(k) fluorantene, Benz(a)pirene, dibenzo(a,h)antracene, antracene, pirene, benzo(g,h,i) perilene, Indeno(1,2,3)c,d pirene, fluorene).

⁽²⁾ DDE, DDD, DDT: lo standard è riferito alla somma degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza.

⁽³⁾ PCB totali, lo standard è riferito alla sommatoria dei seguenti congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180.

Sulla base delle fonti di pressione, che risultano differenti nei diversi corpi idrici, sono state individuati due distinti pannelli analitici, uno per le lagune della provincia di Rovigo e uno per le lagune di Caorle e Baseleghe, come riportato nelle Tabelle 5 e 6.

Entrambi i pannelli analitici prevedono l'applicazione di saggi ecotossicologici su tre diversi livelli trofici.

Tabella 6 – Elenco parametri ricercati nella matrice sedimento delle lagune di Caorle e Baseleghe

DETERMINAZIONI ANALITICHE	UDM	DETERMINAZIONI ANALITICHE	UDM
Metalli		PCB-77	µg/kg s.s.
Mercurio	mg/kg s.s.	PCB-81	µg/kg s.s.
Cromo VI	mg/kg s.s.	PCB-101	µg/kg s.s.
Organo metalli		PCB-118	µg/kg s.s.
Tributilstagno	µg/kg s.s.	PCB-126	µg/kg s.s.
Policiclici Aromatici		PCB-128	µg/kg s.s.
Acenaftene	µg/kg s.s.	PCB-138	µg/kg s.s.
Antracene	µg/kg s.s.	PCB-153	µg/kg s.s.
Benzo(a)antracene	µg/kg s.s.	PCB-156	µg/kg s.s.
Benzo(a)pirene	µg/kg s.s.	PCB-169	µg/kg s.s.
Benzo(b)fluorantene	µg/kg s.s.	PCB-180	µg/kg s.s.
Benzo(g,h,i)perilene	µg/kg s.s.	PCB totali ⁽²⁾	µg/kg s.s.
Benzo(k)fluorantene	µg/kg s.s.	Diossine, furani e PCB diossina simili	µg/kg s.s.
Crisene	µg/kg s.s.	GRANULOMETRIA	
Dibenzo(a,h)antracene	µg/kg s.s.	Ghiaia	%
Fenantrene	µg/kg s.s.	Sabbia	%
Fluorantene	µg/kg s.s.	Pelite	%
Fluorene	µg/kg s.s.	ANALISI BIOLOGICHE	
Indenopirene	µg/kg s.s.	Saggi ecotossicologici	
IPA totali ⁽¹⁾	µg/kg s.s.	<i>Vibrio fischeri</i> (fase liquida)	testo
Naftalene	µg/kg s.s.	<i>Vibrio fischeri</i> (fase liquida) EC50 - 30 min.	%
Pirene	µg/kg s.s.	<i>Vibrio fischeri</i> (fase liquida) EC50 - 30 min. (TU)	TU
Policlorobifenili e Diossine		<i>Vibrio fischeri</i> (fase solida)	STI
PCB-28	µg/kg s.s.	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	TU
PCB-52	µg/kg s.s.	<i>Brachionus plicatilis</i>	%

⁽¹⁾ La somma è riferita ai seguenti IPA: (Naftalene, acenaftene, Acenaftilene, Fenantrene, Fluorantene, Benz(a) antracene, Crisene, Benz(b) fluorantene, Benzo(k) fluorantene, Benz(a)pirene, dibenzo(a,h)antracene, antracene, pirene, benzo(g,h,i) perilene, Indeno(1,2,3)c,d pirene, fluorene).

⁽²⁾ PCB totali, lo standard è riferito alla sommatoria dei seguenti congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180.

2.3.2.3 Matrice biota

Il campionamento della matrice biota (molluschi) per la ricerca degli inquinanti sintetici è previsto, come indicato in tabella 3.7 del D.M. 260/2010, con frequenza annuale. In caso di ulteriori campionamenti la successiva valutazione di conformità deve essere effettuata sulla media dei campionamenti disponibili.

Il monitoraggio, realizzato con frequenza semestrale, ha interessato un totale di 19 stazioni: 391 nella laguna di Baseleghe, 211 e 221 nella laguna di Caleri, 231 nella laguna di Marinetta, 241 nella laguna Vallona, 261 e 271 nella laguna di Barbamarco, 441 nella Sacca del Canarin, 321 e 331 nella Sacca di Scardovari, 021, 031, 061, 091, 101, 141, 151, 171, 191 in laguna di Venezia.

I parametri per i quali il decreto (Tabella 3/A del D.M. 260/2010) indica standard chimici nella matrice biota sono: mercurio e composti, esaclorobutadiene e esaclorobenzene.

Il pannello analitico applicato alla matrice biota (Tabella 7) comprende, oltre ai suddetti parametri, anche quelli relativi alla valutazione della conformità alla vita dei molluschi (paragrafo 2.3.4).

Tabella 7 – Determinazioni analitiche sul biota (molluschi)

DETERMINAZIONI ANALITICHE	UDM	DETERMINAZIONI ANALITICHE	UDM
Metalli pesanti		beta HCH Esaclorocicloesano (b)	µg/Kg peso secco
Argento	mg/Kg peso secco	gamma HCH Esaclorocicloesano (c)	µg/Kg peso secco
Arsenico	mg/Kg peso secco	delta HCH Esaclorocicloesano (d)	µg/Kg peso secco
Cadmio	mg/Kg peso secco	Aldrin	µg/Kg peso secco
Cromo	mg/Kg peso secco	Dieldrin	µg/Kg peso secco
Mercurio	mg/Kg peso secco	Esaclorobenzene	µg/Kg peso secco
Mercurio	µg/Kg peso umido	Esaclorobenzene	µg/Kg peso umido
Nichelio	mg/Kg peso secco	Idrocarburi clorurati	
Piombo	mg/Kg peso secco	Policlorobifenili 52 (4 - CL)	µg/Kg peso secco
Rame	mg/Kg peso secco	Policlorobifenili 77 (4 - CL)	µg/Kg peso secco
Zinco	mg/Kg peso secco	Policlorobifenili 81 (4 - CL)	µg/Kg peso secco
Composti organoclorurati		Policlorobifenili 128 (6 - CL)	µg/Kg peso secco
4-4` DDT	µg/Kg peso secco	Policlorobifenili 138 (6 - CL)	µg/Kg peso secco
2-4` DDT	µg/Kg peso secco	Policlorobifenili 153 (6 - CL)	µg/Kg peso secco
4-4` DDE	µg/Kg peso secco	Policlorobifenili 169 (6 - CL)	µg/Kg peso secco
2-4` DDE	µg/Kg peso secco	PCB`s totali	µg/Kg peso secco
4-4` DDD	µg/Kg peso secco	Esaclorobutadiene	
2-4` DDD	µg/Kg peso secco	Esaclorobutadiene	µg/Kg peso umido
DD`s totali	µg/Kg peso secco	ANALISI MICROBIOLOGICHE	
alfa HCH Esaclorocicloesano (a)	µg/Kg peso secco	Coliformi fecali	n°/100 ml

2.3.4 Acque a specifica destinazione - acque destinate alla vita dei molluschi

Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (allegato 2 sezione C), individua i parametri da analizzare per le matrici acqua e biota ai fini della verifica di conformità delle acque destinate alla vita dei molluschi bivalvi e gasteropodi. I parametri da ricercare, con relative unità di misura e frequenze di rilevamento, e relativi valori limite (guida e imperativo) sono riportati nella seguente Tabella 8 (rif. tabella 1/C, allegato 2 sezione C alla parte 3 del D.Lgs. 152/2006).

Tabella 8- Qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi (tab. 1/C, Allegato 2, Sezione C alla parte 3 del D.Lgs. 152/2006)

Parametro	Unità di misura	Guida o indicativo	Imperativo o obbligatorio	Frequenza
pH	Unità PH		7-9	trimestrale
Temperatura	°C	La differenza di temperatura provocata da uno scarico non deve superare nelle acque destinate alla vita dei molluschi influenzate da tale scarico, di oltre 2°C la temperatura misurata nelle acque non influenzate		trimestrale
Colorazione (dopo filtrazione)	mg/l Pt/L		Dopo filtrazione il colore dell'acqua, provocato da uno scarico, non deve discostarsi nelle acque destinate alla vita dei molluschi influenzate da tale scarico di oltre 10 mg Pt/L dal colore misurato nelle acque non influenzate	trimestrale
Materiali in sospensione	Mg/l		L'aumento del tenore di materiale in sospensione e provocato da uno scarico non deve superare, nelle acque destinate alla vita dei molluschi influenzate da tale scarico, di oltre il 30% il tenore misurato nelle acque non	trimestrale

			influenzate	
Salinità	‰	12-38 ‰	- ≤40 ‰ - la variazione della salinità provocata da uno scarico non deve superare, nelle acque destinate alla vita dei molluschi influenzate da tale scarico, ± 10% la salinità misurata nelle acque non influenzate	mensile
Ossigeno disciolto	% saturazione	≥ 80 %	=70 % (valore medio) - se una singola misurazione indica un valore inferiore al 70% le misurazioni vengono proseguite.	mensile, con almeno un campione rappresentativo del basso tenore di ossigeno presente nel giorno del prelievo.
Idrocarburi di origine petrolifera	esame visivo		Gli idrocarburi non devono essere presenti nell'acqua in quantità tale da: - produrre un film visibile alla superficie dell'acqua e/o un deposito sui molluschi - avere effetti nocivi per i molluschi	trimestrale
Sostanze organoalogenate		La concentrazione di ogni sostanza nella polpa del mollusco deve essere tale da contribuire ad una buona qualità dei prodotti della molluschicoltura	La concentrazione di ogni sostanza nell'acqua o nella polpa del mollusco non deve superare un livello tale da provocare effetti nocivi per i molluschi e per le loro larve	semestrale
Metalli: - argento - arsenico - cadmio - cromo - rame - mercurio* - nichel - piombo** - zinco	ppm	La concentrazione di ogni sostanza nella polpa del mollusco deve essere tale da contribuire ad una buona qualità dei prodotti della molluschicoltura	La concentrazione di ogni sostanza nell'acqua o nella polpa del mollusco non deve superare un livello tale da provocare effetti nocivi per i molluschi e per le loro larve. E' necessario prendere in considerazione gli effetti sinergici dei vari metalli.	semestrale
Coliformi fecali	n°/100 ml		≤ 300 nella polpa del mollusco e nel liquido intervalvare	trimestrale
Sassitossina (prodotta da dinoflagellati)			Concentrazione inferiore a quella che può alterare il sapore dei molluschi	non indicata (annuale per ARPAV)

* valore imperativo nella polpa del mollusco = 0,5 ppm

** valore imperativo nella polpa del mollusco = 0,2 ppm

Le acque destinate alla vita dei molluschi, ai sensi dell'art. 14 del D.Lgs. 152/1999, sono conformi quando, nell'arco di un anno, i rispettivi campioni, prelevati nello stesso punto, rispettano i valori e le indicazioni riportati nella tabella 1/C del Decreto, nelle percentuali di conformità dei campioni qui sotto indicate:

- il 100% per i parametri sostanze organoalogenate e metalli;
- il 95 % per i parametri salinità ed ossigeno disciolto;
- il 75 % per gli altri parametri indicati in tabella 1/C.

Nel caso non venga invece rispettata la frequenza di legge, per tutti i parametri d'indagine è richiesto il 100% di conformità dei campioni in esame.

2.3.4 Parametri e frequenze

Si riportano in Tabella 9 i periodi di campionamento/misura e le matrici ambientali analizzate nelle acque di transizione del Veneto durante il 2015.

2.3.5 Campionamento ed analisi

Il calendario dei campionamenti dell'anno 2015 (Tabella 10) ha riguardato 7 campagne per le lagune della provincia di Rovigo e di Caorle-Baseleghe, 5 per la laguna di Venezia e 4 per i rami del delta del Po.

Tabella 9 - Calendario dei prelievi e delle misure effettuati nell'anno 2015

CAMPAGNA	DETERMINAZIONI	
Febbraio	ACQUA	CTD, parametri meteomarini, trasparenza, nutrienti, colorazione e solidi sospesi. EQB Fitoplancton (QQ)
	MOLLUSCHI	microbiologia e/o chimica e/o sassitossina (a seconda della quantità pescata)
	SEDIMENTO	Solfuri volatili e ferro labile
Aprile	ACQUA	CTD, parametri meteomarini, trasparenza, colorazione e solidi sospesi. Sostanze prioritarie e pericolose-prioritarie
	MOLLUSCHI	microbiologia e/o chimica e/o sassitossina (a seconda della quantità pescata)
Maggio	ACQUA	CTD, parametri meteomarini, trasparenza, nutrienti, colorazione e solidi sospesi. EQB Fitoplancton (QQ e TOX)
	MOLLUSCHI	microbiologia e/o chimica e/o sassitossina (a seconda della quantità pescata)
	SEDIMENTO	Sostanze dell'elenco di priorità (Tab. 2/A D.M. 260/2010) e saggi ecotossicologici
Giugno	ACQUA	CTD, parametri meteomarini, trasparenza, colorazione e solidi sospesi. Sostanze prioritarie e pericolose-prioritarie
	MOLLUSCHI	microbiologia e/o chimica e/o sassitossina (a seconda della quantità pescata)
	SEDIMENTO	Solfuri volatili e ferro labile
Luglio	ACQUA	CTD, parametri meteomarini, trasparenza, colorazione e solidi sospesi
	MOLLUSCHI	microbiologia e/o chimica e/o sassitossina (a seconda della quantità pescata)
Agosto	ACQUA	CTD, parametri meteomarini, trasparenza, nutrienti, colorazione e solidi sospesi. EQB Fitoplancton (QQ e TOX). Sostanze prioritarie e pericolose-prioritarie.
	MOLLUSCHI	microbiologia e/o chimica e/o sassitossina (a seconda della quantità pescata)
	SEDIMENTO	Solfuri volatili e ferro labile
Ottobre-Novembre	ACQUA	CTD, parametri meteomarini, trasparenza, nutrienti, colorazione e solidi sospesi. EQB Fitoplancton (QQ). Sostanze prioritarie e pericolose-prioritarie su 10 stazioni
	MOLLUSCHI	microbiologia e/o chimica e/o sassitossina (a seconda della quantità pescata)

Tendenzialmente e salvo problemi tecnico-logistici, ogni campagna viene realizzata durante la marea di quadratura, o comunque, data la durata di alcune campagne, anche nei giorni appena precedenti o successivi. Durante l'uscita viene comunque registrata la fase di marea astronomica prevista in quella data e a quell'ora. Durante le campagne, oltre ai prelievi delle diverse matrici previsti dal calendario, vengono effettuati rilievi e osservazioni in campo.

I parametri misurati in campo sono: dati chimico-fisici dell'acqua (temperatura, conducibilità, salinità, ossigeno disciolto e pH) determinati e registrati per mezzo di una sonda multiparametrica Hydrolab MS5, dati meteorologici (temperatura, pressione atmosferica, umidità relativa, direzione e intensità del vento) rilevati col supporto di uno strumento climatologico AVM-40 (Kestrel 4000) e di una bussola magnetica, dati di corrente (direzione e intensità) misurati per mezzo di un correntometro analogico General Oceanics mod. 2030R6 e ancora di una bussola magnetica. Infine, la trasparenza dell'acqua è valutata utilizzando il disco di Secchi.

La misurazione dei parametri chimico fisici dell'acqua con sonda multiparametrica viene effettuata ad 1, 2 o 3 profondità, a seconda della batimetria del punto di prelievo: 1 misura (a 0,5 metri sotto la superficie) se la batimetria è inferiore a 1,5 m, 2 misure (a 0,5 m sotto la superficie e 0,5 metri sopra il fondo) se la batimetria è compresa/uguale tra 1,5 m e 2 m, 3 misure (a 0,5 m sotto la superficie, 0,5 metri sopra il fondo e una intermedia) se la batimetria supera i 2 m.

La misurazione del potenziale di ossidoriduzione (ORP) del sedimento è eseguita, direttamente in campo sul campione appena prelevato (strato superficiale), mediante strumento portatile Delta Ohm mod. HD2305 munito di sensore per il redox.

Tabella. 10 - Calendario dei campionamenti per l'anno 2015

CAMPAGNA	DATE DI CAMPIONAMENTO	CORPI IDRICI MONITORATI
02	10 febbraio 23, 24, 26, 27 febbraio e 2 marzo 10 marzo	Rami del delta del Po Lagune della provincia di Rovigo Lagune di Caorle e Baseleghe
04	8, 9, 13, 14, 15 aprile 23 aprile 20, 21, 22 aprile	Lagune della provincia di Rovigo Lagune di Caorle e Baseleghe Laguna di Venezia
05	4, 5, 11 maggio 13 maggio 19, 20, 21 maggio 25, 26, 27, 28, 29 maggio	Rami del delta del Po Lagune di Caorle e Baseleghe Laguna di Venezia Lagune della provincia di Rovigo
06	10 giugno 15, 16, 19, 25, 29 giugno 30 giugno, 1, 2 luglio	Lagune di Caorle e Baseleghe Lagune della provincia di Rovigo Laguna di Venezia
07	6, 7, 8, 13, 14 luglio 21 luglio 20, 22, 23 luglio	Lagune della provincia di Rovigo Lagune di Caorle e Baseleghe Laguna di Venezia
08	10, 12, 13, 25, 26 agosto 24 agosto 1 settembre	Lagune della provincia di Rovigo Rami del delta del Po Lagune di Caorle e Baseleghe
10-11	6 ottobre 19, 20, 23, 26, 27 ottobre 16, 17 novembre 17 novembre	Lagune di Caorle e Baseleghe Lagune della provincia di Rovigo Laguna di Venezia Rami del delta del Po

Durante le uscite, il raggiungimento del punto di campionamento è garantito da un apparato di navigazione satellitare (GPS cartografico) e la batimetria del punto stesso viene misurata con ecoscandaglio di bordo, quando presente e verificata con l'ausilio del disco di Secchi.

Le operazioni di prelievo e rilievo, compresi i dati ambientali, vengono registrate su apposito verbale di analisi sul campo, riportante la data, l'ora e la firma dei responsabili del campionamento.

Le attività di campionamento e di successiva analisi avvengono secondo precisi protocolli operativi. Tali procedure fanno riferimento rispettivamente alla tabella 1/C dell'Allegato 2 al D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., per il monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi, e ai protocolli per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e chimico-fisica di ISPRA (luglio 2011), per il monitoraggio delle acque di transizione in applicazione alla Direttiva CE 2000/60 (ISPRA, 2011).

Il campionamento dell'acqua è stato eseguito con apposito campionatore, quello del sedimento con l'ausilio di un box corer manuale.

Le analisi di laboratorio sono state effettuate da ARPAV - Servizio Laboratorio di Venezia per la parte chimica e microbiologica, e da ARPAV – Dipartimento Provinciale di Rovigo – Servizio Stato dell'Ambiente per la parte biologica. Il parametro Sassitossina da Dinoflagellati (PSP) nel biota (molluschi) è stato analizzato dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie.

2.4 Gestione dei dati

I risultati analitici, validati dal Servizio Laboratorio di Venezia e dal Dipartimento Provinciale di Rovigo – Servizio Stato dell'Ambiente per la parte di rispettiva competenza, vengono inseriti nel Sistema Informativo Regionale Ambientale del Veneto (SIRAV) attraverso un programma informatico denominato "LIMS". Nell'applicativo LIMS vengono inserite tutte le informazioni relative ad ogni singolo campione, dall'anagrafica ai risultati analitici; i dati inseriti, elaborati e validati da parte del responsabile del Laboratorio, vengono trasferiti alla banca dati centrale SIRAV.

I dati relativi ai parametri chimico-fisici dell'acqua, registrati con sonda multiparametrica, vengono scaricati come file *txt*, gestiti in locale e immessi, dopo validazione, in un database apposito denominato Sistema Dati Mare Veneto. I rilievi meteorologici e la trasparenza (disco di Secchi) vengono inseriti nello stesso database manualmente con l'ausilio di apposito software.

I dati vengono elaborati per la predisposizione di appositi rapporti tecnici e, al termine del triennio di riferimento, vengono utilizzati per la definizione dello stato delle acque, secondo i criteri individuati dai Decreti attuativi del D. Lgs. 152/2006.

3. Analisi dei risultati – stato ecologico

L'elaborazione statistica e grafica dei dati raccolti è stata realizzata con l'ausilio dei programmi del pacchetto Office e Statistica 6.0 di Statsoft®.

3.1 Situazione meteo climatica nell'anno 2015

Di seguito, a supporto di una migliore interpretazione dei dati di trasparenza, di salinità e dei successivi parametri, si riporta una sintesi dell'andamento meteo climatico estrapolato dalle relazioni mensili "Rapporto sulla risorsa idrica in Veneto" prodotti dal Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio con i contributi del Servizio Meteorologico di Teolo, del Servizio Neve e Valanghe di Arabba e del Servizio Idrologico di Belluno di ARPAV e disponibili sul sito dell'Agenzia (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/idrologia/file-e-allegati/rapporti-documenti/idrologia-regionale/idrologia-regionale-rapporti-sulla-risorsa-idrica>).

Il trimestre invernale 2014-2015 è caratterizzato da una relativa mitezza e poche ondate di freddo e la piovosità è risultata inferiore alla media su molti settori di pianura. Dall'inizio della stagione invernale gli apporti nevosi in quota sono risultati nella media, con un calo invece alle quote più basse; per quanto riguarda le portate, i valori si sono riportati prossimi alle medie storiche solo dopo le precipitazioni verificatesi a fine marzo, unitamente al contributo legato alla fusione delle riserve nivali (Fig. 3).

