

“MONITORAGGIO DELL’AMBIENTE MARINO COSTIERO DELLA REGIONE VENETO – DIRETTIVA 2000/60/CE”

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2018

Rapporto tecnico



ARPAV

Commissario Straordinario

Riccardo Guolo

Direttore Tecnico

Carlo Terrabujo

Direttore Dipartimento Provinciale di Venezia

Loris Tomiato

Progetto e realizzazione

Servizio Centro Veneto Acque Marine e Lagunari

Paolo Parati

Anna Rita Zogno

Attività di campionamento e di analisi di laboratorio

Dipartimento Provinciale di Venezia - Servizio Centro Veneto Acque Marine e Lagunari

Dipartimento Regionale Laboratori - Sedi di Venezia, Treviso e Verona

Dipartimento Provinciale di Rovigo – Servizio Monitoraggio e Valutazioni

Si ringraziano inoltre le Capitanerie di Porto territorialmente competenti per aver messo a disposizione del personale ARPAV idonei mezzi nautici. Si ringrazia inoltre ARPA FVG per la messa a disposizione del mezzo nautico utilizzato nelle campagne Marine Strategy.

Luglio 2019

Le acque marino costiere vengono definite, ai sensi dell'art. 54 del DLgs n. 152/2006, come *“le acque superficiali marine situate all'interno rispetto a una retta immaginaria distante, in ogni suo punto, un miglio nautico sul lato esterno dal punto più vicino della linea di base che serve da riferimento definire il limite delle acque territoriali, e che si estendono eventualmente fino al limite esterno delle acque di transizione”*.

Il presente documento descrive in modo sintetico i risultati relativi alla qualità delle acque marino costiere del Veneto nell'anno 2018, mostrando gli andamenti delle diverse componenti indagate con il programma di monitoraggio (realizzato ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e della Direttiva 2000/60/CE). L'analisi complessiva riconferma ancora una volta l'evidenza dell'estrema variabilità e complessità del sistema costiero indagato, aspetti riconducibili all'influenza di diversi fattori, tra cui le condizioni idrobiologiche e fisiche dell'intero bacino, l'alternarsi delle stagioni, le condizioni meteorologiche, la presenza di cospicui apporti fluviali e la collocazione geografica delle stazioni in relazione alle pressioni del territorio retrostante.

Le informazioni raccolte, integrate con quelle degli anni precedenti, permettono di valutare, nell'arco di sei anni, lo stato di qualità ambientale delle acque (classificazioni ecologica e chimica). La classificazione finale del sessennio viene riportata negli aggiornamenti dei Piani di Gestione e del Piano di Tutela delle Acque del Veneto.

I controlli e le analisi svolte dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione dell'Ambiente del Veneto (ARPAV) rappresentano la base conoscitiva necessaria per la salvaguardia del sistema ambientale marino.

L'informazione al pubblico avviene attraverso una sezione dedicata del sito web (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/acque-marino-costiere>) e con la pubblicazione di rapporti annuali sul sito dell'Agenzia (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/documenti/acque-marino-costiere>). Nella sezione Open data (<http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data>) sono pubblicati i dati grezzi, scaricabili e utilizzabili nel rispetto della licenza con la quale vengono diffusi; i dati in forma di indicatori individuati per rappresentare (in forma sintetica e di facile lettura) la situazione ambientale, sono disponibili alla sezione Indicatori ambientali (<http://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/indicatori-ambientali>).