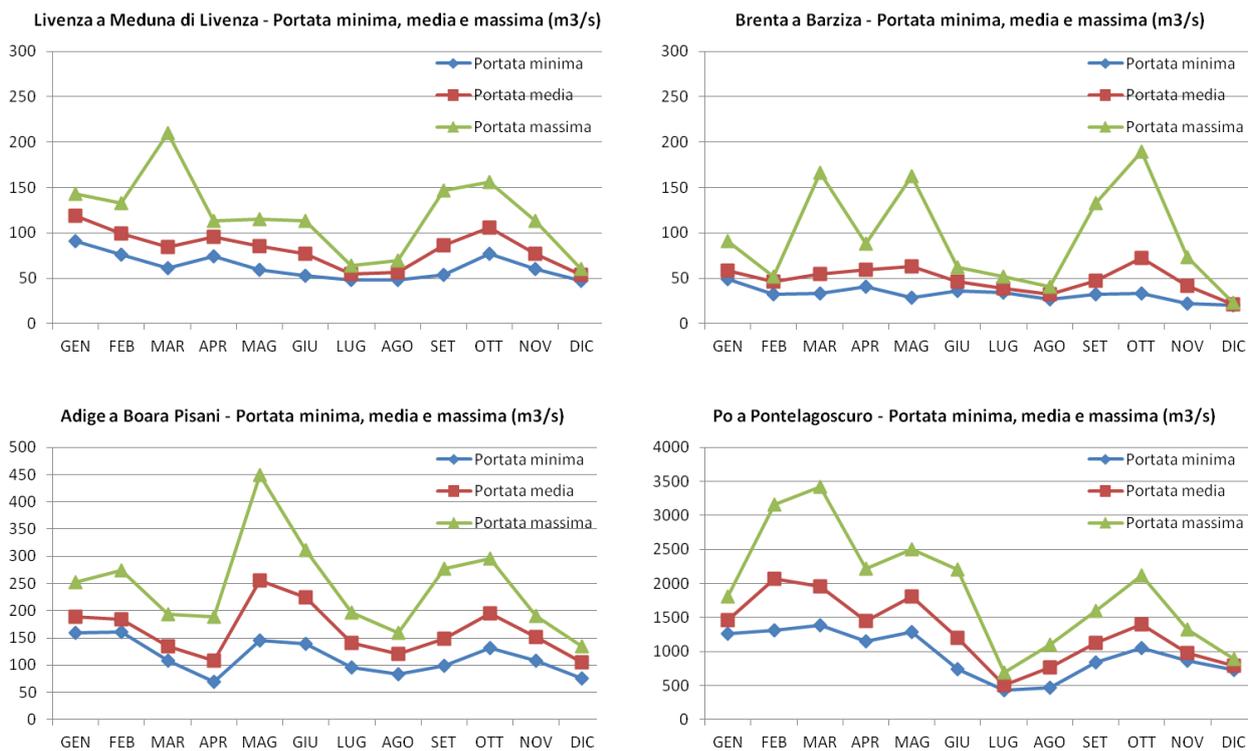


Figura 3 – Portate mensili dei principali fiumi veneti nel 2015 (dati provvisori; fonte ARPAV)

La primavera 2015 si mostra più stabile e più calda del normale (lunghi periodi senza precipitazioni sia a marzo che ad aprile), tuttavia episodi perturbati di un certo rilievo si verificano a fine aprile e soprattutto tra il 15 e 20 maggio; infatti sul finire della primavera (maggio) si presentano condizioni meteorologiche decisamente più consone all'andamento medio stagionale, con maggiore variabilità ed alternanza di episodi caldi e freschi. Le precipitazioni di maggio

hanno portato ad un modesto incremento nei deflussi dei principali fiumi veneti, tuttavia le portate medie del mese si sono mantenute significativamente inferiori a quelle medie storiche.

L'estate 2015 si presenta come una stagione calda, specie dalla seconda metà di giugno fino alla prima decade di agosto. Luglio risulta il mese più caldo degli ultimi decenni: inizia con una fase di bel tempo molto caldo a 35/38°C e molta afa, dopodiché l'irruzione di aria fredda in quota determina un episodio pluvio-temporalesco assai marcato con formazione di un tornado FE3 che colpisce i comuni di Dolo e Mira provocando ingenti danni a persone ed edifici. A parte questo evento perdura la fase anticiclonica e fino a ferragosto non piove o quasi, creando una situazione assai siccitosa su molte zone; i deflussi nei principali fiumi veneti risultano paragonabili a quelli degli anni più siccitosi.

L'autunno 2015 risulta complessivamente mite; qualche episodio significativo di precipitazione permette ai mesi di settembre e di ottobre di essere quasi nella norma, poi la situazione cambia radicalmente da metà ottobre in poi con pochissimi eventi piovosi. Nel trimestre ottobre–dicembre le precipitazioni sono risultate nettamente inferiori alla media del periodo 1994-2014 (-55%), così come i deflussi per tutti i corsi d'acqua della pianura. Le temperature sono quasi sempre superiori alla media del periodo, specie nella prima metà di ottobre e durante le prime due decadi di novembre, con giornate che regalano massime di 23/24°C (i giorni 7 ed 8 novembre) in pianura, 19/20°C fino sui 1000/1200 m (con valori mediamente 8°C sopra le medie) in montagna. Il trimestre invernale 2015-2016 è caratterizzato da una eccezionale siccità iniziale nonché da grande mitezza, almeno in quota; l'assenza di precipitazioni in dicembre si accompagna a deflussi generalmente inferiori a quelli medi del periodo.

3.2 Elementi di qualità fisico-chimica

3.2.1 Dati fisico-chimici

Si riporta in Tabella 11 una sintesi dei dati (parametri fisico-chimici) misurati sulla matrice acqua (0,5 m sotto la superficie) nel corso del 2015, considerando tutti i campioni di tutti i corpi idrici ad eccezione della Laguna di Venezia.

Tabella 11 – Principali parametri statistici calcolati sui dati dei parametri chimico-fisici della matrice acqua

	N Validi	Media	Confidenza -95.000%	Confidenza +95.000%	Mediana	Minimo	Massimo	Inferiore Quartile	Superiore Quartile	Quartile Intervallo	Dev.Std.	Asimmetria	Curiosi
Temperatura acqua (°C)	511	20.3	19.7	20.9	20.5	4.1	31.7	15.0	26.2	11.2	6.8	-0.22	-1.07
Salinità (PSU)	511	21.7	20.8	22.5	23.4	0.2	36.8	15.2	29.2	14.0	9.5	-0.61	-0.51
Ossigeno disciolto (%)	503	113.6	111.0	116.2	107.7	47.6	265.3	97.0	123.8	26.8	29.4	1.69	4.64
pH (unità)	511	8.3	8.3	8.3	8.3	7.6	9.0	8.1	8.4	0.3	0.2	0.34	0.38

Nelle Figure 4 e 5 si riportano mediana, 25° - 75° percentili e minimo-massimo dei parametri chimico fisici registrati durante l'anno rispettivamente nei corpi idrici lagunari e nelle foci a delta (rami del delta del Po). Per le elaborazioni sono stati utilizzati i dati rilevati in tutte le stazioni comprese quelle di misura dei soli parametri CTD.

I valori mediани di temperatura oscillano tra 19.8°C di Marinetta e 22.4°C di Baseleghe; il valore minimo (8.2°C) è stato misurato in laguna di Canarin a febbraio, quello massimo (31.7°C) in laguna di Barbamarco a luglio.

La salinità si presenta in generale piuttosto variabile, poiché fortemente influenzata dalla fase di marea presente al momento della misurazione. I valori mediани oscillano tra 5.9 PSU di Caorle e 26.2 PSU di Caleri. Il valore minimo (0.2 PSU) è stato misurato in laguna di Barbamarco ad aprile, quello massimo (36.0 PSU) in laguna di Baseleghe a marzo. L'andamento del parametro nei diversi corpi idrici, se confrontato con quello degli anni precedenti evidenzia uno schema simile, con la laguna di Caorle, caratterizzata dalle salinità minime, seguita da quelle di Canarin e Vallona, e con le altre lagune che presentano le salinità maggiori; però, a differenza degli anni passati, le lagune di Baseleghe e Caorle vedono rispettivamente raddoppiare e quintuplicare il loro valore mediano. La laguna di Barbamarco presenta la variabilità massima del parametro.

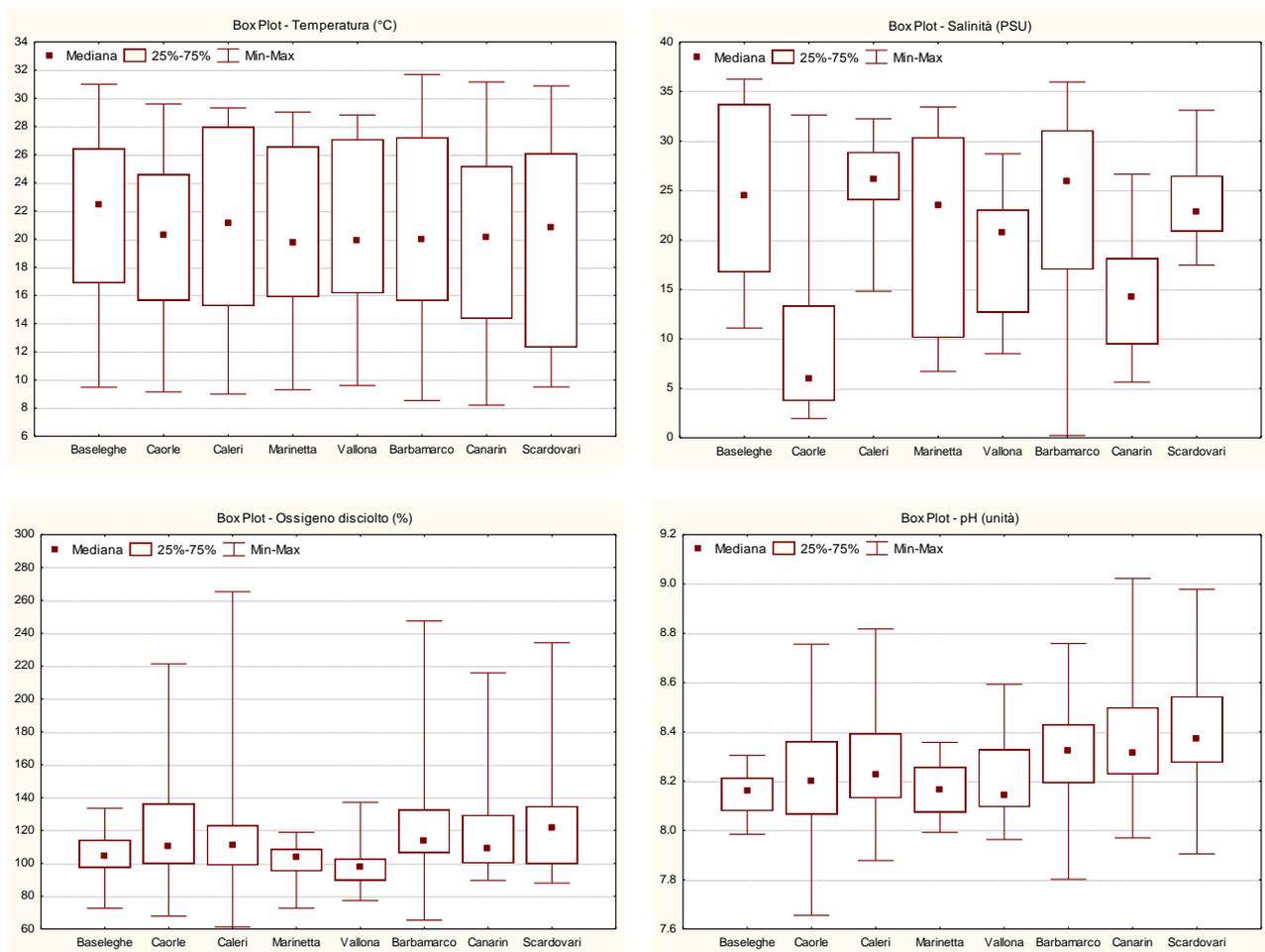


Figura 4 – Box plot dei dati di temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH rilevati nei corpi idrici lagunari

Sebbene l'ossigeno disciolto sia un parametro che presenta un'elevata variabilità, tutte le lagune mostrano valori mediани prossimi o poco superiori alla saturazione (100%), oscillando tra 98.8% di Vallona e 121.2% di Scardovari. Sia il valore minimo (61.2%), che quello massimo (265.3%) sono stati misurati in laguna di Caleri, rispettivamente a luglio e a maggio. Le lagune del Distretto

Padano (Barbamarco, Canarin e Scardovari), similmente a quanto accaduto negli anni precedenti, mostrano alcune situazioni di forte sovra-saturazione, riconducibili a fenomeni di proliferazione algale tipici del periodo primaverile-estivo, ma a differenza degli anni passati il fenomeno ha interessato più fortemente anche le lagune di Caorle e di Caleri (Regione del Veneto - ARPAV, 2015, Regione del Veneto – ARPAV, 2014).

Il parametro pH presenta valori mediani in un intervallo abbastanza ristretto, tra 8.14 unità di Vallona e 8.37 unità di Scardovari. Il valore minimo (7.66 unità) è stato osservato in settembre nella laguna di Caorle, mentre il valore massimo (9.02 unità) è stato registrato a maggio nella Sacca del Canarin. Come prevedibile il pH presenta un andamento simile a quello dell'ossigeno disciolto.

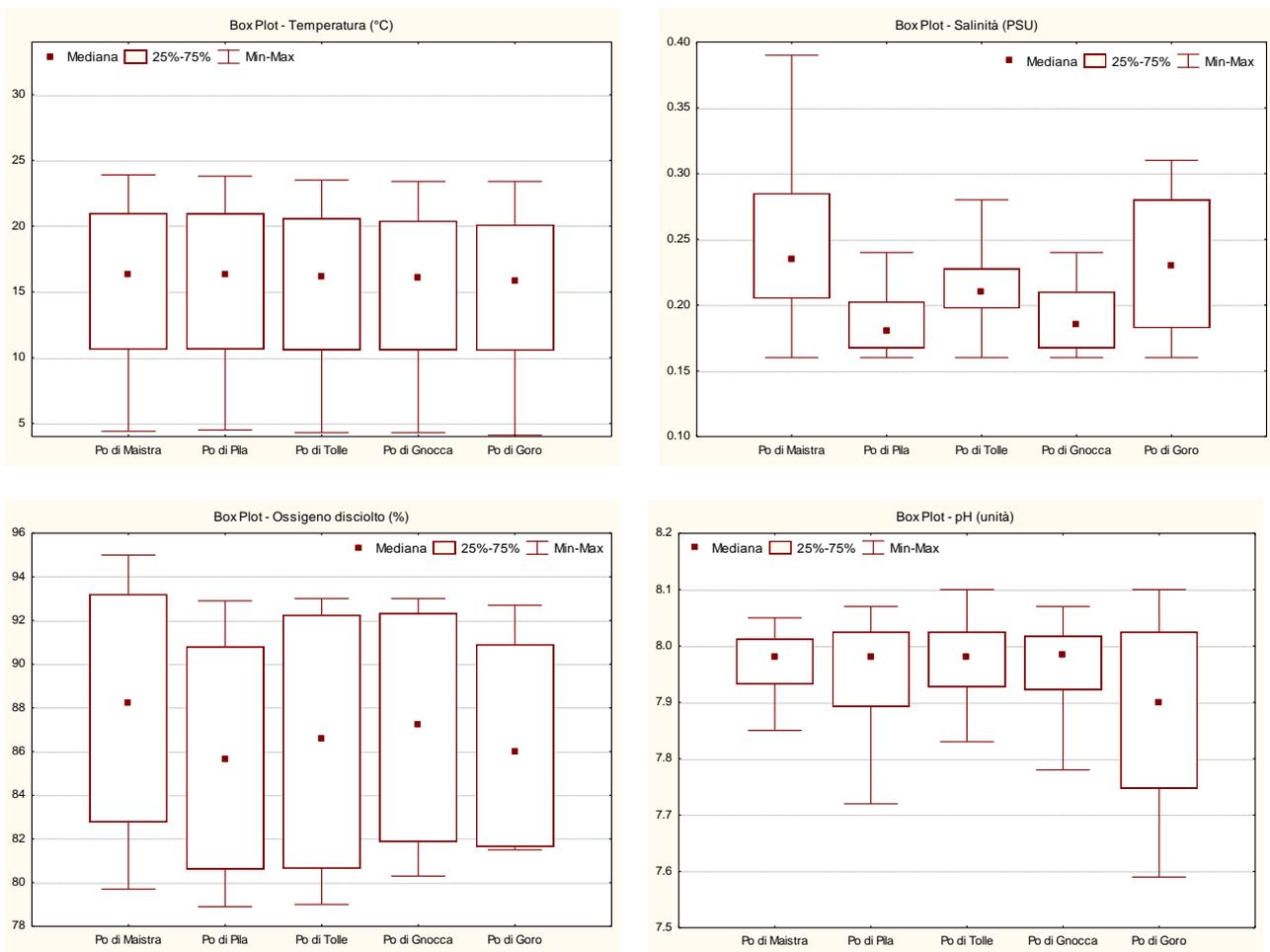


Figura 5 – Box plot dei dati di temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH rilevati nelle foci a delta (rami delta Po)

Dall'osservazione dei grafici relativi ai parametri fisico-chimici registrati nei rami, si può notare innanzitutto la grande omogeneità dei parametri chimico-fisici tra i diversi corpi idrici.

La temperatura mediana si aggira su valori prossimi a 16°C, mentre la variabilità risulta la medesima in tutti i rami. La salinità mediana si mantiene sempre al di sotto di 0.25 PSU ad indicare le forti caratteristiche oligoaline di questi corpi idrici, almeno relativamente ai loro strati superficiali. L'ossigeno disciolto si mantiene sempre al di sotto della percentuale di saturazione

ma senza situazioni di ipossia, mentre il pH oscilla nell'intervallo tra 7.9 e 8.0 unità; la maggiore variabilità di quest'ultimo parametro nel ramo di Goro, già evidenziata nel corso del 2014, non sembra correlata, come sarebbe facile aspettarsi, con la relativa variabilità del parametro ossigeno disciolto.

Nelle Figure 6 e 7 si riporta l'andamento mensile dei parametri chimico-fisici registrati nei corpi idrici lagunari del Distretto Alpi Orientali e del Distretto Padano.

La temperatura non presenta un andamento temporale simile in tutti i corpi idrici; i valori minimi sono stati registrati in tutte le lagune a febbraio, quelli massimi sono stati osservati a luglio nelle lagune di Caorle-Baseleghe e in quelle del Distretto Padano, e ad agosto in tutte le altre.

L'andamento della salinità nei corpi idrici considerati evidenzia chiaramente la tendenza dei valori ad aumentare nei mesi estivi e a diminuire nel periodo primaverile.

In linea generale i valori medi di ossigeno disciolto si mantengono durante l'anno attorno a valori prossimi alla percentuale di saturazione. Fanno eccezione le lagune di Barbamarco, Caorle e Caleri, tutte caratterizzate da situazioni di forte sovrasaturazione nel periodo primaverile.

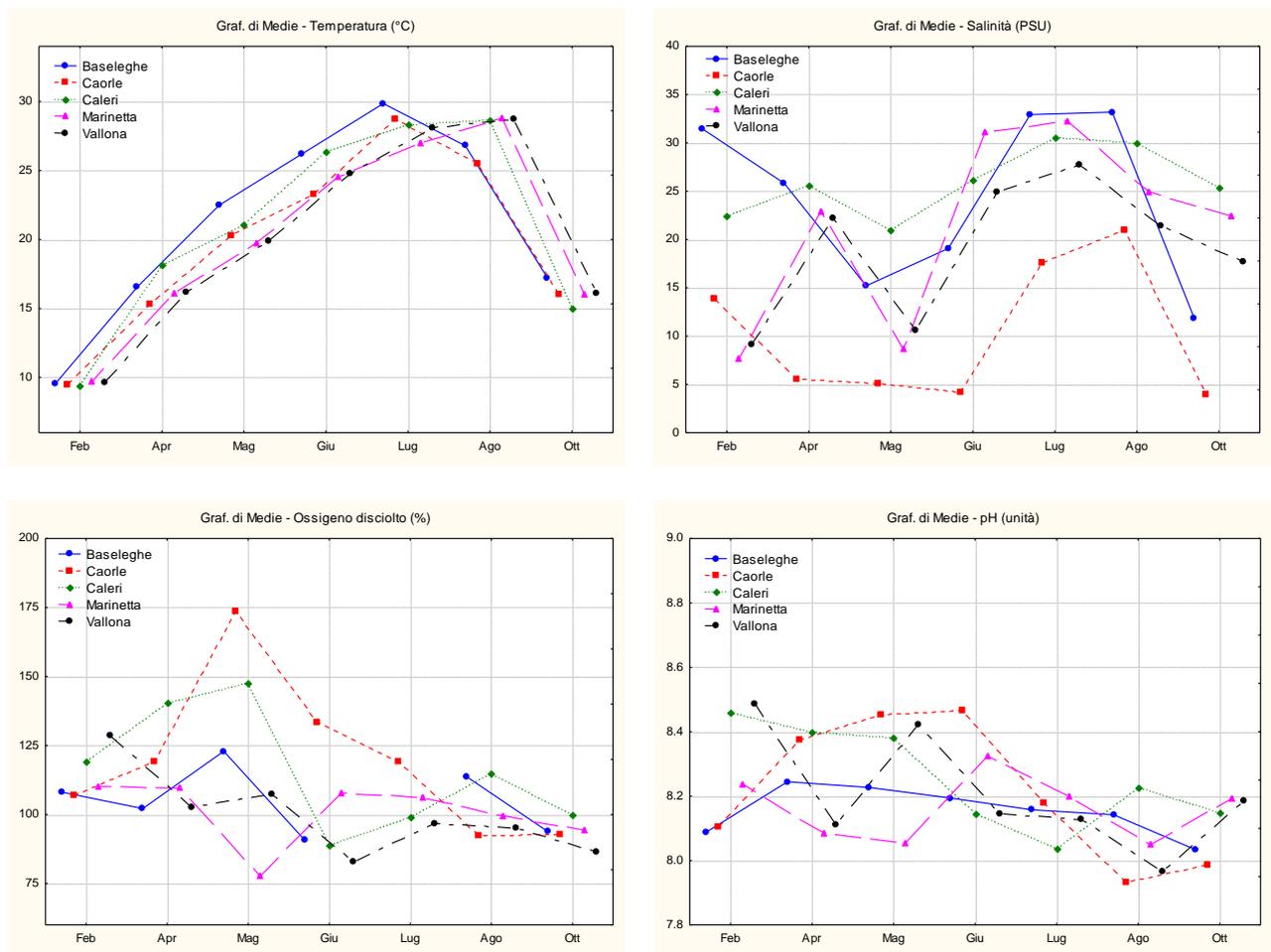


Figura 6 – Andamento mensile di temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH (lagune del Distretto Alpi Orientali)

L'andamento del pH non evidenzia un trend chiaro; in linea generale si può intravedere la presenza di valori più elevati e variabili nel periodo primaverile-estivo, e di valori più bassi e stabili nel periodo autunnale-invernale.

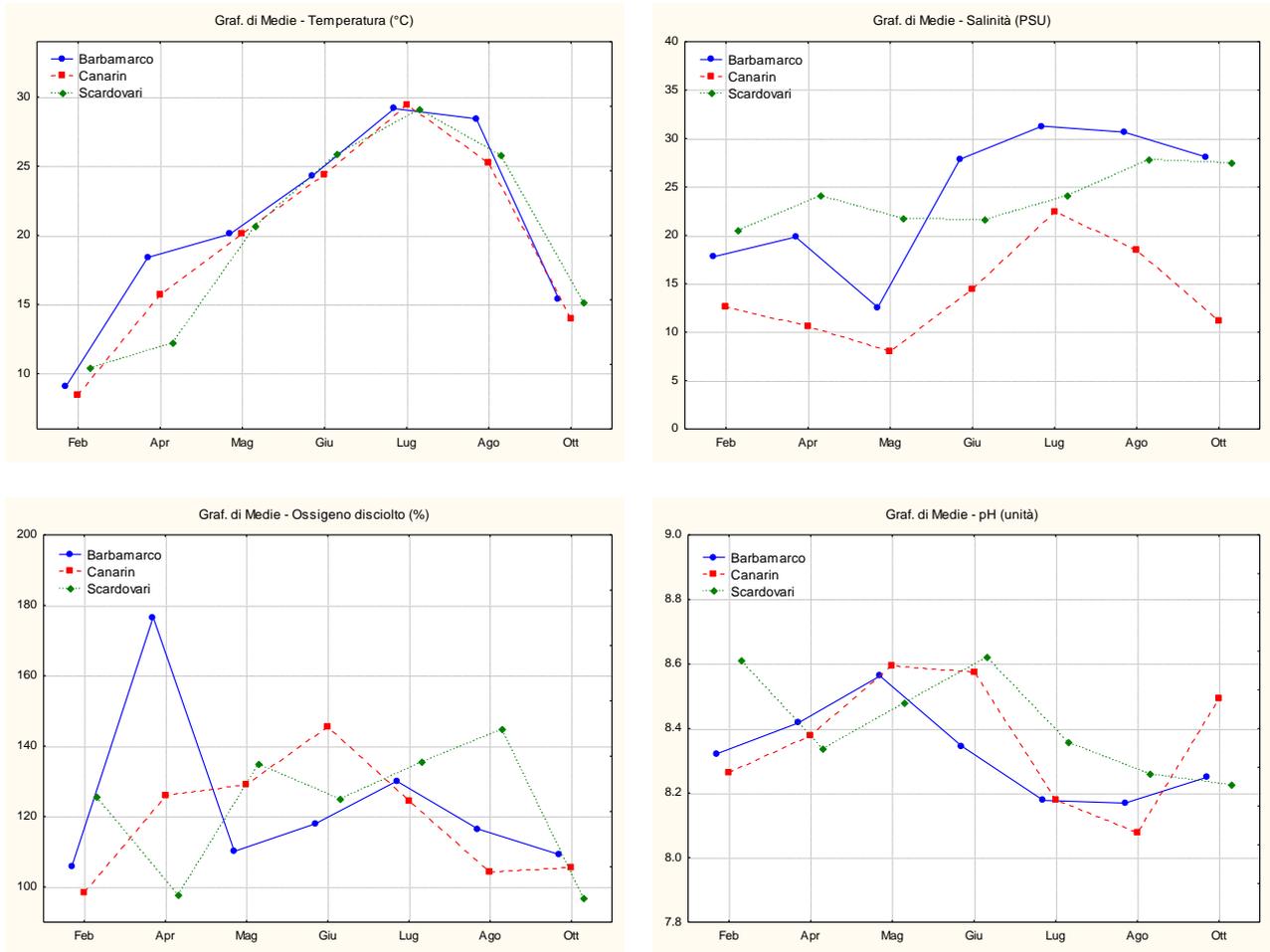
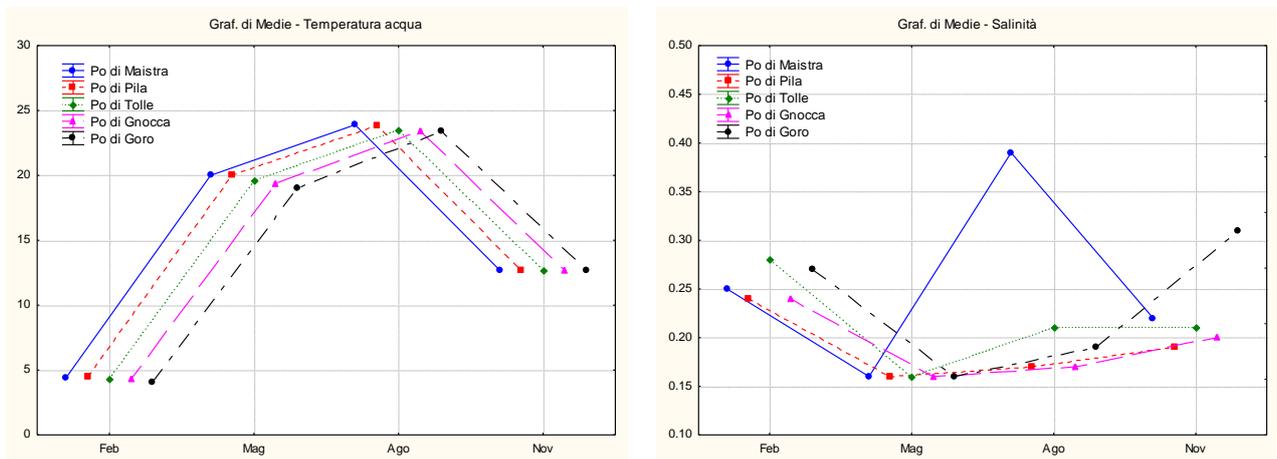


Figura 7– Andamento mensile di temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH (lagune del Distretto Padano)

In Figura 8 si riporta l'andamento stagionale dei principali parametri fisico-chimici misurati nei rami del delta nel corso dell'anno.



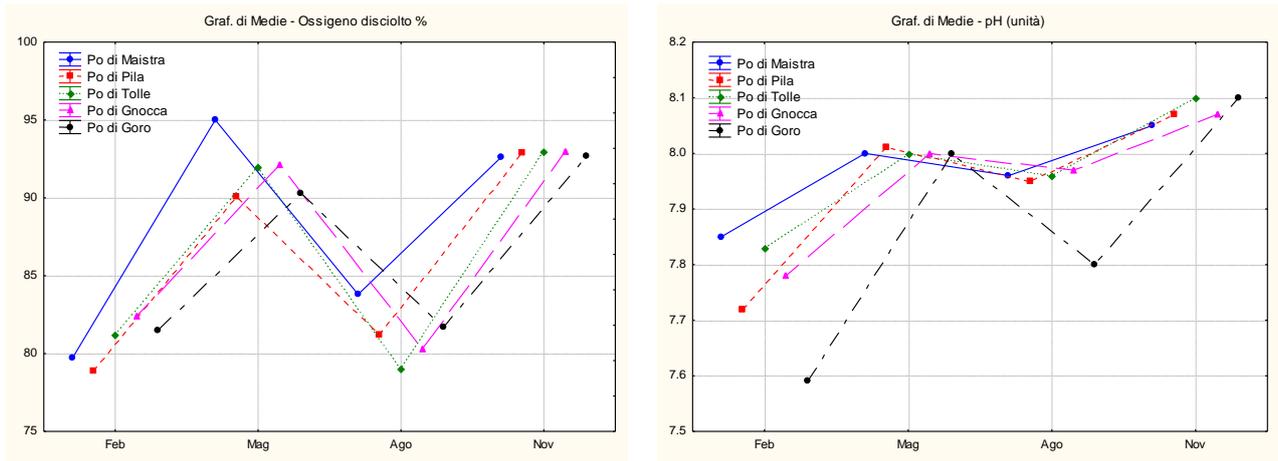


Figura 8– Andamento stagionale di temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH nelle foci a delta (rami delta Po)

La temperatura presenta per tutti i corpi idrici un minimo, di circa 5°C, a febbraio e un massimo, di circa 23 °C, ad agosto. Durante tutto l'anno la salinità si mantiene su valori prossimi a 0.2 PSU, con l'unica eccezione del Po di Maistra ad agosto. L'ossigeno disciolto, oscillando tra un minimo di circa 80% e un massimo di circa 95% della percentuale di saturazione, risulta piuttosto stabile; il pH infine, sebbene in maniera meno evidente, segue l'andamento del parametro ossigeno disciolto con cui è strettamente correlato.

3.2.2 Nutrienti disciolti

Si riporta in Tabella 12 una sintesi dei dati relativi ai campioni di acqua prelevati nel corso del 2015 per l'analisi dei nutrienti disciolti.

Tabella 12 – Principali parametri statistici calcolati sui dati dei nutrienti disciolti in acqua

	N Validi	Media	Confidenza -95.000%	Confidenza +95.000%	Mediana	Minimo	Massimo	Inferiore Quartile	Superiore Quartile	Quartile Intervallo	Dev.Std.	Errore Standard	Asimmetria	Curtosi
Azoto ammoniacale (µg/l)	100	63.5	46.5	80.5	32.6	3.9	451.2	14.4	66.5	52.1	85.5	8.5	2.39	5.61
Azoto nitroso (µg/l)	100	14.9	12.8	17.0	12.7	0.8	53.7	7.1	20.6	13.5	10.6	1.1	1.05	1.44
Azoto nitrico (µg/l)	100	1001.1	781.7	1220.5	451.7	5.7	3953.0	117.6	1714.0	1596.4	1105.6	110.6	1.19	0.53
Fosforo da ortofosfato (µg/l)	100	23.3	19.0	27.7	16.3	0.5	84.0	6.1	45.0	38.9	22.0	2.2	1.07	0.27

I limiti di rilevabilità (LOQ) per azoto ammoniacale, nitrico, nitroso e fosforo da ortofosfati sono rispettivamente pari a 7.75, 11.30, 1.52 e 1 µg/l. Per le elaborazioni grafiche si è deciso di rappresentare i valori inferiori al limite di rilevabilità con la metà del corrispondente valore.

Su di un totale di 400 dati raccolti, solo 26 (6.5%) sono risultati inferiori al limite di quantificazione, mentre 374 (93.5%) sono risultati positivi.

Le concentrazioni di nutrienti disciolti misurate in ogni corpo idrico lagunare nel corso del 2015 sono riportate in Figura 9.

Le concentrazioni mediane di azoto ammoniacale oscillano tra 11.1 µg/l di Canarin e 140.1 µg/l di Marinetta. Il valore minimo (< LOQ) è stato misurato in più lagune nei mesi di marzo e di maggio, quello massimo (451.2 µg/l) in laguna di Marinetta a febbraio. Se confrontate con l'anno

precedente, le concentrazioni di azoto ammoniacale del 2015 si attestano sullo stesso ordine di grandezza, con l'unica eccezione di Marinetta, che presenta all'incirca un raddoppio dei suoi valori mediano e massimo.

Le concentrazioni mediane di azoto nitroso variano tra 4.3 µg/l, rilevati nella laguna di Baseleghe e 29.4 µg/l della laguna di Vallona. Il valore minimo (< LOQ) è stato registrato in più lagune tra agosto e settembre, quello massimo (53.7 µg/l) in laguna di Marinetta a febbraio. Anche l'azoto nitroso, se paragonato con il 2014, si presenta sullo stesso ordine di grandezza, sebbene alcune lagune mostrino una leggera diminuzione (Baseleghe) e altre un leggero aumento (Marinetta e Scardovari).

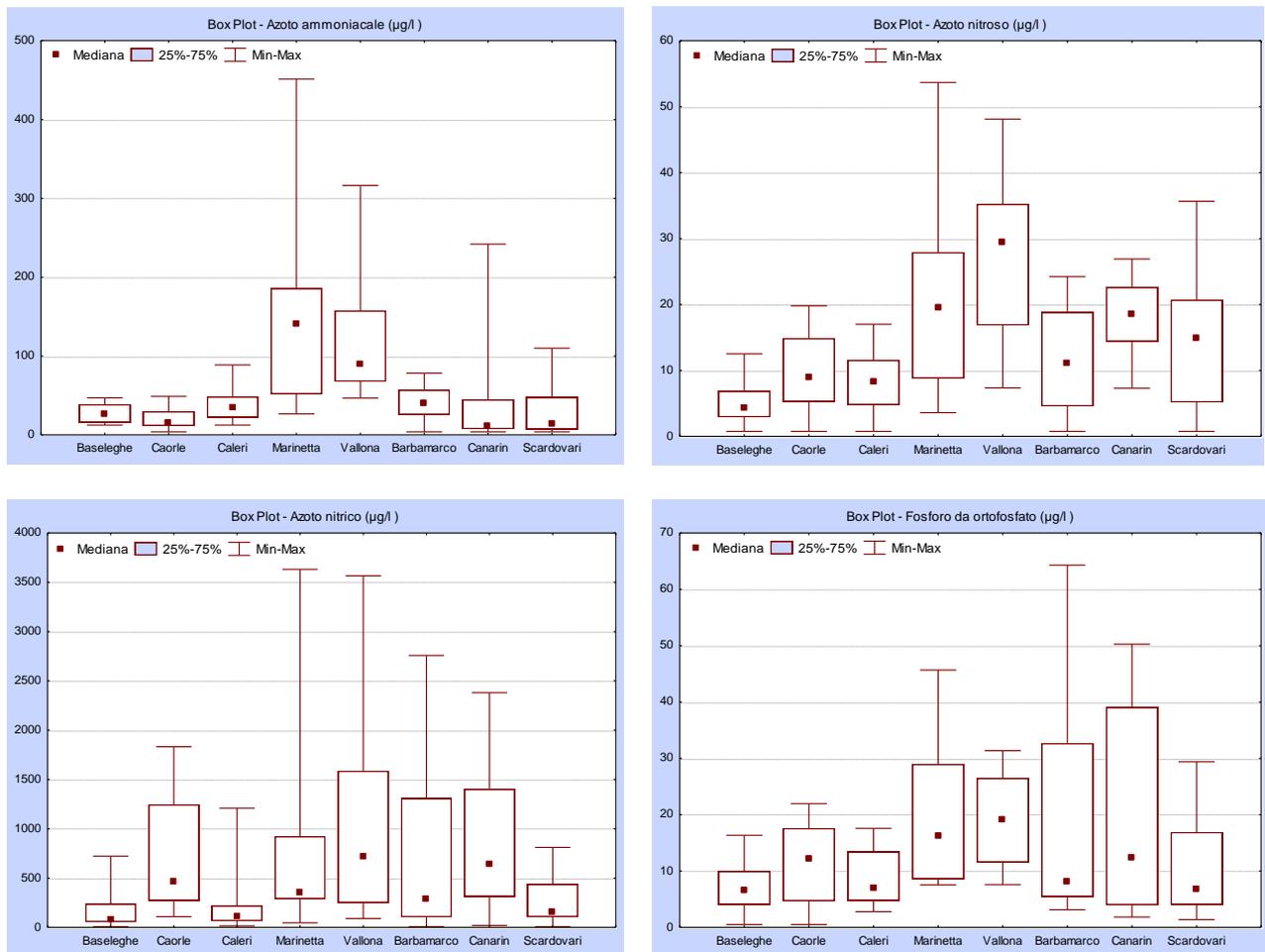


Figura 9 – Box plot delle concentrazioni di nutrienti rilevate nei corpi idrici lagunari

L'azoto nitrico oscilla nei valori mediani tra 74.5 µg/l, rilevati a Baseleghe, e 714.2 µg/l a Vallona. Il valore minimo (< LOQ) è stato osservato in diverse lagune a marzo e ad agosto, quello massimo (3631 µg/l) a Marinetta a febbraio. Rispetto al 2014, l'azoto nitrico presenta un significativo aumento nelle lagune di Marinetta e Vallona, una significativa diminuzione in quelle di Baseleghe e Caorle, e una situazione all'incirca invariata in tutte le altre.

Le concentrazioni mediane di fosforo da ortofosfati oscillano tra 6.8 µg/l di Scardovari e 19.2 µg/l di Vallona; il valore minimo (< LOQ) riguarda le lagune di Caorle e Baseleghe a settembre, quello

massimo (64.3 µg/l) la laguna di Barbamarco a febbraio. Anche le concentrazioni di fosforo da ortofosfati rilevate nel 2015 si mantengono su valori simili a quelli rilevati nel 2014.

In linea generale le lagune di Marinetta e Vallona sono quelle che evidenziano un peggioramento più marcato e le maggiori criticità in relazione alle concentrazioni di nutrienti, in particolare quelli azotati.

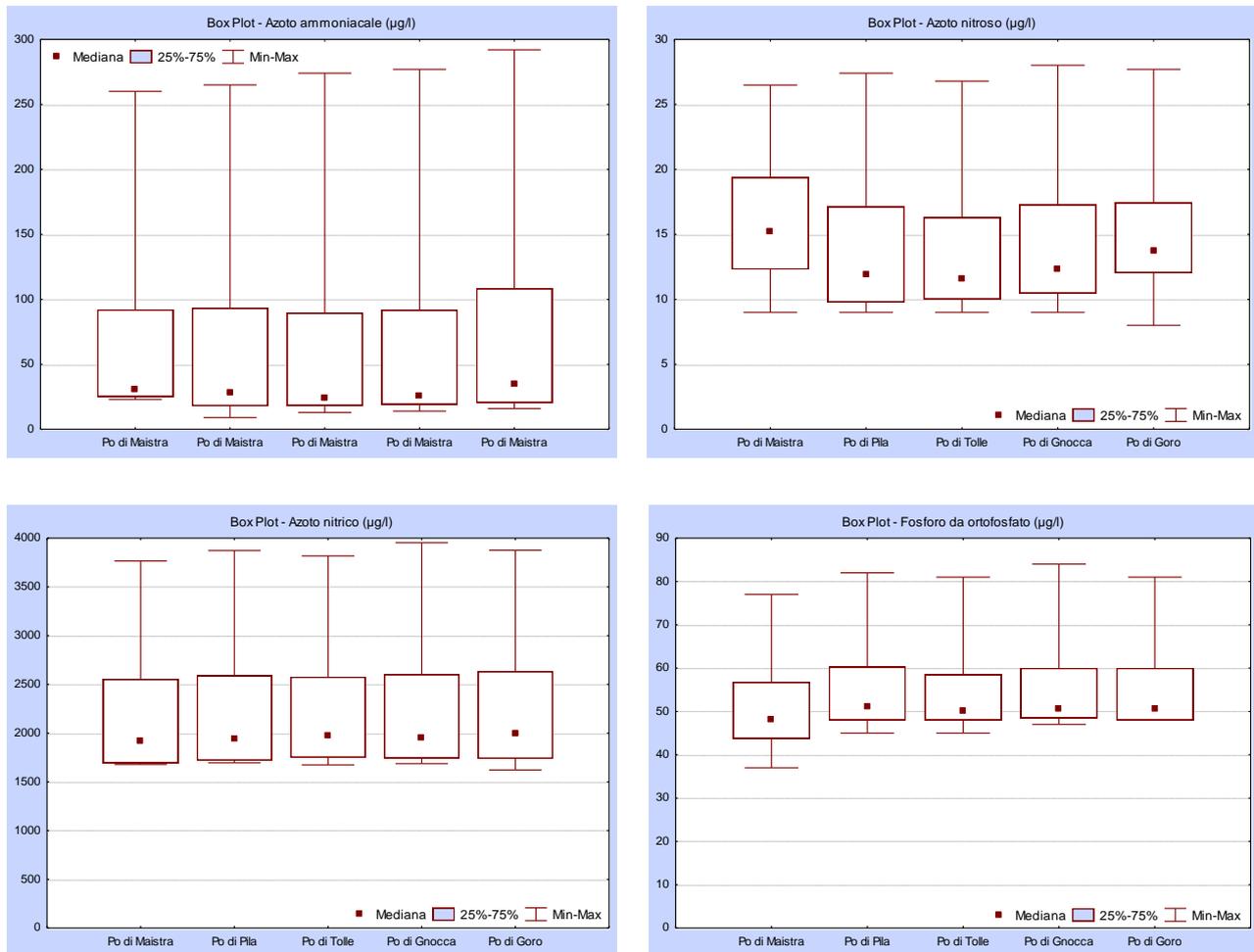


Figura 10 – Box plot delle concentrazioni di nutrienti rilevate nelle foci a delta (rami delta Po)

In Figura 10 si riportano le concentrazioni di nutrienti disciolti misurate nelle foci a delta (rami). Le concentrazioni di nutrienti, come per i relativi parametri fisico-chimici, si presentano molto omogenee nei diversi corpi idrici, sia in termini di mediane, che di variabilità ed evidenziano, relativamente all'azoto, una netta dominanza della forma più ossidata rispetto alle altre.

Le concentrazioni mediane di azoto ammoniacale oscillano attorno ad un valore di circa 30 µg/l, ma i valori massimi arrivano a sfiorare i 300 µg/l, quelle di azoto nitroso si attestano su valori di 15 µg/l o poco inferiori.

L'azoto nitrico oscilla su valori mediani prossimi a 2000 µg/l, ma i valori massimi arrivano a sfiorare i 4000 µg/l, mentre le concentrazioni mediane di fosforo da ortofosfati si attestano su valori vicini a 50 µg/l.

È inoltre evidente una netta asimmetria positiva nella distribuzione di tutti i parametri, in particolare per l'azoto ammoniacale.

Rispetto a quanto rilevato nel corso del 2014, le concentrazioni di nutrienti, in particolare l'azoto ammoniacale e quello nitrico, restano equiparabili nei valori medi, ma molto più elevate in quelli massimi.

Se paragonate con quelle registrate negli altri corpi idrici del Distretto Padano (Barbamarco, Canarin, Scardovari), le concentrazioni di nutrienti rilevate nei rami risultano simili relativamente all'azoto ammoniacale e ai nitriti, e significativamente superiori per quanto riguarda i nitrati e il fosforo da ortofosfato (fino a 5 volte più abbondanti).