Sommario

1	PREMESSA	1
1.1	LE ATTIVITÀ ISTITUZIONALI E DI PROGETTO	1
2	TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO	2
3	LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE	4
3.1	LA RETE DI STAZIONI	5
3.2	GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)	7
3.2.1	Campionamento	7
3.2.2	Analisi	8
3.3	GESTIONE DEI DATI	8
4	PARAMETRI INDAGATI	9
4.1	DESCRIZIONE	9
4.2	METODI	11
5	SITUAZIONE METEOCLIMATICA E IDROLOGICA NELL'ANNO 2018	11
5.1	SITUAZIONE METEOCLIMATICA	12
5.2	ANDAMENTO IDROLOGICO	14
6	ANALISI DEI RISULTATI	19
6.1	MATRICE ACQUA	19
6.1.1	Trasparenza	22
6.1.2	Temperatura	23
6.1.3	Salinità	25
6.1.4	Concentrazione idrogenionica	27
6.1.5	Ossigeno disciolto	29
6.1.6	Azoto ammoniacale	31
6.1.7	Azoto nitrico	33
6.1.8	Azoto nitroso	34
6.1.9	Azoto totale	36
6.1.10	Fosforo da ortofosfati	37
6.1.11	Fosforo totale	39
6.1.12	Silicio da ortosilicati	40
6.1.13	Clorofilla a	42
6.1.14	Indice trofico TRIX	43
6.1.15	Fitoplancton	47
6.1.16	Ricerca di alghe potenzialmente tossiche	52
6.1.17	Ricerca di microalghe bentoniche potenzialmente tossiche	54
6.1.18	Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie e altri inquinanti specifici in acqua (Tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. 172/2015)	54
6.1.19	Fitofarmaci	55
6.2	MATRICE BIOTA	56
6.2.1	Acque destinate alla vita dei molluschi	56
6.2.2	Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie in biota (Tab. 1/A del D.Lgs. 172/2015)	57
6.3	MATRICE SEDIMENTO (TABB. 2/A, 3/A E 3/B DEL D.LGS. 172/2015)	58
7	STATO CHIMICO E STATO ECOLOGICO: VALUTAZIONE PARZIALE 2018	59
7.1	AGGIORNAMENTO STATO CHIMICO	59
7.2	AGGIORNAMENTO STATO ECOLOGICO	59
7.2.1	Elementi di Qualità Biologica	59
7.2.2	Elementi chimico-fisici a supporto	61
7.2.3	Esito del processo di classificazione ecologica – fase I	61
7.2.4	Elementi chimici a sostegno	61
7.2.5	Esito del processo di classificazione ecologica – fase II	62
8	DISCUSSIONE	63
9	RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2018	67

9.1	RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI E ALTRI FENOMENI IN COLONNA D'ACQUA	67
9.2	SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE E CTENOFORI	68
9.3	FIORITURE ALGALI	69
9.4	FENOMENI IPOSSICI	69
9.5	SEGNALAZIONE MAMMIFERI E TARTARUGHE MARINI	69
10	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	70
11	BIBLIOGRAFIA CITATA E ALTRI DOCUMENTI DI APPROFONDIMENTO	71

1 PREMESSA

1.1 Le attività istituzionali e di progetto

Con la Legge n. 979 del 31 dicembre 1982 “Disposizioni per la difesa del mare” viene definito, d’intesa con le Regioni, il Piano generale di difesa del mare e delle coste marine, prevedendo tra le varie azioni la realizzazione lungo le coste di reti di monitoraggio per “periodici controlli dell’ambiente marino con rilevamento di dati oceanografici, chimici, biologici, microbiologici e merceologici e quanto altro necessario per la lotta contro l’inquinamento di qualsiasi genere e per la gestione delle fasce costiere nonché per la tutela, anche dal punto di vista ecologico delle risorse marine”. La Regione del Veneto ha pertanto attivato una serie di specifici controlli sul mare, affidandoli dal 1999 all’Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), istituita con Legge Regionale n. 32/1996. L’attuale Servizio Centro Veneto Acque Marine e Lagunari (ex Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari) effettua, mediante piani di monitoraggio istituzionali, la sorveglianza sulla balneabilità e sulla qualità ecologica e chimica dell’ambiente marino e lagunare, sulle specifiche forme di pressione che insistono sulla costa e sulle attività di ripascimento della fascia costiera.

Ai programmi di monitoraggio sui corpi idrici della fascia costiera, attuati ai sensi del D.Lgs. 152/99 prima, della Direttiva 2000/60/CE (WFD) e D.Lgs. 152/2006 poi, dal 2015 è attivo il monitoraggio sulle acque marine più al largo ai sensi della Direttiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 giugno 2008. Tale Direttiva, denominata Direttiva Quadro sulla Strategia per l’Ambiente Marino o più semplicemente Marine Strategy, ha istituito un quadro per l’azione comunitaria nel campo della politica per l’ambiente marino; essa considera l’ambiente marino un patrimonio prezioso da proteggere, salvaguardare e, ove possibile, ripristinare al fine ultimo di mantenere la biodiversità e preservare la vitalità di mari e di oceani. Per conseguire tali obiettivi la Direttiva richiede agli Stati membri di raggiungere entro il 2020, sulla base di un approccio ecosistemico della gestione marina, il buono stato ambientale (GES, “Good Environmental Status”) per le proprie acque marine.