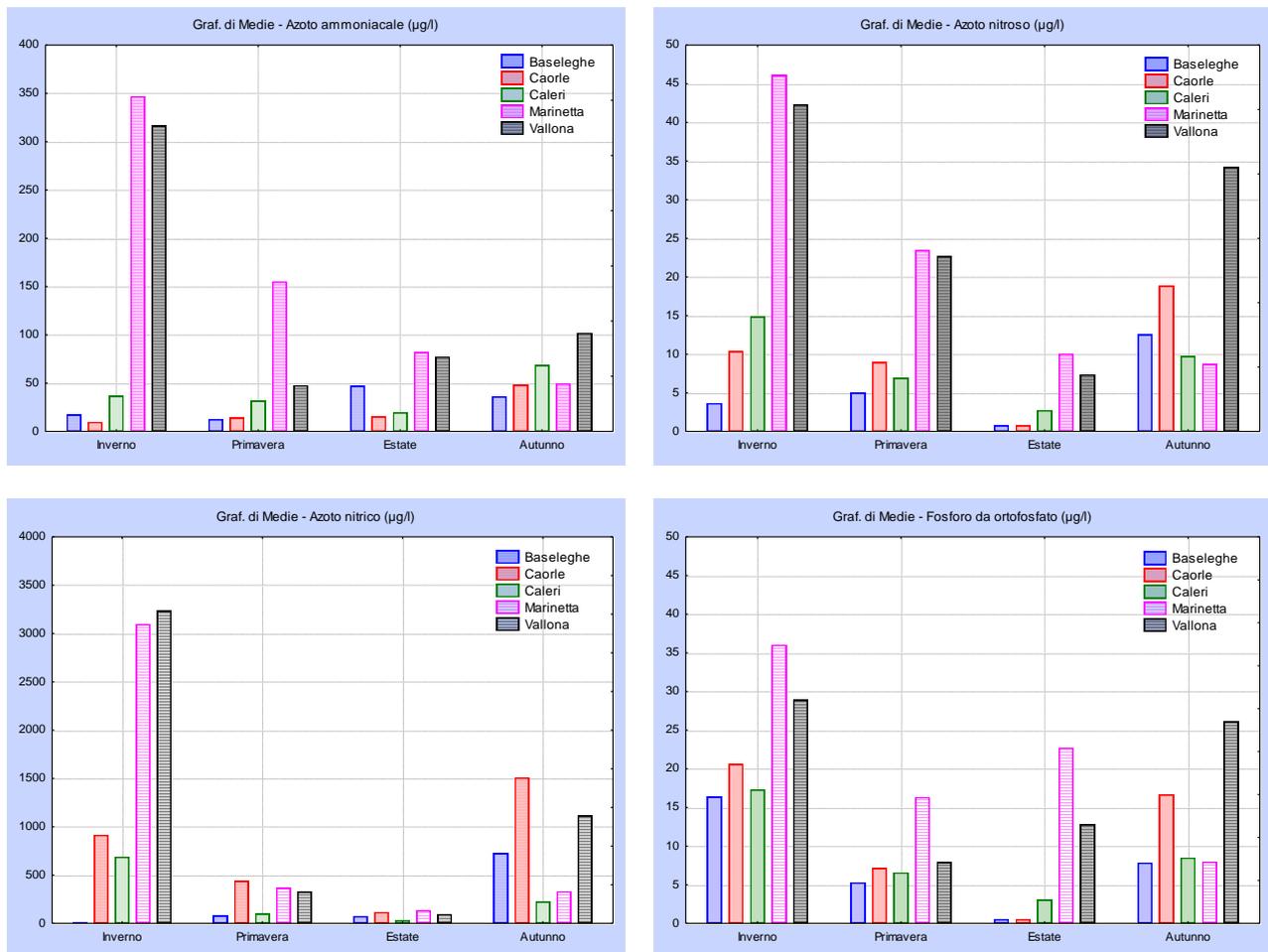


Figura 11 – Andamento stagionale delle concentrazioni di nutrienti nei corpi idrici lagunari (lagune del Distretto Alpi Orientali)

In Figura 11 è riportato l'andamento stagionale dei diversi nutrienti nel distretto Alpi Orientali.

Le concentrazioni di nutrienti, fatta eccezione per l'azoto ammoniacale, mostrano il tipico andamento con un massimo nel periodo autunnale-invernale, cui segue una sostanziale diminuzione nel periodo primaverile-estivo. La presenza di concentrazioni minime di nutrienti in estate, in particolare di nitrati, è una caratteristica tipica degli ambienti di transizione, in cui la componente micro e macro-algale, proprio in questo periodo, subisce un'intensa crescita in termini di biomassa, determinandone il progressivo consumo.

Va rilevato che, come e più del 2014, Marinetta e Vallona presentano concentrazioni molto elevate di nutrienti, in particolare nel periodo invernale, mentre Baseleghe e Caorle le riducono sensibilmente soprattutto relativamente ai composti azotati.

I nutrienti nelle lagune del Distretto Padano (Figura 12) evidenziano generalmente un andamento stagionale comune a tutti i corpi idrici e caratterizzato ancora da valori massimi invernali e valori minimi primaverili ed estivi. I valori massimi invernali riguardano principalmente le lagune di Barbamarco e Canarin, mentre la Sacca di Scardovari mostra variazioni più modeste durante l'anno. Peculiare è il valore di azoto nitroso misurato in estate in Sacca del Canarin, piuttosto elevato per la stagione considerata e che non trova riscontro nelle concentrazioni degli altri nutrienti.

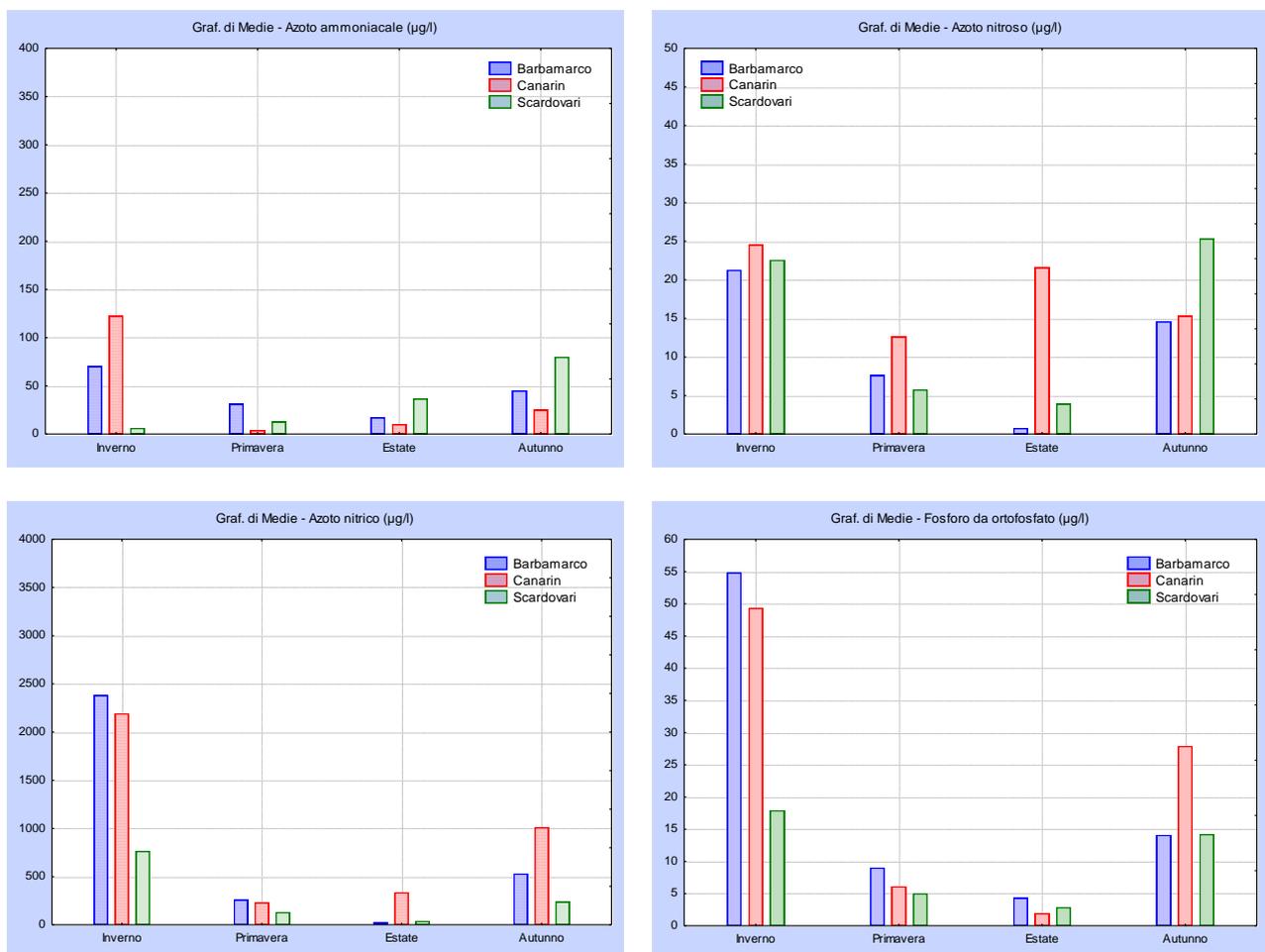


Figura 12– Andamento stagionale delle concentrazioni di nutrienti nei corpi idrici lagunari (lagune del Distretto Padano)

Infine in Figura 13 è riportato l'andamento stagionale dei nutrienti nelle foci a delta.

In generale, a conferma dell'asimmetria positiva visibile nei grafici di Figura 10, le concentrazioni di nutrienti, pur essendo molto omogenee tra i diversi rami, evidenziano una netta differenziazione tra il valore invernale, molto elevato, e i valori delle altre stagioni. Ciò vale soprattutto per l'azoto

ammoniacale il quale raggiunge d'inverno concentrazioni fino a dieci volte superiori a quelle primaverili o autunnali.

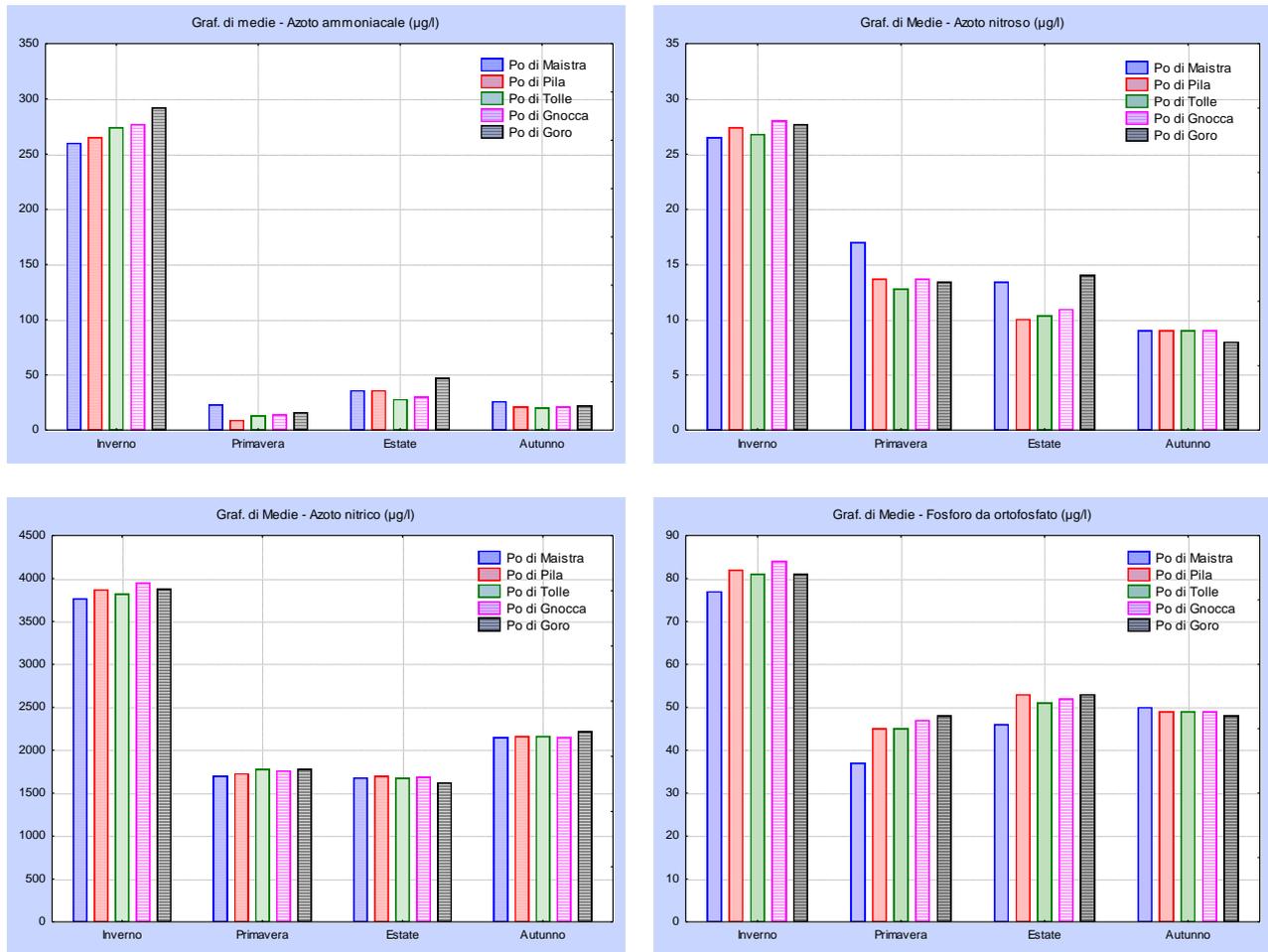


Figura 13– Andamento stagionale delle concentrazioni di nutrienti nelle foci a delta (rami delta Po)

3.2.2.1 Stato dei nutrienti

In base a quanto richiesto dal D.M. 260/2010, nella classificazione dello stato ecologico delle acque di transizione, gli elementi fisico-chimici a sostegno da utilizzare sono:

- ~ Azoto inorganico disciolto (DIN);
- ~ Fosforo reattivo (P-PO₄);
- ~ Ossigeno disciolto.

Per ciascuno di questi tre elementi il D.M. 260/2010 definisce un limite di classe Buono/Sufficiente (Tabella 13). Per il DIN i limiti di classe sono definiti per due diverse classi di salinità (>30 PSU e <30 PSU), mentre il fosforo reattivo ha, ad oggi, un limite definito solo per gli ambienti con salinità >30 PSU.

Le concentrazioni medie di DIN e fosforo reattivo per corpo idrico sono stati calcolati mediando le relative concentrazioni stagionali misurate in tutte le stazioni di prelievo presenti all'interno di ogni corpo idrico.

Ai fini dell'elaborazione della media annuale degli elementi di qualità fisico-chimica, nei casi in cui i risultati analitici siano stati inferiori ai limiti di quantificazione della metodica analitica è stato utilizzato il 50% del valore del limite di quantificazione. Nel caso del DIN, essendo il risultato della sommatoria di NH₃, NO₂ e NO₃, i risultati inferiori al limite di quantificazione delle singole sostanze sono stati considerati pari a zero.

Tabella 13 - Tabella 4.4.2/a del D.M. 260/2010 che riporta i limiti di classe Buono/Sufficiente per gli elementi di qualità fisico-chimica a supporto della classificazione ecologica

Tab. 4.4.2/a – Limiti di classe per gli elementi di qualità fisico-chimica nella colonna d'acqua

Denominazione della sostanza	Limiti di classe B/S	Classi di salinità
Azoto inorganico disciolto (DIN) (*)	Salinità <30psu 30 µM (420 µg/l c.a.)	oligoalino mesoalino polialino
	Salinità >30psu 18 µM (253 µg/l c.a.)	eualino iperlino
Fosforo reattivo (P-PO ₄) (**)	Salinità >30psu 0,48 µM (15 µg/l c.a.)	eualino iperlino
Ossigeno disciolto	≤ 1giorno di anossia/anno**	

Note alla tab. 4.4.2/a

*Valore espresso come medio annuo; considerata l'influenza degli apporti di acqua dolce, per la definizione degli standard di qualità dell'azoto e del fosforo si forniscono valori tipo-specifici in relazione alla salinità dei corpi idrici.

**Anossia: valori dell'ossigeno disciolto nelle acque di fondo compresi fra 0-1.0 mg/l (campionamento effettuato in continuo) (ex D.Lgs 152/99), Ipossia: valori dell'ossigeno disciolto nelle acque di fondo compresi fra 1-2.0 mg/l (campionamento effettuato in continuo) (ex D.Lgs 152/99)

Per quanto riguarda il DIN i corpi idrici di Baseleghe, Caleri e Scardovari vengono classificati in stato buono, tutti gli altri in stato sufficiente (Figura 14). Per quanto riguarda il fosforo reattivo è possibile classificare esclusivamente la laguna di Marinetta, unico corpo idrico lagunare eualino; la concentrazione media di fosforo reattivo (20.7 µg/l) conferma lo stato sufficiente della laguna di Marinetta già evidenziato per l'azoto inorganico disciolto.

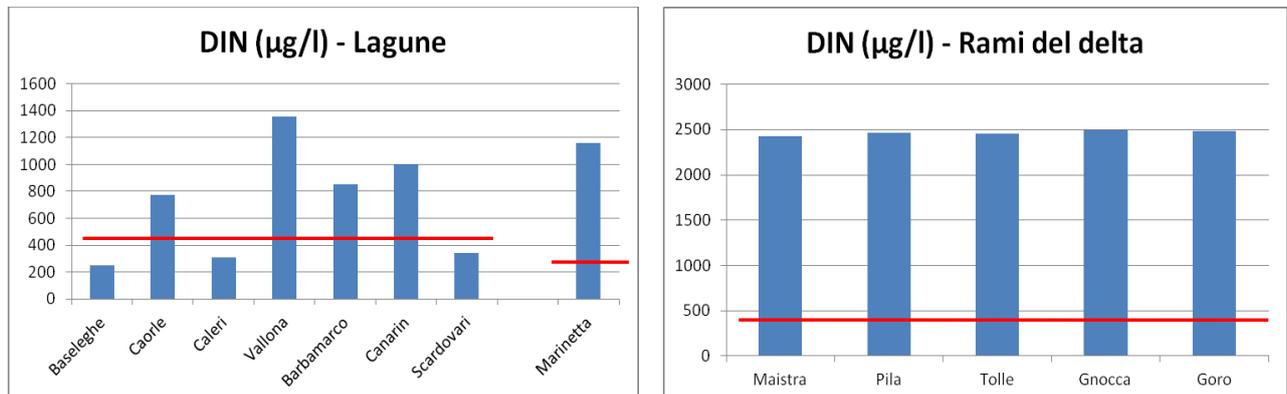


Figura 14 – Stato dei nutrienti dei corpi idrici monitorati

Per quanto riguarda lo stato di ossigenazione, in Tabella 14 si riporta la Tabella 2 del protocollo di ISPRA (ISPRA, G. Giordani, P. Viaroli) per il monitoraggio dei solfuri acido volatili e del ferro labile, che indica i valori soglia sulla base dei quali effettuare la valutazione del rischio di anossia. Le concentrazioni di solfuri volatili disponibili e ferro labile rilevate nel 2015, il valore del loro rapporto e la valutazione dello stato di ossigenazione desunto sono riportati in Tabella 15. A causa di problemi con il corretto stoccaggio dei campioni, non è stato possibile analizzare le stazioni 382-CAO e 392-BAS campionate a giugno (in tabella indicate come n.m.).

Tabella 14 – Tabella 2. Valutazione del rischio di anossia sulla base del rapporto AVS/LFe

Fe labile ($\mu\text{mol/g}$)		>100	<100
AVS/Lfe	Ossigeno presente ipossia episodica	<0.25	<0.25
	Ipossia frequente Anossia episodica	0.25-0.50	0.25-0.75
	Anossia da frequente a persistente	>0.50	>0.75

Tabella 15 – Risultati dell'analisi di AVS-LFe e relativa valutazione di ossigenazione

Punto prelievo	Campagna	AVS ($\mu\text{mol/g}$)	LFe ($\mu\text{mol/g}$)	AVS/LFe	Valutazione
392-BAS	marzo	11	46	0.24	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	giugno	n.m.	n.m.	-	-
	settembre	7	33	0.21	Ossigeno presente - Ipossia episodica
382-CAO	marzo	5	51	0.10	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	giugno	n.m.	n.m.	-	-
	settembre	5	40	0.13	Ossigeno presente - Ipossia episodica
692-CAL	febbraio	17	124	0.14	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	giugno	31	112	0.28	Ipossia frequente - Anossia episodica
	agosto	68	185	0.37	Ipossia frequente - Anossia episodica
232-MAR	febbraio	5	128	0.04	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	giugno	13	150	0.09	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	agosto	14	168	0.08	Ossigeno presente - Ipossia episodica
242-VAL	febbraio	5	75	0.07	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	giugno	15	109	0.14	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	agosto	16	100	0.16	Ossigeno presente - Ipossia episodica
422-BAR	febbraio	17	257	0.07	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	giugno	18	160	0.11	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	agosto	99	272	0.36	Ipossia frequente - Anossia episodica
432-CAN	febbraio	41	121	0.34	Ipossia frequente - Anossia episodica
	giugno	44	202	0.22	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	agosto	36	209	0.17	Ossigeno presente - Ipossia episodica
452-SCA	febbraio	23	131	0.18	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	giugno	22	97	0.23	Ossigeno presente - Ipossia episodica
	agosto	36	146	0.25	Ipossia frequente - Anossia episodica

I risultati evidenziano poche situazioni critiche di ossigenazione (Ipossia frequente-Anossia episodica) riferite esclusivamente alle lagune di Caleri, Barbamarco, Canarin e Scardovari, generalmente nelle stagioni primaverile o estiva. Non si rilevano invece casi di Anossia da

frequente a persistente. Le criticità rilevate nelle lagune di Caleri e Scardovari trovano riscontro negli eventi di anossia osservati in campo nello stesso mese o nei mesi precedenti e di cui si discuterà più approfonditamente al paragrafo 6.0 Altri rilevamenti.

3.3 EQB Fitoplancton

Si riporta in Tabella 16 una sintesi dei dati relativi al monitoraggio del fitoplancton (abbondanze per gruppi principali, clorofilla e feofitina a).

Tabella 16 – Principali parametri statistici calcolati sui dati relativi al fitoplancton

	N Validi	Media	Confidenza -95.000%	Confidenza +95.000%	Mediana	Minimo	Massimo	Inferiore Quartile	Superiore Quartile	Quartile Intervallo	Dev.Std.	Asimmetria	Curtosi
Bacillariofitee	100	988517	718742	1258292	444485	2480	6699023	210905	1161671	950767	1359603	2.2	4.8
Cianofitee	100	4272	771	7774	0	0	154209	0	897	897	17648	7.0	55.1
Clorofitee	100	23244	12813	33676	1560	0	396861	0	18142	18142	52572	4.4	26.0
Criptofitee	100	156908	93190	220625	71436	0	2340349	28347	142870	114523	321121	4.7	26.0
Crisofitee	100	5066	2296	7835	0	0	72569	0	120	120	13957	3.3	11.3
Dinofitee	100	9922	6665	13179	4536	0	88443	40	13607	13567	16414	2.9	9.8
Euglenofitee	100	3241	1727	4756	0	0	38552	0	2268	2268	7633	3.4	11.8
Nanoflagellati	99	16016	-7415	39447	0	0	1165639	0	0	0	117480	9.8	96.4
Prasinofitee	100	152526	110627	194425	72569	0	957003	19276	186525	167249	211161	2.3	5.2
Primnesiofitee	100	478	109	847	0	0	11339	0	0	0	1859	4.7	23.9
Altro Fitoplancton	100	19111	11364	26858	4048	0	229046	0	18709	18709	39043	3.7	16.0
Clorofilla a (µg/l)	100	3.8	3.0	4.6	2.4	0.4	18.7	1.1	5.6	4.5	4.0	1.8	3.1
Feofitina a (µg/l)	100	4.0	2.0	6.0	2.4	0	101.0	1.1	4.2	3.1	10.2	9.0	86.4

3.3.1 Fitoplancton

Nel 2015 sono state rinvenute 118 varietà di fitoplancton, di cui 109 determinate a livello di genere o specie e 9 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

Per quanto concerne il fitoplancton totale l'intervallo di variazione delle abbondanze è risultato compreso tra un minimo assoluto pari a 8.320 cellule/l, rinvenuto nella stazione 440 della Sacca del Canarin a ottobre e un massimo assoluto di 7.068.670 cellule/l, rinvenuto nella stazione 240 della laguna di Vallona a febbraio.

Si riportano nelle Figure 15 e 16 le medie delle abbondanze fitoplanctoniche suddivise per corpo idrico e per stagione. Con la voce "Altro fitoplancton" si intende la somma delle specie appartenenti alla classe *Coscinodiscofitee*, *Dictyochofitee*, *Mediofitee*, *Synurofitee*, *Fragilariofitee* e di altre specie cui non è stato possibile assegnare una classe specifica. Nell'allegato 2 al presente rapporto è riportato l'elenco di tutti i taxa rinvenuti nei campioni analizzati.

Come nell'anno precedente sono stati monitorati anche i cinque rami del delta del Po (foci a delta), i cui dati verranno trattati separatamente dalle altre lagune.

Lagune

Inverno

Le abbondanze fitoplanctoniche sono variate tra 11.240 cellule/l, valore riscontrato nella laguna di Baseleghe e 6.442.765 cellule/l della laguna di Vallona. In quest'ultima, 6.123.007 cellule/l

risultano appartenenti alle *Bacillariofitee*, di cui il maggior contributo è dovuto al solo genere *Skeletonema* in entrambe le stazioni indagate. I bloom invernali di *Skeletonema*, in particolare di *Skeletonema marinoi*, rappresentano un fenomeno ormai noto nell'Adriatico settentrionale (MATTM - ICRAM, 2006). In tutte le lagune si evidenzia che più del 85% delle specie rinvenute appartiene sempre alle *Bacillariofitee*, ad eccezione della laguna di Caorle dove la presenza di *Bacillariofitee* è ridotta al 20% del totale, a favore di più del 70% delle specie appartenenti alle *Prasinofitee*, e nella laguna di Baseleghe dove la presenza di *Bacillariofitee* equivale a quella delle *Criptofitee* e delle *Prasinofitee* (circa il 25/30% per ogni genere). Il valore medio per tutti i corpi idrici lagunari considerati è pari a 2.580.276 cellule/l.

In questa stagione su tutte le lagune del delta del Po, ad eccezione di quella di Barbamarco, si registrano i valori di abbondanza fitoplanctonica più elevati dell'anno.

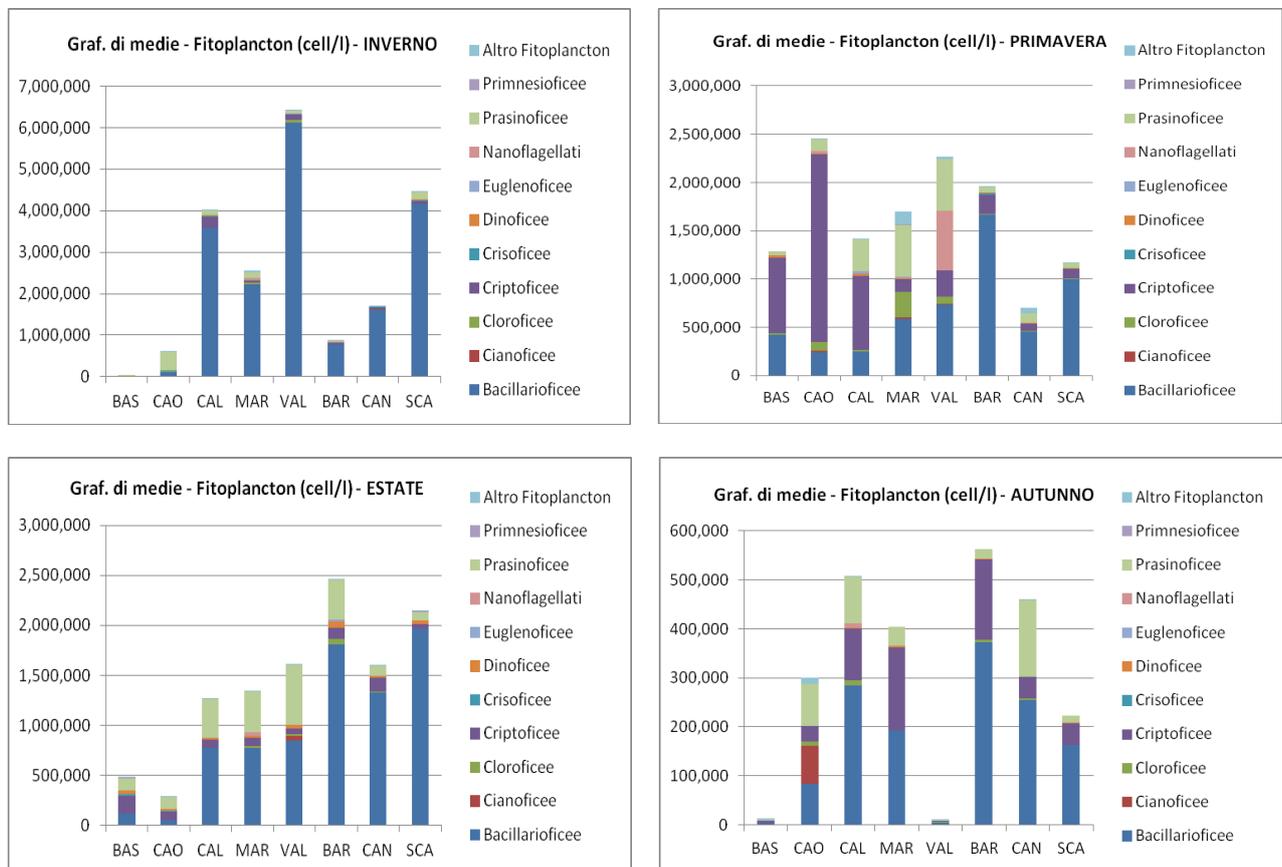


Figura 15 – Medie delle abbondanze dei gruppi principali di fitoplancton per corpo idrico e stagione (lagune)

Primavera

Le medie delle abbondanze fitoplanctoniche sono variate tra 699.989 e 2.458.274 cellule/l, rispettivamente riscontrate nella laguna di Canarin e in quella di Caorle, con un valore medio per tutti i corpi idrici lagunari considerati di 1.619.857 cellule/l.

Nelle lagune della provincia di Venezia (Caorle e Baseleghe), i popolamenti fitoplanctonici primaverili sono a carico principalmente delle *Criptofitee* (60/70% delle specie rinvenute), mentre

nelle lagune della provincia di Rovigo restano ancora principalmente a carico delle *Bacillarioficee* (mediamente il 75% del totale) nelle lagune del Distretto Padano (Barbamarco, Canarin e Scardovari) e delle *Bacillarioficee* insieme alle *Prasinoficee* in quelle del Distretto Alpi Orientali (Caleri, Marinetta e Vallona). Tra queste ultime la laguna di Caleri è l'unica dove si riscontra anche una sensibile presenza di *Criptoficee*, pari a 50% del totale.

Nelle lagune del Distretto Padano dove, come sopracitato, il maggior contributo è ancora dovuto alla presenza delle *Bacillarioficee*, le specie dominanti riscontrate sono *Dactyliosolen fragilissimus* e *Chaetoceros* spp.

Nelle lagune di Caorle e Baseleghe i valori di abbondanza fitoplanctonica più elevati si registrano in questa stagione a differenza delle lagune del delta del Po che, come sopra citato, mostrano valori di abbondanza più elevati tendenzialmente nella stagione invernale.

Estate

Le medie delle abbondanze fitoplanctoniche estive sono variate tra 286.330 cellule/l e 2.468.102 cellule/l, rispettivamente nella laguna di Caorle e nella laguna di Barbamarco. Il valore massimo misurato in quest'ultima laguna è riconducibile ad elevate concentrazioni di specie dei generi *Chaetoceros* spp. e *Cycoltella* spp..

Il valore medio di tutti i corpi idrici lagunari considerati è di 1.400.571 cellule/l.

Nel periodo estivo, analizzando la distribuzione delle abbondanze fitoplanctoniche per classe, si evidenzia una distribuzione geografica delle abbondanze. Infatti, in entrambe le lagune della provincia di Venezia (Baseleghe e Caorle), le concentrazioni delle specie si distribuiscono in modo equivalente tra i generi *Bacillarioficee*, *Criptoficee* e *Prasinoficee*, in quelle della provincia di Rovigo, invece, si osserva che nelle lagune più settentrionali (Caleri, Marinetta e Vallona) si riscontra un 50/60% di specie appartenenti alle *Bacillarioficee* e un 30% alle *Prasinoficee* mentre in quelle meridionali (Barbamarco, Canarin e Scardovari) l'abbondanza fitoplanctonica è dovuta quasi esclusivamente alle *Bacillarioficee* (mediamente 80%).

In questa stagione si registrano anche i valori più elevati di abbondanza per la laguna di Barbamarco.

Autunno

Le medie delle abbondanze fitoplanctoniche sono variate tra 10.420 e 563.257 cellule/l, rispettivamente nella laguna di Vallona e nella laguna di Barbamarco. In tutte le lagune le specie rilevate appartengono principalmente alle *Bacillarioficee*, alle *Criptoficee* e alle *Prasinoficee*.

In particolare nella sacca di Scardovari le *Bacillarioficee* costituiscono oltre il 70% del totale e la specie principale che si riscontra è *Chaetoceros* spp.

E' da segnalare inoltre, nella laguna del Caorle, un 26% di specie appartenenti alle *Cianoficee* dovuto principalmente alla presenza di *Merismopedia* sp. e *Oscillatoria* sp. nella stazione 380, specie tipicamente legate all'acqua dolce.

In tutte le lagune in questa stagione si registrano i valori di abbondanza fitoplanctonica più bassi e il valore medio per tutti i corpi idrici considerati è pari a 310.039 cellule/l.

Rami del delta del Po

Inverno

Le abbondanze fitoplanctoniche nei rami del delta sono molto ridotte rispetto a quelle delle lagune e variano tra 9.600 cellule/l, riscontrata nel ramo del Po di Gnocca, e 680.335 cellule/l nel ramo del Po di Tolle. Nella stagione invernale è da segnalare una bassa abbondanza fitoplanctonica nei rami del Po di Pila, Gnocca e Goro a fronte di abbondanze molto più elevate in quelli di Maistra e Tolle. In tutti i rami i contributi maggiori alle abbondanze sono dovuti a specie appartenenti alle *Bacillarioficee* e negli ultimi due anche alle *Prasinoficee*. In particolare tra le *Bacillarioficee* si ritrova in quantità elevata la specie *Cyclotella* spp. e anche se in quantità un po' ridotta la specie *Asterionella formosa* tipica di ambiente di acqua dolce quale quello dei rami del delta.

Il valore medio per tutti i rami del Po considerati è pari a 269.729 cellule/l.

Primavera

Le abbondanze fitoplanctoniche nei rami del delta anche in questa stagione sono molto più basse rispetto a quelle delle altre lagune e si attestano sullo stesso ordine di grandezza della stagione invernale, almeno per quanto riguarda i rami di Maistra e Tolle; sono variate tra 585.089 cellule/l, riscontrata nel Po di Tolle, e 802.794 cellule/l nel Po di Maistra. I contributi maggiori alle abbondanze sono dovuti in tutti i rami a specie appartenenti alle *Bacillarioficee*, in particolare sempre alle specie *Cyclotella* spp., ad eccezione del Po di Pila dove invece il contributo maggiore è dovuto a specie appartenenti alle *Cloroficee* e all'Altro fitoplancton.

Il valore medio per tutti i corpi idrici considerati è pari a 685.324 cellule/l.

Estate

Durante l'estate le abbondanze fitoplanctoniche aumentano in tutti i rami del delta, seppur leggermente; sono variate tra 725.692 cellule/l riscontrate nel Po di Goro e 1.118.016 cellule/l nel Po di Maistra, con un valore medio di 884.436 cellule/l. I contributi maggiori alle abbondanze sono sempre dovuti a specie appartenenti alle *Bacillarioficee* (*Cyclotella* spp. e *Skeletonema*) e, in misura minore, anche alle *Prasinoficee* e nel solo ramo del Po di Maistra anche alle *Criptoficee*.

Autunno

Le abbondanze fitoplanctoniche in autunno, diversamente da quanto evidenziato nell'autunno del 2014, sono diminuite nei rami del delta, mostrando valori paragonabili o inferiori rispetto alle altre lagune. Si riscontrano valori di abbondanze che variano tra un minimo di 13.080 cellule/l, nel Po

di Gnocca, e un massimo di 646.317 cellule/l, nel Po di Goro, con un valore medio su tutti i rami di 487.922 cellule/l.

Si evidenzia sempre il maggior contributo delle *Bacillariofitee* ancora legato alla presenza di *Cyclotella* spp., ma anche un leggero aumento di quello delle *Criptofitee*.

E' da segnalare, rispetto agli altri rami, dei valori molto ridotti delle abbondanze nel Po di Gnocca.

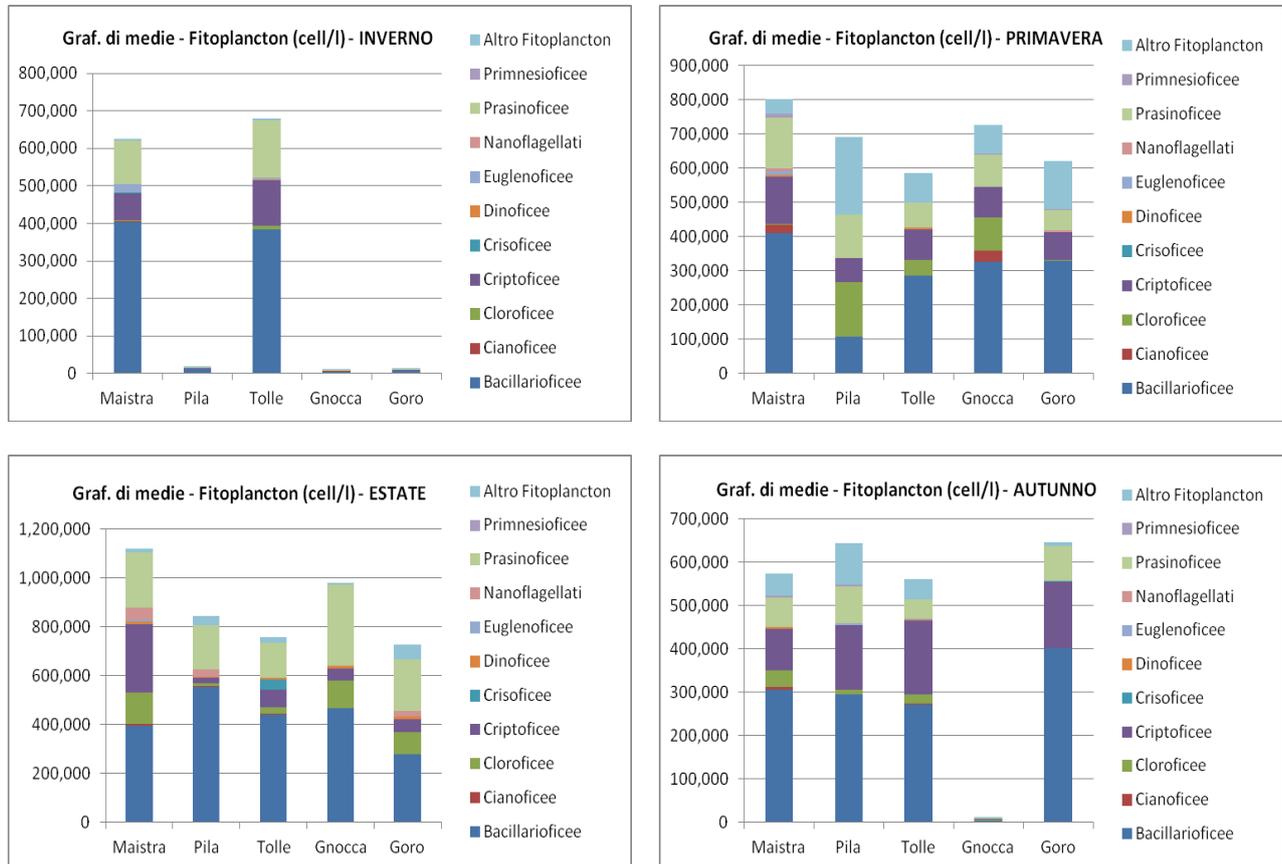


Figura 16 – Medie delle abbondanze dei gruppi principali di fitoplancton per corpo idrico e stagione (rami delta Po)

3.3.2 Clorofilla “a”

Lagune

Le concentrazioni medie invernali di clorofilla *a* variano tra 0.4 µg/l della laguna di Baseleghe e 7.0 µg/l della laguna di Marinetta, con una media pari a 2.7 µg/l. Le concentrazioni di feofitina *a* variano invece tra 0.3 µg/l, sempre nella laguna di Caorle, e 5.1 µg/l nella laguna di Vallona; la media è pari a 2.4. µg/l.

Le concentrazioni medie primaverili invece risultano in aumento sia per la clorofilla *a* che per la feofitina *a* con, in entrambi i casi, valori minimi nella laguna di Scardovari (rispettivamente 2.0 µg/l e 1 µg/l) e massimi nella laguna di Vallona (con valori di 15.2 µg/l di clorofilla *a* e 6.4 µg/l di feofitina *a*). Il valore medio di clorofilla *a* è pari a 7.8 µg/l e quello di feofitina *a* 3.6 µg/l.

In estate i valori di clorofilla *a* e di feofitina *a*, si mantengono su valori dello stesso ordine di grandezza di quelli primaverili ad eccezione delle lagune di Caorle e Baseleghe dove

diminuiscono; relativamente alla clorofilla *a* il valore minimo (0.6 µg/l) è stato riscontrato nelle laguna di Baseleghe e il massimo (12.3 µg/l) nella Sacca del Canarin, mentre per la feofitina *a* si registra il minimo nella laguna di Caorle (0.7 µg/l) e il massimo sempre nella Sacca del Canarin (10.5 µg/l). In estate si registra anche il valore puntuale di clorofilla *a* più elevato registrato nell'anno pari a 18.7µg/l nella stazione 430 della Sacca del Canarin.

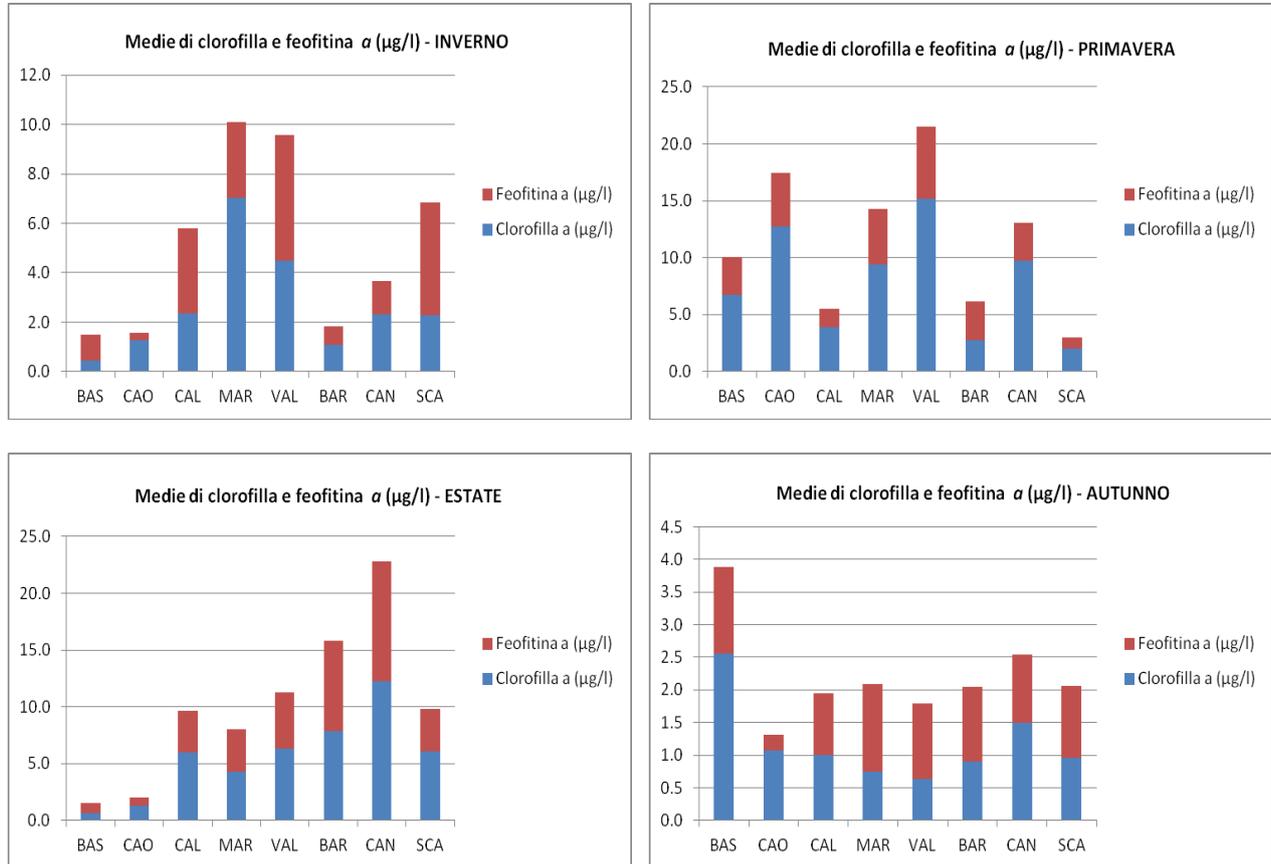


Figura 17 – Medie delle concentrazioni di clorofilla e feofitina *a* per corpo idrico e stagione (lagune)

Infine le concentrazioni autunnali, con l'eccezione della laguna di Baseleghe, tendono a diminuire in tutte le lagune; il valore minimo clorofilla *a* (0.6 µg/l) è stato rilevato nella laguna di Vallona, quello massimo (2.6 µg/l) nella laguna di Baseleghe; il valore minimo di feofitina *a* (0.2 µg/l) riguarda la laguna di Caorle, quello massimo (1.3 µg/l) le lagune di Baseleghe e Marinetta. I valori medi si attestano su 1.2 µg/l per la clorofilla *a* e su 1 µg/l per la feofitina *a*.

In Figura 17 si riportano le concentrazioni di clorofilla *a* e feofitina *a* rilevate nelle diverse stagioni nei corpi idrici lagunari.

Rami del delta Po

I valori invernali di clorofilla *a* mostrano il massimo nel Po di Pila, con valore di 1.5 µg/l e minimi di 1.1 µg/l nelle altre lagune; quelli di feofitina *a* variano invece tra 1.3 µg/l del Po di Maistra e 3 µg/l del Po di Pila. I valori medi su tutti i rami sono pari a 1.2 µg/l per la clorofilla *a* e a 2.2 µg/l per la feofitina *a*.

Le concentrazioni medie primaverili di clorofilla *a* invece variano tra un minimo di 0.9 µg/l nel Po di Pila e 3 µg/l in quello di Tolle con una media su tutti i rami di 1.8 µg/l; quelli di feofitina *a* invece variano tra 1.4 µg/l e 5.4 µg/l, rispettivamente nel Po di Tolle e nel Po di Maistra; il valore medio su tutti i rami è di 3.2 µg/l.

D'estate i valori sono leggermente superiori a quelli primaverili, in particolare nei rami del Po di Maistra e Pila, con un minimo di clorofilla *a* di 2.6 µg/l nel Po di Tolle, un massimo di 6.4 µg/l nel ramo del Po di Maistra e valori di feofitina *a* compresi tra 3.9 µg/l e 5.9 µg/l rispettivamente nel Po di Pila e nel Po di Goro; i valori medi su tutti i rami sono di 3.8 µg/l e 5.2 µg/l rispettivamente per clorofilla *a* e feofitina *a*.

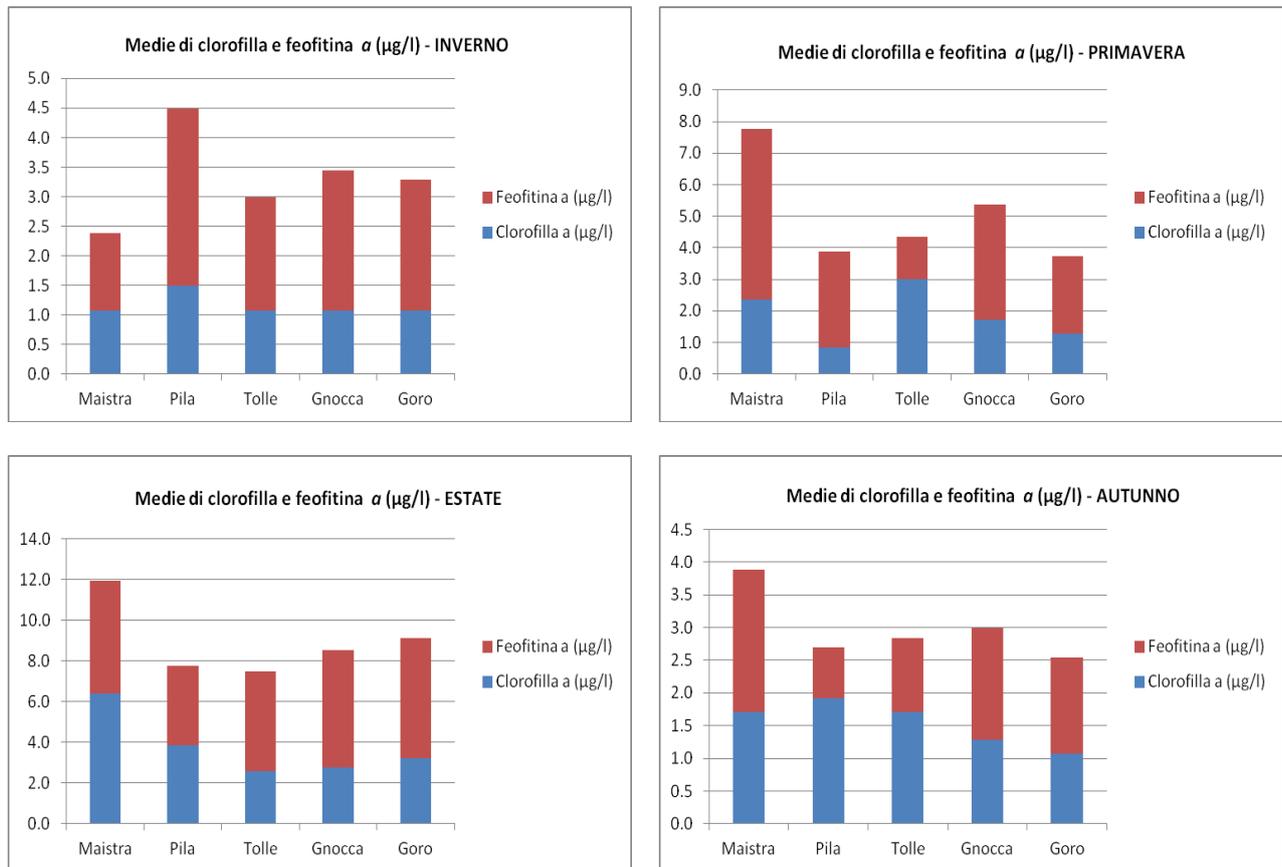


Figura 18 – Medie delle concentrazioni di clorofilla e feofitina a per corpo idrico e stagione (rami delta Po)

In autunno si abbassano i valori sia di clorofilla *a* che di feofitina *a* con valore medio su tutti i rami per entrambi i parametri pari a 1.5 µg/l. In particolare la clorofilla *a* registra valori compresi tra un minimo di 1.1 µg/l nel Po di Goro e 1.9 µg/l nel Po di Pila, mentre la feofitina *a* di 0.8 µg/l nel Po di Pila e 2.2 µg/l nel Po di Maistra.

In Figura 18 si riportano le concentrazioni di clorofilla e feofitina *a* rilevate nelle diverse stagioni nei corpi idrici foci fluviali.

I grafici di Figure 19-20 evidenziano per la densità fitoplanctonica totale e la clorofilla *a* una correlazione molto debole ($r=0.32$), con solo il 10% di variabilità spiegata. Per quanto riguarda la distribuzione dei dati, si può osservare come questi si concentrino per la maggior parte nell'area tra 500.000 e 2 milioni di cellule/l e tra 1 e 10 $\mu\text{g/l}$. Inoltre si distinguono due raggruppamenti, uno di campioni invernali al di sotto della retta di regressione ed uno, di campioni primaverili ed estivi, al di sopra della medesima retta; degna di nota è la pressoché totale assenza di dati tra 0 e 5 milioni di cellule/l.

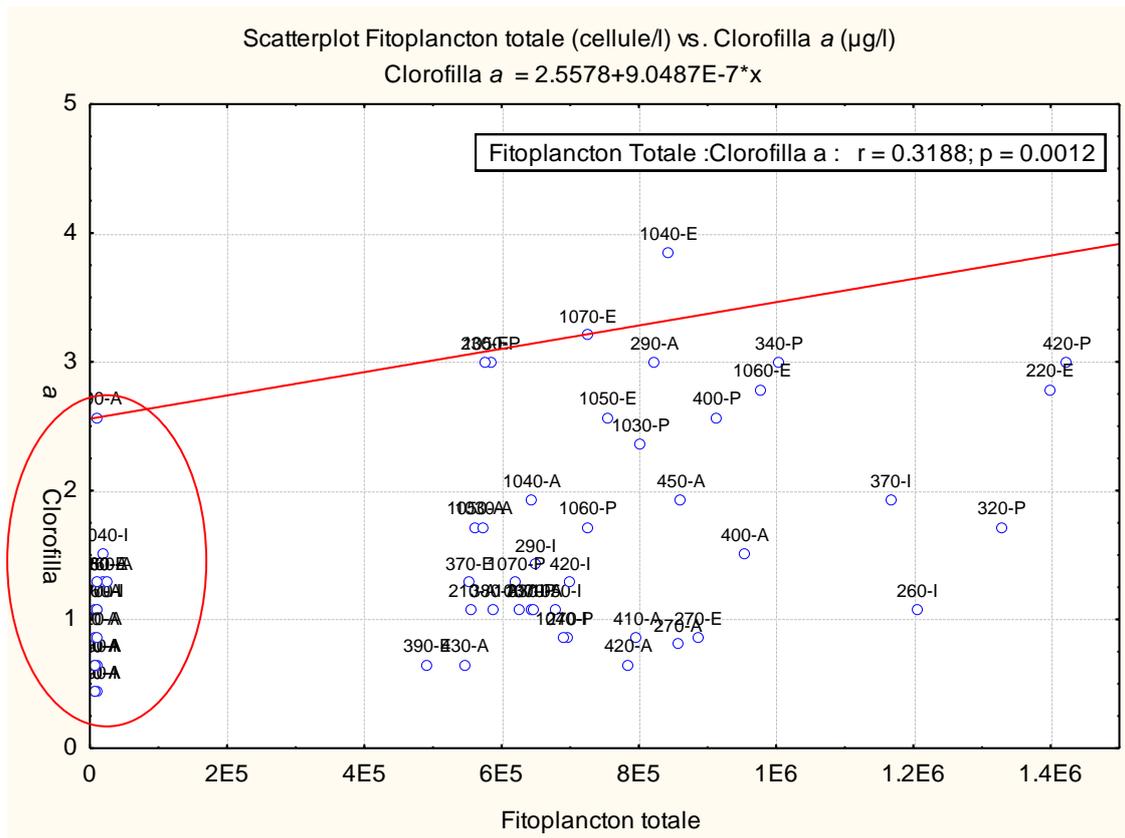


Figura 20 – Scatterplot di Abbondanza fitoplanctonica totale e clorofilla *a* - Ingrandimento zona a maggior concentrazione di dati.

I dati cerchiati in rosso in Figura 20 rappresentano i casi, già indicati in precedenza, nei quali a densità fitoplanctoniche infinitesimali corrispondono concentrazioni di clorofilla *a* mediamente elevate. Tali situazioni risultano apparentemente anomale non trovando riscontro in nessuno degli altri dati di monitoraggio (composizione quali-quantitativa del fitoplancton, condizioni idrologiche e chimico fisiche, etc.).

3.3.3 Alghe potenzialmente tossiche

La ricerca di alghe potenzialmente tossiche nella matrice acqua, effettuata nei mesi di maggio e agosto, ha riguardato le seguenti specie: *Alexandrium minutum*, *Alexandrium tamarense*, *Dinophysis* spp., *Gymnodinium catenatum*, *Lingulodinium polyedrum*, *Ostreopsis* sp., *Protoceratium reticulatum* (ex *Gonyaulax grindleyi*), *Pseudo-nitzschia* spp. e *Pseudo-nitzschia seriata*.

Tenendo conto delle indicazioni dei Decreti Ministeriali della Sanità del 01.08.1990 e del 01.09.1990 (molluschicoltura), e della Circolare M.S. del 31.7.1998 (balneazione) riguardo alle concentrazioni massime ammissibili rispettivamente per *Dinophysis* spp. (1000 cellule/l) e *Alexandrium* spp. ($10 \cdot 10^6$ cellule/l), non si evidenzia alcun superamento nel corso dell'anno. La concentrazione più elevata di *Alexandrium*, pari a 600 cellule/l, è stata rilevata in Laguna di Venezia a maggio, quella di *Dinophysis* invece, pari a 200 cellule/l, riguarda un campionamento fatto a Venezia nel mese di novembre.

Si osservano inoltre rilevamenti di altre specie potenzialmente tossiche, nello specifico appartenenti al genere *Pseudo nitzschia* in tutte le lagune monitorate, sia nella campagna primaverile, che in quella estiva. La concentrazione più elevata di questo genere ha riguardato la Laguna di Barbamarco nel mese di agosto, con una densità pari a 91.900 cellule/l.

4. Analisi dei risultati – stato chimico

4.1 Acqua

I risultati delle analisi chimiche sull'acqua hanno evidenziato, su di un totale di 6209 dati ottenuti, 5951 (96%) valori inferiori al limite di quantificazione e 258 (4%) valori positivi.

Questi ultimi hanno riguardato generalmente tutti corpi idrici, interessando i seguenti parametri: nichel, arsenico, benzene, toluene, xilene e una decina di pesticidi (erbicidi e fungicidi).

In riferimento alle tabelle 1/A e 1/B del Decreto Ministeriale n. 260/2010, i risultati non evidenziano alcun superamento, né dell'SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile), né dell'SQA-MA (concentrazione media annua).

Ciò nonostante, si rileva, anche se in bassa concentrazione, la presenza quasi ubiquitaria di alcuni pesticidi come ad esempio: Azoxystrobin, Bentazone e Dimetomorf.

E' da sottolineare che per alcuni parametri, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin, Endosulfano (miscela isomeri alfa, beta e solfato), Esaclorobutadiene (HCBd), Esaclorobenzene (HCB), Esaclorocicloesano (isomeri) (HCH's), Pentaclorobenzene, Tributilstagno e Trifenilstagno i limiti di rilevabilità delle metodiche analitiche risultano, anche se di poco, superiori all'obiettivo di qualità in termini di SQA-MA e SQA-CMA delle tabelle 1/A e 1/B o ad entrambi.

In Tabella 17 si riporta un prospetto con i parametri ricercati e i superamenti di LOQ, SQA-MA e SQA-CMA.

Tabella 17– Presenza di inquinanti specifici nella matrice acqua (Tabelle 1/A e 1/B)

Corpo idrico	Baseleghe	Caorle	Caleri	Marinetta		Vallona	Barbamarco	Canarin	Scardovari	Po di Maistra	Po di Pila	Po di Tolle	Po di Gnocca	Po di Goro	
Stazione	390-BAS	380-CAO	220-CAL	230-MAR	410-MAR	250-VAL	260-BAR	430-CAN	330-SCA	340-SCA	1030-Maistra	1040-Pila	1050-Tolle	1060-Gnocca	1070-Goro
Metalli															
Cadmio disciolto (Cd)															
Cromo totale disciolto (Cr)															
Arsenico disciolto (As)															
Mercurio disciolto (Hg)															
Nichel disciolto (Ni)															
Piombo disciolto (Pb)															
IPA															
Antracene															
Benzo(a)pirene															
Benzo(b)fluorantene															
Benzo(ghi)perilene															
Benzo(k)fluorantene															
Fluorantene															
Indeno(123-cd)pirene															
Naftalene															
Erbicidi e pesticidi															
2,4 - D															
2-4' DDT															
4-4' DDD															
4-4' DDE															
4-4' DDT															
Acetochlor															
Acido 2,4,5-triclorofenossiacetico (2,4,5 T)															
Alachlor															
Aldrin															
Atrazina															
Azinfos-Metile															
Azoxystrobin															
Bentazone															
Boscalid															
Captano															
Clomazone															
Cloridazon															
Desetiltriazina															
Desetilterbutilazina															
Dicamba															
Dieldrin															
Dimetenamide															
Dimetoato															
Dimetomorf															
Diuron															
Endosulfan (somma isomeri alfa e beta)															
Endosulfano (isomeri alfa, beta e solfato)															
Endrin															
Esaclorobenzene (HCB)															
Etofumesate															
Flufenacet															
Folpet															
Isodrin															
Isoproturon															
Lenacil															
Linuron															
Malathion															
Mcpa															
Mecoprop															
Metalaxil															
Metalaxil-M															
Metamitron															
Metolachlor															
Metossifenozone															
Metribuzina															
Metribuzina															
Molinate															
Nicosulfuron															
Oxadiazon															

Corpo idrico	Baseleghe	Caorle	Caleri	Marinetta	Vallona	Barbamarco	Canarin	Scardovari	Po di Maistra	Po di Pila	Po di Tolle	Po di Gnocca	Po di Goro		
Stazione	390-BAS	380-CAO	220-CAL	230-MAR	410-MAR	250-VAL	260-BAR	430-CAN	330-SCA	340-SCA	1030-Maistra	1040-Pila	1050-Tolle	1060-Gnocca	1070-Goro
Penconazolo															
Pendimetalin															
Procimidone															
Propanil															
Propizamide															
Quizalopof-etile															
Rimsulfuron															
Simazina															
Tebuconazolo															
Terbutilazina															
Terbutrina															
Trifluralin															
Erbicidi fosforati															
Chlorpiriphos															
Chlorpiriphos metile															
Clorfenvinfos															
Organometalli															
Tributilstagno															
Trifenilstagno															
Alchilfenoli															
4(para)-Nonilfenolo															
Para-terz-ottilfenolo															
Composti organici															
1,2 Diclorobenzene															
1,3 Diclorobenzene															
1,4 Diclorobenzene															
1,2,3 Triclorobenzene															
1,2,4 Triclorobenzene															
1,3,5 Triclorobenzene															
1,2 Dicloroetano															
1,1,1 Tricloroetano															
Benzene															
Clorobenzene															
Cloruro di vinile															
Di(2etilesilfitalato)															
Esaclorobutadiene (HCBD)															
Esaclorocicloesano (isomeri) (HCH's)															
Pentaclorobenzene															
Pentaclorofenolo															
Tetracloroetilene (Percloroetilene) (C2Cl4)															
Tetracloruro di carbonio (Tetraclorometano)															
Toluene															
Tricloroetilene (Trielina) (C2HCl3)															
Cloroformio (CHCL3)															
Xilene (o+m+p)															

	Sostanza non ricercata
	Sostanza mai risultata superiore al limite di quantificazione
	Sostanza per la quale è stata riscontrata almeno una presenza al di sopra del limite di quantificazione
	Sostanza per la quale è stato riscontrato il superamento di SQA-MA o SQA-CMA (Tabb. 1/A e 1/B del DM 260/2010)

4.2 Sedimento

I risultati delle analisi, svolte in un'unica campagna di campionamento come previsto dalla normativa, hanno evidenziato, su di un totale di 1558 dati ottenuti, 758 (49%) valori inferiori al limite di quantificazione e 800 (51%) valori positivi. I superamenti dei limiti indicati in tabella 2/A e in tabella 3/B del Decreto Ministeriale n. 260/2010 hanno riguardato i seguenti parametri: cadmio,

romo, nichel, IPA, PCB e diossine-furani (sommatoria T.E. PCDD, PCDF e PCB diossina simili) e alcuni pesticidi.

Tabella 18– Presenza di inquinanti specifici nella matrice sedimento (Tabelle 2/A e 3/B)

Corpo idrico	Baseleghe	Caorle	Caleri			Marinetta	Vallona	Barbamarco	Canarin		Scardovari			Po di Maistra	Po di Pila	Po di Tolle	Po di Gnocca	Po di Goro	
Stazione	392-BAS	382-CAO	212-CAL	402-CAL	692-CAL	232-MAR	242-VAL	272-BAR	422-BAR	292-CAN	432-CAN	342-SCA	452-SCA	902-SCA	1030-Maistra	1040-Pila	1050-Tolle	1060-Gnocca	1070-Goro
Metalli																			
Cadmio (Cd)																			
Mercurio (Hg)																			
Nichel (Ni)																			
Piombo (Pb)																			
Arsenico (As)																			
Cromo (Cr)																			
Cromo VI																			
Organo metalli																			
Tributilstagno																			
Piliciclici Aromatici																			
Acenaftene																			
Antracene																			
Benzo(a)antracene																			
Benzo(a)pirene																			
Benzo(b)fluorantene																			
Benzo(ghi)perilene																			
Benzo(k)fluorantene																			
Crisene																			
Dibenzo(ah)antracene																			
Fenantrene																			
Fluorantene																			
Fluorene																			
Indeno(123-cd)pirene																			
Idrocarburi Policiclici Aromatici (PAH)																			
Naftalene																			
Pirene																			
Pesticidi																			
Esaclorobenzene (HCB)																			
Aldrin																			
alfa HCH (esaclorocicloesano)																			
beta HCH (esaclorocicloesano)																			
delta HCH (esaclorocicloesano)																			
gamma HCH (esaclorocicloesano)																			
2-4' DDD																			
4-4' DDD																			
2-4' DDE																			
4-4' DDE																			
2-4' DDT																			
4-4' DDT																			
DD's Totali																			
Dieldrin																			
Policlorobifenili e Diossine																			
PCB (somma o totale)																			
Diossine, furani e PCB diossina simili																			

	Sostanza non ricercata
	Sostanza mai risultata superiore al limite di quantificazione
	Sostanza per la quale è stata riscontrato il superamento del limite di quantificazione
	Sostanza per la quale è stato riscontrato il superamento di SQA-MA (Tabb. 2/A e 3/B del DM 260/2010)
	Sostanza per la quale è stato riscontrato il superamento di SQA-MA + 20% (Tabb. 2/A e 3/B del DM 260/2010)

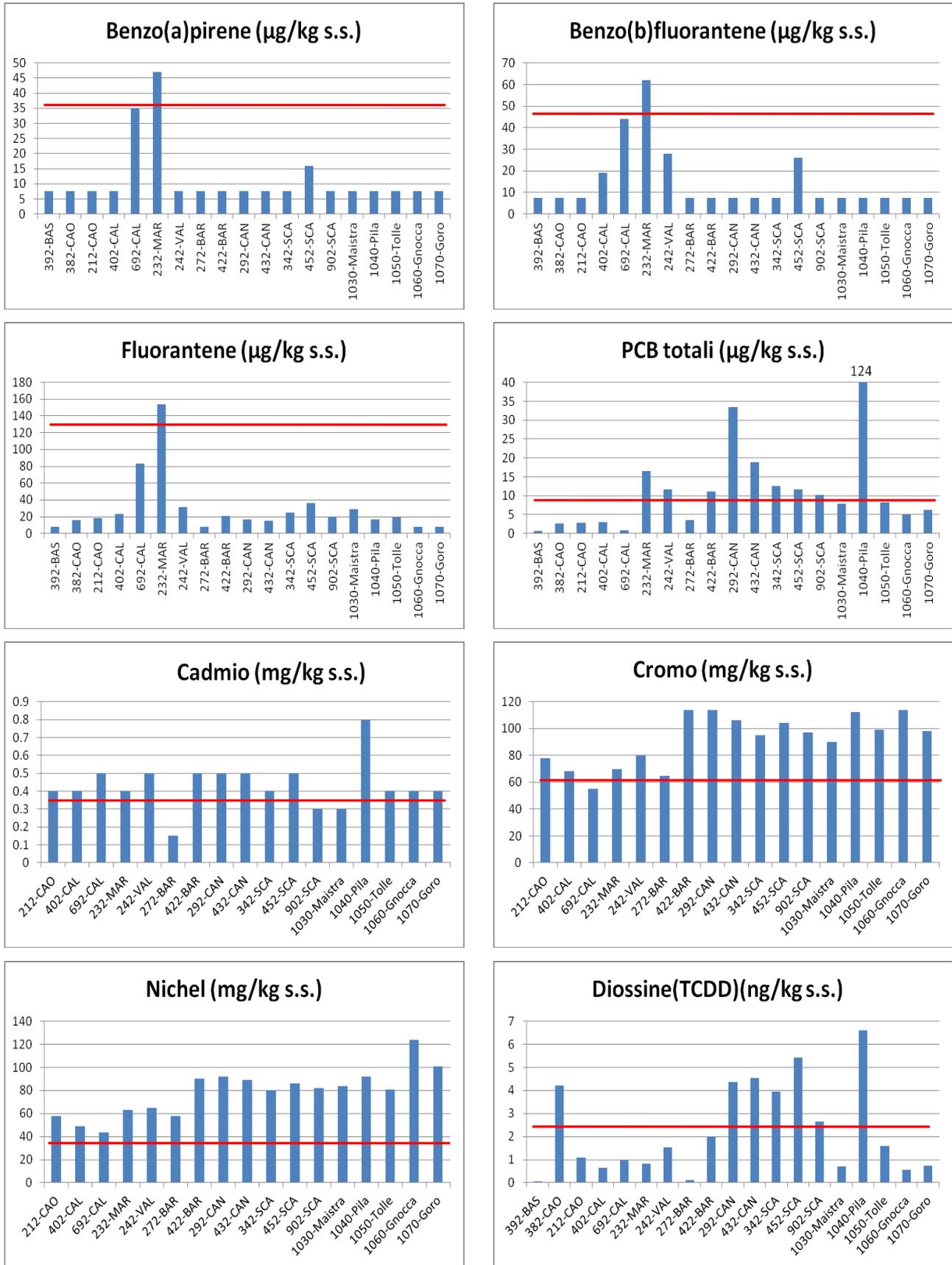


Figura 21 - Concentrazioni di inquinanti nella matrice sedimento (tabelle 2/A e 3/B del D.M. 260/2010)

I superamenti tengono conto dello scostamento pari al 20% del valore tabellare (SQA) ammesso ai fini della classificazione del buono stato chimico (nota 2 delle tabelle 2/A e 3/B).

I superamenti sono riportati in Tabella 18 e in Figura 21. La linea rossa identifica l'SQA.

La laguna di Marinetta, e in minor misura quella di Caleri, presentano una criticità relativamente a quasi tutti gli IPA analizzati, mentre un po' tutte le lagune presentano dei superamenti per i metalli. Per quanto riguarda i PCB e le Diossine le situazioni più critiche sembrano riguardare principalmente le lagune del Distretto Padano, mentre i pesticidi sembrano più abbondanti nei rami del delta.

Tabella 19– Saggi ecotossicologici sulla matrice sedimento

Punto prelievo	Test <i>Dunaliella tertiolecta</i> fase liquida		Test <i>Brachionus plicatilis</i>		Test <i>Vibrio fischeri</i> fase solida		Saggio di tossicità acuta con <i>Vibrio fischeri</i> - EC50
	TU	Valutazione	%	Valutazione	STI	Valutazione	Valutazione
392 - BAS	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.349	tossicità assente	negativo
382 - CAO	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.109	tossicità assente	negativo
402 - CAL	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.531	tossicità assente	negativo
212 - CAL	0	effetto eutrofizzante	0	tossicità assente	2.070	tossicità lieve	negativo
692 - CAL	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.294	tossicità assente	negativo
232 - MAR	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.369	tossicità assente	negativo
242 - VAL	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.595	tossicità assente	negativo
422 - BAR	0	tossicità assente	0	tossicità assente	1.238	tossicità lieve	negativo
272 - BAR	0	tossicità assente	0	tossicità assente	1.462	tossicità lieve	negativo
292 - CAN	0	effetto eutrofizzante	0	tossicità assente	0.522	tossicità assente	negativo
432 - CAN	0	tossicità assente	0	tossicità assente	1.890	tossicità lieve	negativo
902 - SCA	0	effetto eutrofizzante	0	tossicità assente	1.571	tossicità lieve	negativo
342 - SCA	0	effetto eutrofizzante	0	tossicità assente	1.048	tossicità lieve	negativo
452 - SCA	0	tossicità assente	0	tossicità assente	1.052	tossicità lieve	negativo
1032 - Maistra	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.483	tossicità assente	negativo
1042 - Pila	0	effetto eutrofizzante	0	tossicità assente	0.695	tossicità assente	negativo
1052 - Tolle	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.480	tossicità assente	negativo
1062 - Gnocca	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.385	tossicità assente	negativo
1072 - Goro	0	tossicità assente	0	tossicità assente	0.160	tossicità assente	negativo

Per quanto riguarda le analisi eco-tossicologiche (Tabella 19), quelle di tipo cronico con *Dunaliella tertiolecta* non hanno mostrato tossicità (effetto di inibizione della crescita) in alcuna stazione, pur mostrando un effetto eutrofizzante (stimolazione della crescita) in alcune stazioni (Caleri, Canarin, Scardovari, Po di Pila). Il test con *Vibrio fischeri* (fase solida) ha evidenziato lieve tossicità in alcune stazioni di Caleri, Barbamarco, Canarin e Scardovari, mentre il saggio con *Brachionus plicatilis* non ha evidenziato alcuna tossicità. E' da sottolineare che la distribuzione spaziale dei segnali ecotossicologici non è riconducibile alla distribuzione spaziale dei contaminanti rilevati nel sedimento.

4.3 Molluschi

Le analisi chimiche sui molluschi, effettuate su due campagne di campionamento, hanno evidenziato, su di un totale di 1190 dati ottenuti, 775 (65%) valori inferiori al limite di quantificazione e 415 (35%) valori positivi. Questi ultimi hanno riguardato generalmente tutti corpi idrici (compresa la laguna di Venezia) interessando in particolare i PCB, molti metalli (Ag, As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn) e i 4,4'-DDE.

Per quanto riguarda gli standard indicati in tabella 3/A del Decreto Ministeriale n. 260/2010 sono da rilevare superamenti esclusivamente per il parametro mercurio: su 35 campioni ben 14 hanno superato il valore limite e nello specifico ciò ha riguardato i corpi idrici di Baseleghe e Venezia (Figura 22).

Similmente a quanto osservato nel 2014 i superamenti riguardano esclusivamente le lagune del Distretto Alpi Orientali (da Baseleghe a Venezia), con i valori massimi registrati in laguna di Venezia nelle stazioni più prossime al centro storico. Va tenuto comunque presente che, a seconda della disponibilità rilevata in campo, la specie di mollusco di riferimento per l'analisi non è costante nei diversi campioni (mitili o ostriche) e ciò rende più complicato un confronto tra i dati.

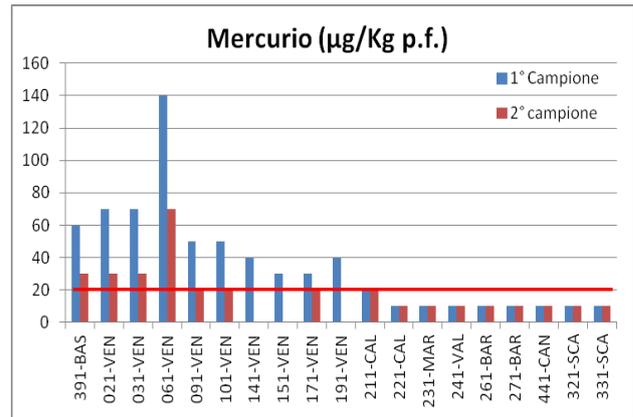


Fig. 22 - Superamenti nella matrice molluschi (tabella 3/A del D.M. 260/2010)

5. Acque destinate alla vita dei molluschi

Per il giudizio di conformità delle acque costiere e salmastre sede di banchi e popolazioni naturali di molluschi bivalvi e gasteropodi, ci si basa di norma sui dati relativi ai parametri coliformi fecali, mercurio e piombo (matrice biota), per i quali la vigente normativa in materia (D. Lgs. 152/2006) prevede un solo valore limite di riferimento (imperativo) come anche per il parametro pH (matrice acqua). Per gli altri parametri (matrici acqua e/o biota) la legge infatti prevede o due valori (imperativo e guida) o nessun valore numerico di riferimento.

Tabella 20 – Campioni che nel 2015 presentano il superamento dei limiti del D.Lgs. 152/2006 per il parametro *Coliformi fecali*

Codice stazione	Data di prelievo	Coliformi fecali (MPN/100 ml)
LAGUNA DI CALERI/MARINETTA		
211	25/05/2015	790
221	14/04/2015	>16090
221	25/05/2015	490
231	16/06/2015	1300
LAGUNA DI VALLONA		
241	16/06/2015	330
LAGUNA DI BARBAMARCO		
261	13/04/2015	790
271	13/04/2015	9180
LAGUNA DI CANARIN		
441	09/04/2015	460

Nel prospetto sotto riportato (Tabella 20) vengono presentati, per ambito lagunare e per punto di monitoraggio indagato, i superamenti rilevati per il solo parametro coliformi fecali (valore limite di

legge: 300 mpn/100 ml) dato che per i parametri mercurio e piombo si sono avuti sempre valori nei limiti di legge (rispettivamente 0.5 e 2 ppm), così come per il parametro pH.

Su un totale di 76 campionamenti di molluschi previsti per legge, a causa dell'assenza di materiale in alcuni punti di prelievo, è stato possibile raccoglierne solo 73. Di questi ben 65 presentano concentrazioni di coliformi fecali nei limiti, mentre 8 superiori agli stessi. La laguna con più superamenti risulta essere quella di Caleri, mentre i mesi più critici sembrano essere quelli primaverili ed estivi (aprile, maggio e giugno).

Nel prospetto che segue (Tabella 21) viene riportata la classificazione delle lagune indagate nell'anno 2015, da cui si evince che su 7 corpi idrici in esame 5 sono stati classificati conformi.

Tabella 21 – Classificazione delle lagune venete

Corpi idrici	n° stazioni (*)	n° campioni di legge	n° campioni esaminati	n° campioni favorevoli	% campioni favorevoli	n. campioni sfavorevoli	% campioni sfavorevoli	Giudizio finale
Laguna di Bibione/Caorle	1	4	4	4	100.0	0	0.0	conforme
Laguna di Venezia	9	36	34	34	100.0	0	0.0	conforme
Laguna di Caleri/Marinetta	3	12	12	8	66.7	4	33.3	non conforme
Laguna di Vallona	1	4	4	3	75.0	1	25.0	conforme
Laguna di Barbamarco	2	8	7	5	71.4	2	28.6	non conforme
Sacca del Canarin	1	4	4	3	75.0	1	25.0	conforme
Sacca di Scardovari	2	8	8	8	100.0	0	0.0	conforme

(*) Biota (molluschi bivalvi)

Come per gli anni passati, anche nel 2015 non è stata rilevata la presenza di Sassitossina (PSP) da Dinoflagellati nei campioni di molluschi analizzati.

6. Altri rilevamenti

Nelle Figure 23 e 24 sono riportati i valori medi di trasparenza e profondità del fondale misurati nel corso dell'anno nei corpi idrici monitorati. Dall'analisi dei grafici non si evince un andamento comune a tutti i corpi idrici: Baseleghe, Caorle, Marinetta, Vallona e Barbamarco presentano valori paragonabili tra di loro, mediamente pari a -1 m, mentre Canarin e Scardovari mostrano rispettivamente i valori minimi (mediamente -0.5 m) e quelli massimi (prossimi a -1.5 m).

Questa situazione potrebbe essere legata all'apporto fluviale che è diverso nei differenti corpi idrici; effettivamente la Sacca del Canarin presenta un valore mediano di salinità tra i più bassi, mentre quella di Scardovari tra i più alti (Figura 3) e, come evidente dal sottostante grafico di Figura 25, la salinità è strettamente correlata positivamente alla trasparenza. Non è inoltre da escludere, nel caso della Sacca del Canarin, un contributo importante alla torbidità legato a fenomeni di risospensione del sedimento, situazione più volte osservata durante i campionamenti in questa laguna.

Nettamente diversa, a conferma dei dati finora osservati (nutrienti, parametri chimico-fisici dell'acqua, ecc), è la situazione dei rami del delta del Po in cui i valori di trasparenza sono del tutto paragonabili tra ramo e ramo e raramente superiori a -0.5 m, se non nel mese di novembre.

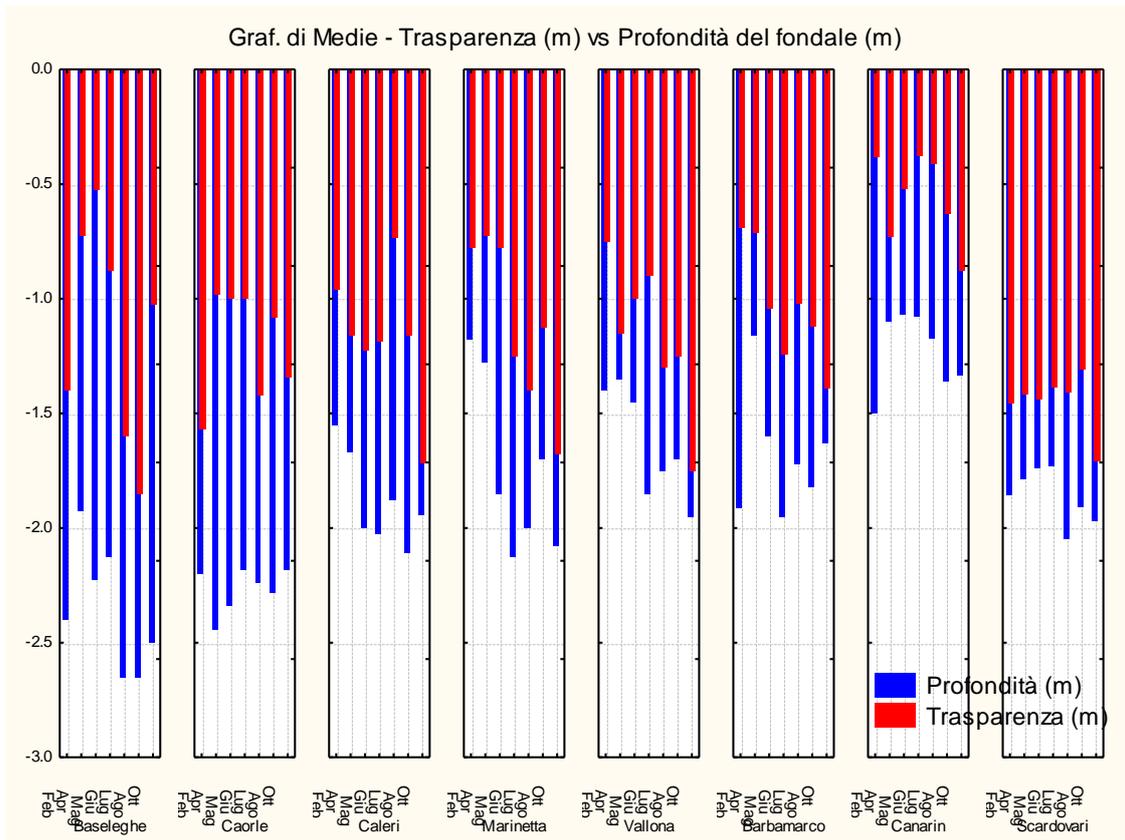


Figura 23- Andamento stagionale medio della trasparenza nei corpi idrici lagunari

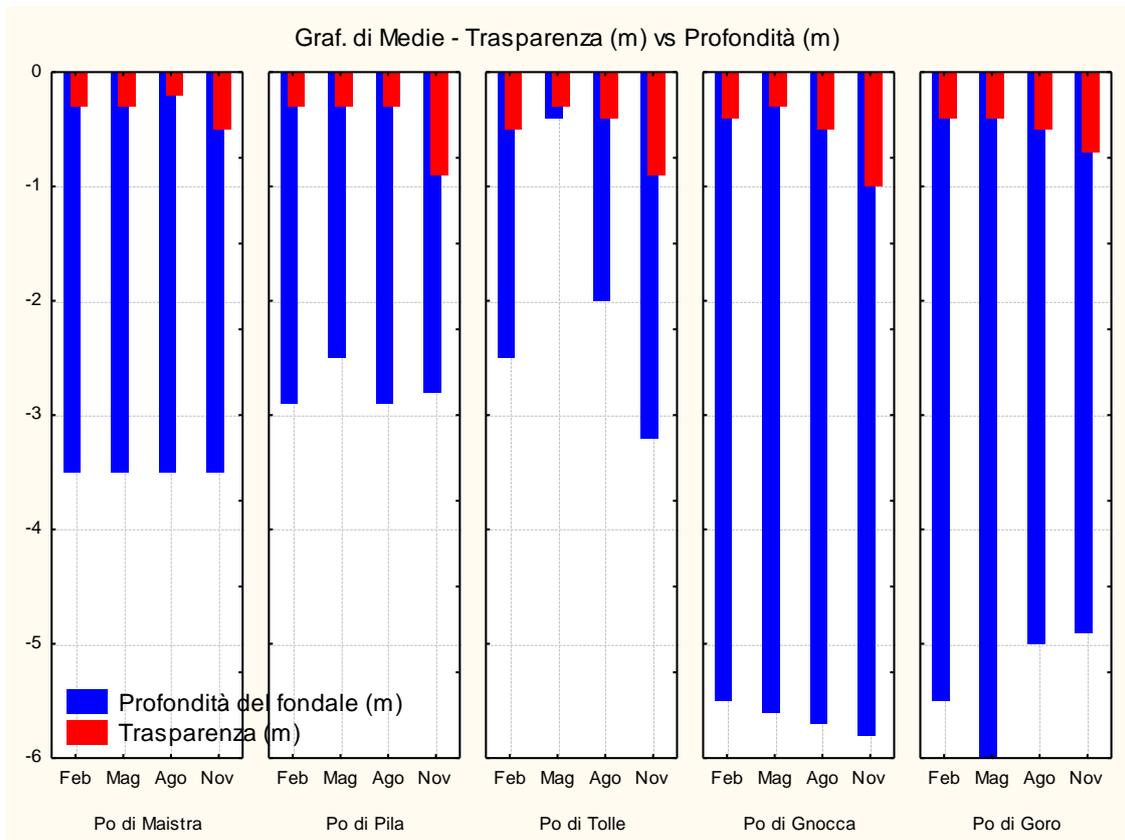


Figura 24- Andamento stagionale medio della trasparenza nei rami del delta del Po

Durante le campagne di monitoraggio i tecnici incaricati dei campionamenti rilevano e segnalano eventuali situazioni ambientali anomale o comunque particolari, quali ipossie, fioriture fitoplanctoniche, mucillagini, presenza di meduse, tartarughe, ecc.

Di seguito sono riportate le principali situazioni anomale o particolari rilevate nell'anno 2015:

- Sacca di Scardovari: nel mese di luglio viene segnalata dal Consorzio Pescatori una rilevante moria di molluschi negli allevamenti della sacca, in seguito alla quale ARPAV-Dipartimento Provinciale di Rovigo ha effettuato un sopralluogo. L'ispezione conferma la moria e concomitante presenza di una colorazione giallognola dell'acqua, soprattutto nell'area più settentrionale, di numerose alghe e di sedimento moderatamente anossico. I dati chimico-fisici dell'acqua, con temperatura prossima a 28°C, l'ossigeno disciolto su valori sempre superiori a 120% e con massimi fino a 155%, si presentano nella norma per il periodo considerato;
- Laguna di Caleri: nel mese di luglio, nell'area centro-meridionale della laguna (località Moceniga), viene rilevata una situazione anomala caratterizzata da colorazione dell'acqua biancastra e anossia al fondo (0.3 mg/l), mentre gli altri parametri chimico-fisici (temperatura, salinità e pH) risultano nella norma. Campioni di acqua prelevati ad hoc evidenziano la presenza di una fioritura fitoplanctonica di oltre 1.5 milioni di cellule/litro, costituita principalmente da Diatomee (soprattutto *Cyclotella glomerata*) e con presenza limitata di specie potenzialmente tossiche (*Pseudo-Nitzschia* spp e *Pseudo-Nitzschia* spp. *delicatissima*). Per quanto riguarda le concentrazioni di nutrienti disciolti, sia il fosforo reattivo che l'azoto nitrico e nitroso risultano al di sotto del limite di rilevabilità, mentre l'azoto ammoniacale si presenta paragonabile alle concentrazioni solitamente presenti ad agosto in questa laguna.

7. Considerazioni conclusive

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie analizzati nei corpi idrici di transizione sono riportati in Tabella 22. Trasparenza e salinità risultano correlate positivamente, mentre la salinità lo è negativamente con tutti i nutrienti ed i solidi sospesi. La presenza di correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune, mentre la correlazione sempre negativa con la salinità ne suggerisce una loro origine fluviale. È interessante la correlazione positiva tra le concentrazioni di solidi sospesi e tutti i nutrienti ad eccezione dell'azoto nitroso.

Più difficile appare invece l'interpretazione delle correlazioni presenti tra i parametri chimico-fisici e quelli biologici; è singolare la correlazione negativa di fitoplancton-clorofilla *a* con il fosforo reattivo, forse dovuto al consumo di questo nutriente in fase di fioritura fitoplanctonica, soprattutto considerando che le sue modeste concentrazioni in acqua lo rendono spesso un fattore limitante per la crescita della componente vegetale.

Tabella 22 – Coefficienti di correlazione lineare semplice tra i parametri analizzati nei corpi idrici del Veneto. Correlazioni marcate significative al livello $p < 0.05$. N=100 (Eliminazione casewise dati mancanti).

Parametro	Clorofilla a	Solidi sospesi	Temperatura	Salinità	Ossigeno disciolto	pH	Trasparenza	P-PO4	N-NH4	N-NO2	N-NO3
Fitoplancton Totale	0.32	-0.14	-0.05	0.09	0.28	0.41	0.01	-0.20	0.10	0.22	-0.01
Clorofilla a		-0.03	0.42	-0.07	0.17	0.18	-0.19	-0.35	-0.09	0.00	-0.27
Solidi sospesi			-0.18	-0.44	-0.10	-0.27	-0.47	0.50	0.43	0.18	0.51
Temperatura				0.30	0.17	0.01	0.17	-0.55	-0.46	-0.57	-0.64
Salinità					0.29	0.26	0.65	-0.69	-0.29	-0.37	-0.70
Ossigeno disciolto						0.70	0.22	-0.44	-0.20	-0.19	-0.34
pH							0.18	-0.49	-0.31	0.00	-0.38
Trasparenza								-0.59	-0.26	-0.27	-0.55
P-PO4									0.51	0.41	0.89
N-NH4										0.71	0.68
N-NO2											0.60

Tabella 23 – Autovalori e pesi fattoriali relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni nei corpi idrici del Veneto. Pesi fattoriali (Non ruotati). Estrazione: Componenti principali (Pesi marcati > 0.7). Eliminazione casewise dati mancanti.

	Fattore 1	Fattore 2
Autovalore	4.880	1.956
% Totale varianza	40.670	16.304
Fitoplancton Totale	0.137	-0.759
Clorofilla a	0.247	-0.366
Solidi sospesi	-0.592	0.010
Temperatura	0.622	0.274
Salinità	0.739	0.053
Ossigeno disciolto	0.499	-0.547
pH	0.502	-0.679
Trasparenza	0.627	0.111
P-PO4	-0.919	0.130
N-NH4	-0.704	-0.295
N-NO2	-0.624	-0.525
N-NO3	-0.945	-0.126

Alla stessa matrice di dati è stata applicata la tecnica di analisi statistica multivariata denominata Analisi delle Componenti Principali (Morrison, 1976; Kleinbaum et al., 1988) che, attraverso lo studio delle correlazioni tra variabili, individua alcune combinazioni lineari di esse in grado di spiegare da sole la maggior parte della variabilità del sistema (Tabella 23 e Figura 23).

Le prime due componenti estratte spiegano circa il 57% della varianza totale del fenomeno.

La prima componente descrive l'effetto degli apporti fluviali sui corpi idrici lagunari; il vettore bipolare che la esprime colloca, all'estremo inferiore, campioni di acqua ad elevata concentrazione di nutrienti e a quello superiore campioni a salinità e trasparenza elevate.

La seconda componente, espressa da un vettore unipolare, individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate; in esso infatti emerge il Fitoplancton totale, nonché alcuni parametri come l'ossigeno disciolto e il pH, notoriamente ad esso associati.

Come è tipico degli ambienti di transizione, ma anche di quelli marini (Regione del Veneto - ARPAV, 2016), le variabili analizzate si sono spontaneamente aggregate evidenziando i tre aspetti fondamentali di tali ecosistemi: componente marina o pelagica, caratterizzata da salinità e trasparenza, quella continentale, caratterizzata dai nutrienti disciolti, quella biologica caratterizzata dal Fitoplancton totale.

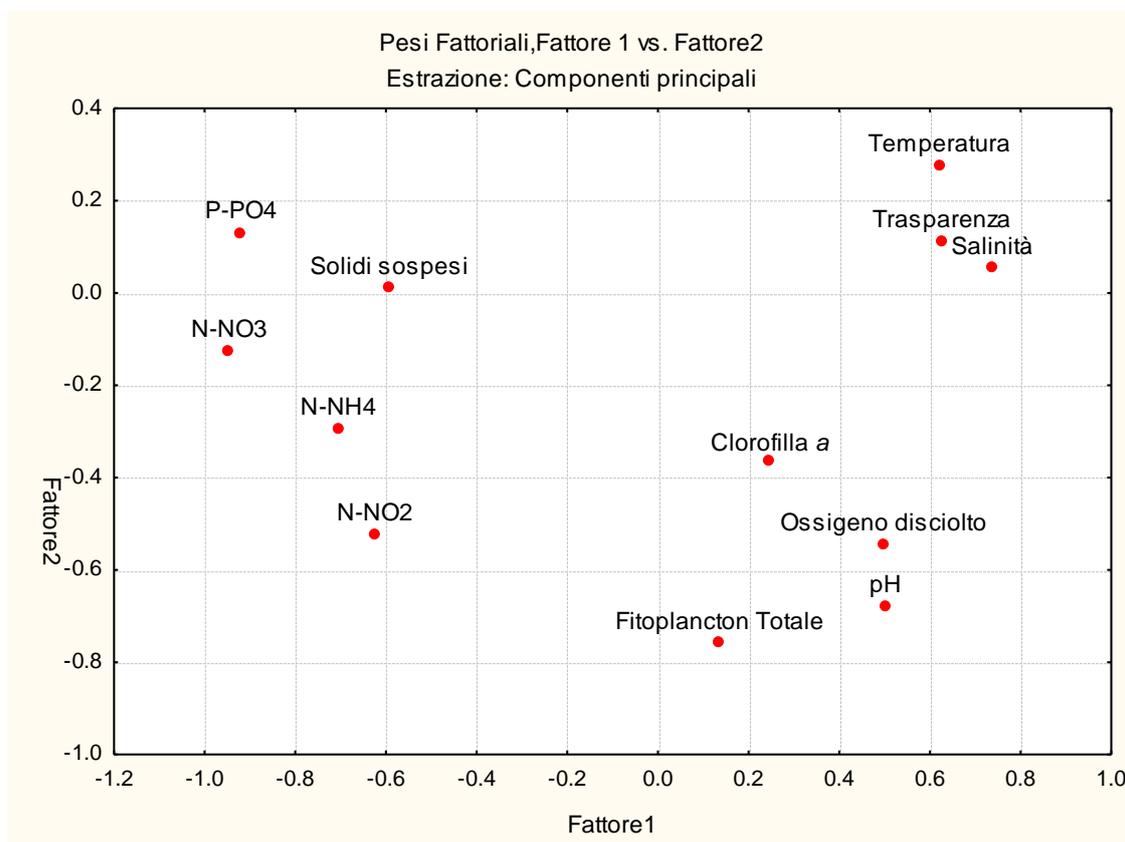


Figura 25 - Ordinamento dei parametri fisico-chimici e biologici analizzati

Come già evidenziato nei precedenti rapporti, dall'analisi dei dati raccolti si può osservare quanto segue per quanto riguarda le principali variabili idrobiologiche:

- gli ambienti di transizione si confermano ambienti ad elevata variabilità spatio-temporale di tutti i parametri ambientali, poiché influenzati dalle specifiche condizioni di marea, dall'estrema variabilità degli apporti fluviali e degli scambi con il mare, dalle condizioni meteorologiche;
- le lagune monitorate, in particolare modo quelle del Distretto Padano, mostrano, soprattutto nel periodo primaverile ed estivo, situazioni di stratificazione verticale della colonna d'acqua, con condizioni di ipossia vicino al fondo e di ipersaturazione dell'ossigeno disciolto in superficie; ciò riguarda in particolare le lagune del Distretto Padano e, nel 2015 anche quelle di Caorle e Caleri. I rami invece evidenziano un'elevata omogeneità tra di loro;

- i nutrienti, in generale, presentano concentrazioni relativamente elevate, in particolare di nitrati e prevalentemente nel campionamento invernale. Rispetto a quanto osservato nel 2014 si assiste ad una diminuzione della loro concentrazione nelle lagune di Baseleghe e Caorle e ad un netto aumento in quelle di Marinetta e Vallona. I rami del delta presentano concentrazioni fino a cinque volte superiori rispetto agli afferenti corpi idrici lagunari, almeno per quanto riguarda i nitrati e il fosforo da ortofosfato; lo stato dei nutrienti, determinato sulla base delle concentrazioni di azoto inorganico disciolto e fosforo reattivo, risulta buono per le lagune di Baseleghe, Caleri e Scardovari, sufficiente per tutti gli altri corpi idrici;
- le analisi di solfuri volatili e ferro labile identificano le lagune di Caleri, Barbamarco, Canarin e Scardovari come potenzialmente interessate nel corso dell'anno da fenomeni, da ipossia frequente ad anossia episodica;
- le densità fitoplanctoniche misurate nei diversi corpi idrici risultano mediamente superiori o simili a quelle rilevate negli anni precedenti, sia nelle lagune, che nei rami. Le classi prevalenti sono le Bacillariofitee, le Criptofitee e le Prasinofitee. I bloom algali più rilevanti hanno riguardato le lagune di Caleri, Vallona e Scardovari, a fine inverno. Le caratteristiche delle popolazioni fitoplanctoniche risultano molto diversificate da corpo idrico a corpo idrico; come prevedibile i rami, assieme alla laguna di Caorle, sono maggiormente caratterizzati dalla presenza di specie dulciacquicole;
- la presenza di specie potenzialmente tossiche è stata sempre piuttosto contenuta; mai sono stati superati, nelle analisi fitoplanctoniche programmate o straordinarie, i limiti indicati per la balneazione e la molluschicoltura dalle relative normative;
- lo stato chimico dei corpi idrici studiati si conferma buono per quanto riguarda la matrice acqua; ciò nonostante si rileva, anche se in bassa concentrazione, la presenza quasi ubiquitaria di alcuni pesticidi come ad esempio; Azoxystrobin, Bentazone e Dimetomorf. Lo stato chimico risulta più critico per quanto riguarda il sedimento (metalli, IPA, tributilstagno, PCB e diossine-furani) un po' in tutte le lagune e per i molluschi (mercurio) nelle sole lagune del Distretto Alpi Orientali;
- i risultati dei saggi ecotossicologici mostrano alcune leggere criticità in alcune lagune, in particolare in Sacca di Scardovari relativamente, o al saggio con *Dunaliella tertiolecta* (effetto eutrofizzante), o al test con *Vibrio fischeri* (lieve tossicità). Comunque la distribuzione spaziale dei segnali ecotossicologici non è riconducibile alla distribuzione spaziale dei contaminanti rilevati nel sedimento.

8. Bibliografia e normativa

Circolare Ministero della Sanità, 31 Luglio 1998. *Aggiornamento delle metodiche analitiche per la determinazione dei parametri previsti nel decreto interministeriale 17 Giugno 1988 concernenti i criteri per la definizione del programma di sorveglianza di cui all'art. 1 del D.L. 14 Maggio 1988 n. 155 convertito con legge del 15 luglio 1988 n. 271.*

Decreto Ministero della Sanità, 1 Agosto 1990, n. 256. *Regolamento recante modificazioni al decreto ministeriale 27 Aprile 1978 concernente i requisiti microbiologici, biologici, chimici e fisici delle zone acquee sedi di banchi e di giacimenti naturali di molluschi eduli lamellibranchi e delle zone acquee destinate alla molluschicoltura, ai fini della classificazione in approvate, condizionate e precluse. G.U. 10/9/1990 n.211.*

Decreto Ministero della Sanità, 1 Settembre 1990. *Metodi di analisi per la determinazione delle biotossine algali nei molluschi bivalvi, nonché per la determinazione quali-quantitativa dei popolamenti fitoplanctonici nelle acque marine adibite alla molluschicoltura. G.U. 18/9/1990, n. 218.*

Decreto Legislativo, 11 Maggio 1999 n. 152. *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. G.U.29/5/1999, n.124.*

Decreto legislativo, 3 Aprile 2006 n. 152. *Norme in materia ambientale. G.U. 14/4/2006, n. 88. Suppl. Ordin. n. 96.*

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 16 giugno 2008, n. 131. *Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. GU n. 187 del 11-8-2008 - Suppl. Ordinario n.189.*

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 14 aprile 2009, n. 56. *Regolamento recante «Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo». Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 124 del 30 maggio 2009 - Serie generale.*

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 17 luglio 2009. *Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque*. G.U. serie generale n. 203 del 02/09/2009.

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 8 novembre 2010, n. 260. *Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo*. Supplemento Ordinario n. 31/L alla Gazzetta Ufficiale 7 febbraio 2011 n. 30.

ISPRA, 2011. *Protocolli per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e fisico-chimica nell'ambito dei programmi di monitoraggio ex 2000/60/CE delle acque di transizione*. EL-PR-TW-Protocolli Monitoraggio-03.05, Luglio 2011. pp. 37.

ISPRA (G. Giordani, P. Viaroli). Solfuri acido volatili – AVS (Acid Volatile Sulphides) e Ferro Labile – LFe (<http://www.sintai.sinanet.apat.it/>).

Kleinbaum D.G., Kupper L.L. e Muller K.E., 1988. *Applied analysis and other multivariable methods*. PWS – Kent Publishing Company, Boston.

MATTM - ICRAM, 2006. Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani. Volume I – Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero. A cura di Avancini M., Cicero A.M., Di Girolamo I., Innamorati M., Magaletti E., Sertorio Zunini T..

Morrison, D.F., 1976. *Multivariate statistical methods*. McGraw-Hill International Student Edition

Regione del Veneto - ARPAV, 2014. *Monitoraggio delle acque di transizione della Regione Veneto. Dicembre 2014. Analisi dei dati osservati nell'anno 2013*. A cura di Berti L., Bon D., Girolimetto A., Novello M..

Regione del Veneto - ARPAV, 2015. *Monitoraggio delle acque di transizione della Regione Veneto. Dicembre 2015. Analisi dei dati osservati nell'anno 2014*. A cura di Ancona S., Bon D., Girolimetto A., Novello M..

Regione del Veneto - ARPAV, 2016. *Monitoraggio dell'ambiente marino costiero della Regione Veneto – Direttiva 2000/60/CE. Ottobre 2016. Analisi dei dati osservati nell'anno 2015.* A cura di Zogno A..

ALLEGATO 1 – Rete di monitoraggio**Tabella 1 – Rete di stazioni di campionamento (esclusa Laguna di Venezia)**

LAGUNA	CODICE NAZIONALE	MATRICE	GBO X (*)	GBO Y (*)
Baseleghe	390-391-392-393	Acqua-Sedimento-Molluschi-Macrofite	1810710	5060562
Caorle	370-373	Acqua-Macrofite	1803621	5059958
	380-382-383	Acqua-Sedimento-Macrofite	1804737	5059346
Caleri	210-211-212-213	Acqua-Sedimento-Molluschi-Macrofite	1761998	4996281
	220-221-223	Acqua-Molluschi-Macrofite	1761019	4998250
	400-402-403	Acqua-Sedimento-Macrofite	1760017	5000024
	692	Sedimento	1760412	4998327
Marinetta	230-231-232-233	Acqua-Sedimento-Molluschi-Macrofite	1765367	4994813
	410-413	Acqua-Macrofite	1764462	4995649
Vallona	240-241-242-243	Acqua-Sedimento-Molluschi-Macrofite	1766130	4992894
	250-253	Acqua-Macrofite	1765956	4993801
Barbamarco	260-261-263	Acqua-Molluschi-Macrofite	1771853	4988920
	270-271-272-273	Acqua-Sedimento-Molluschi-Macrofite	1774297	4986969
	420-422-423	Acqua-Sedimento-Macrofite	1770221	4990849
Canarin	290-292-293	Acqua-Sedimento-Macrofite	1775914	4978401
	430-432-433	Acqua-Sedimento-Macrofite	1776007	4981700
	440-441-443	Acqua-Molluschi-Macrofite	1775747	4980188
Scardovari	320-321-323	Acqua-Molluschi-Macrofite	1771644	4971439
	330-331-333	Acqua-Molluschi-Macrofite	1769934	4970471
	340-342-343	Acqua-Sedimento-Macrofite	1768737	4973816
	450-452-453	Acqua-Sedimento-Macrofite	1770594	4976047
	902	Sedimento	1770695	4971656
Po di Maistra	1030	Acqua	1769375	4988942
	1032	Sedimento	1768908	4990396
Po di Pila	1040	Acqua	1774563	4984979
	1042	Sedimento	1776626	4985076
Po di Tolle	1050	Acqua	1772611	4978527
	1052	Sedimento	1773638	4976159
Po di Gnocca	1060	Acqua	1766645	4970641
	1062	Sedimento	1768870	4967772
Po di Goro	1070	Acqua	1764443	4970179
	1072	Sedimento	1767369	4966370

Note. (*): Gauss Boaga fuso ovest

Tabella 2 – Rete di stazioni di campionamento della Laguna di Venezia per la vita dei molluschi

LAGUNA	CODICE NAZIONALE	MATRICE	GBO X (*)	GBO Y (*)
Venezia	020-021	Acqua-Molluschi	1769585	5041468
	030-031	Acqua-Molluschi	1766224	5039479
	060-061	Acqua-Molluschi	1761088	5030146
	090-091	Acqua-Molluschi	1754929	5027653
	100-101	Acqua-Molluschi	1754618	5025512
	110	Acqua	1756264	5025425
	120	Acqua	1748504	5021462
	130	Acqua	1750328	5020772
	140-141	Acqua-Molluschi	1754844	5019780

150-151	Acqua-Molluschi	1757344	5013683
160	Acqua	1755351	5014363
170-171	Acqua-Molluschi	1753535	5012991
180	Acqua	1752127	5012688
190-191	Acqua-Molluschi	1754290	5011325
200	Acqua	1753631	5010686

Note. (*): Gauss Boaga fuso ovest

Tabella 3 – Rete di stazioni di monitoraggio aggiuntive per il controllo dei parametri chimico-fisici dell'acqua

LAGUNA	CODICE NAZIONALE	MATRICE	GBO X (*)	GBO Y (*)
Baseleghe	630	Meteo-CTD	1809874	5062018
	640	Meteo-CTD	1811413	5061560
	650	Meteo-CTD	1810146	5060303
Caorle	600	Meteo-CTD	1804657	5061091
	610	Meteo-CTD	1805697	5062582
	620	Meteo-CTD	1807549	5061302
Caleri	660	Meteo-CTD	1760227	5000570
	670	Meteo-CTD	1760617	4999278
	680	Meteo-CTD	1761577	4998956
	690	Meteo-CTD	1760631	4997962
	700	Meteo-CTD	1761873	4997444
	710	Meteo-CTD	1761824	4996720
	720	Meteo-CTD	1761007	4996959
	730	Meteo-CTD	1762645	4995736
Marinetta	740	Meteo-CTD	1763207	4994921
	750	Meteo-CTD	1765852	4994519
Barbamarco	1000	Meteo-CTD	1764847	4995119
	760	Meteo-CTD	1770688	4990393
	770	Meteo-CTD	1771254	4989981
	780	Meteo-CTD	1771394	4989064
	790	Meteo-CTD	1773005	4988409
	800	Meteo-CTD	1774518	4987482
	810	Meteo-CTD	1774729	4986370
Canarin	820	Meteo-CTD	1773664	4987577
	830	Meteo-CTD	1776111	4982169
	840	Meteo-CTD	1775806	4980913
	850	Meteo-CTD	1776222	4981189
	860	Meteo-CTD	1776388	4979632
	870	Meteo-CTD	1775277	4978984
	880	Meteo-CTD	1775261	4979664
	890	Meteo-CTD	1775274	4980864
Scardovari	1020	Meteo-CTD	1775735	4981065
	900	Meteo-CTD	1770922	4972167
	910	Meteo-CTD	1770588	4973369
	920	Meteo-CTD	1770553	4974715
	930	Meteo-CTD	1769500	4975735
	940	Meteo-CTD	1769040	4974610
	950	Meteo-CTD	1769177	4972412
	960	Meteo-CTD	1769538	4971354
	970	Meteo-CTD	1770803	4970619
980	Meteo-CTD	1772303	4971353	

Note. (*): Gauss Boaga fuso ovest

ALLEGATO 2 – EQB Fitoplancton: lista specie

TAXON		
Achnanthes sp.	Dinobryon coalescens	Navicula sp.
Actinastrum sp.	Dinobryon sp.	Navicula spp.
Alexandrium minutum	Dinophyceae indet.	Nitzschia cf. reversa
Alexandrium sp.	Diploneis sp.	Nitzschia longissima
Altro Fitoplancton indet.	Diplopsalis sp.	Nitzschia palea
Amphora sp.	Ditylum brightwellii	Nitzschia sp.
Anabaena sp.	Eucampia cornuta	Nitzschia spp.
Ankistrodesmus sp.	Euglena sp.	Oltmansiellopsis sp.
Apedinella spinifera	Euglenophyceae indet.	Oscillatoria sp.
Asterionella formosa	Eutreptia sp.	Oxytoxum sp.
Attheya sp.	Fragilaria capucina	Pediastrum sp.
Bacillariales indet.	Fragilaria crotonensis	Peridinium quinquecorne
Bacteriastrum sp.	Fragilaria sp.	Phacus sp.
Cerataulina pelagica	Gomphonema sp.	Pleurosigma sp.
Ceratium furca	Guinardia flaccida	Prasinophyceae indet.
Ceratium fusus	Gymnodinium sp.	Proboscia alata
Chaetoceros brevis	Gyrodinium fusiforme	Prorocentrum micans
Chaetoceros curvisetus	Gyrosigma sp.	Prorocentrum minimum
Chaetoceros diadema	Haslea sp.	Prorocentrum sp.
Chaetoceros diversus	Hemiaulus hauckii	Protoperidinium diabolium
Chaetoceros simplex	Hermesinum adriaticum	Protoperidinium sp.
Chaetoceros sp.	Katodinium sp.	Protoperidinium steinii
Chaetoceros spp.	Leptocylindrus danicus	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Chlorophyceae indet.	Leptocylindrus minimus	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Chrysochromulina sp.	Leptocylindrus sp.	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Cocconeis scutellum	Licmophora gracilis	Rhizosolenia sp.
Coscinodiscus sp.	Licmophora sp.	Scenedesmus quadricauda
Crucigenia tetrapedia	Limnotrichoidea sp.	Scenedesmus sp.
Cryptomonas sp.	Lioloma pacificum	Scenedesmus spp.
Cryptophyceae indet.	Lioloma sp.	Scrippsiella trochoidea
Cyclotella glomerata	Melosira sp.	Skeletonema marinoi
Cyclotella meneghiniana	Meringosphaera sp.	Skeletonema spp.
Cyclotella sp.	Merismopedia sp.	Surirella sp.
Cyclotella spp.	Micractinium sp.	Synedra sp.
Cylindrotheca closterium	Minuscula bipes	Synedra spp.
Cymbella sp.	Minuscula bipes	Synura sp.
Dactyliosolen fragilissimus	Nanoflagellati indet.	Tecati spp.
Detonula pumila	Navicula anglica	Thalassionema nitzschioides
Diatoma sp.	Navicula delicatula	Thalassiosira rotula
Dictyocha sp.	Navicula directa	Thalassiosira sp.