Il Servizio Centro Veneto Acque Marine e Lagunari ha condotto nel corso degli anni diverse linee progettuali, con un impegno sistematico alla razionalizzazione e all’ottimizzazione nell’impiego delle risorse umane e strumentali. Tra esse si ricordano il Programma di monitoraggio per il controllo dell’ambiente marino-costiero (Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in attuazione alla Legge 979/1982), il Progetto a regia regionale INT3 AAVEN111034 (Programma di iniziativa comunitaria Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia), Progetto AdriaMet (in collaborazione con il Centro Meteorologico di Teolo), Intervento 72 – Campo Sperimentale a mare (con le successive prosecuzioni), Progetto Ostreopsis (ricerca di microalghe potenzialmente tossiche), Progetto ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico (fase di esercizio) e Progetti MoVEco (Monitoraggio Ecologico della Laguna di Venezia).

Le attività di controllo sul campo per le acque marino costiere (WFD e MS) vengono effettuate con la collaborazione della Guardia Costiera - Direzione Marittima di Venezia e di ARPA FVG con le quali ARPAV ha stipulato specifiche convenzioni; tali cooperazioni hanno consentito sia una ottimizzazione delle risorse impiegate, sia un fruttuoso interscambio di conoscenze tecnico scientifiche.

2 TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO

Per la tipizzazione della fascia costiera (in Veneto intesa fino a 2 miglia nautiche dalla linea di costa) il calcolo del coefficiente di stabilità della colonna d'acqua (D.M. 131/2008) evidenzia come questa zona presenti valori superiori a 0.3, corrispondenti a condizioni di alta stabilità. Pertanto **le acque della fascia costiera del Veneto** (dalla linea di costa fino a due miglia nautiche), appartenente alla **Ecoregione Mediterranea**, rientrano, in base ai differenti descrittori, nelle classi:

- Descrittori geomorfologici: **classe (E) Pianura alluvionale**
- Descrittori idrologici: **classe (1) alta stabilità.**

Più precisamente esse appartengono al **tipo E1**, in base alla codifica di tabella 3.2 dell'allegato 1 al Decreto Ministeriale n. 131/2008.

Le acque oltre il limite della fascia strettamente costiera, indicate come **acque marine**, sono ricomprese nelle acque da monitorare ai sensi della WFD intese come riportato nella definizione al punto c, comma 1 dell'articolo 74 del D.Lgs. 152/2006 - "acque costiere: le acque superficiali situate all'interno rispetto a una retta immaginaria distante, in ogni suo punto, un miglio nautico sul lato esterno dal punto più vicino della linea di base che serve da riferimento per definire il limite delle acque territoriali e che si estendono eventualmente fino al limite esterno delle acque di transizione". La linea di base (D.P.R. n. 816 del 26 aprile 1977) nel caso del golfo di Venezia va da Faro di Punta Piave Vecchia a Punta della Maestra, nel resto della costa invece coincide con la linea di costa, pertanto l'ambito rappresentato dalla retta immaginaria di cui all'art. 74 del D.Lgs. 152/2006 si sovrappone a quello delle acque costiere.

Nei due corpi idrici identificati al largo il coefficiente di stabilità è risultato inferiore rispetto alle zone costiere. Le **acque marine** individuate oltre la fascia costiera nella zona del golfo di Venezia fino a un miglio dalla linea di base rientrano, in base ai differenti descrittori, nelle classi:

- Descrittori geomorfologici: **classe (E) Pianura alluvionale**
- Descrittori idrologici: **classe (2) media stabilità.**

Più precisamente esse **appartengono al tipo E2**, in base alla codifica di tabella 3.2 dell'allegato 1 al Decreto Ministeriale n. 131/2008.

Il passaggio successivo (individuazione dei corpi idrici) tiene conto della conoscenza delle pressioni esistenti, dell'analisi dello storico e della assoggettazione delle acque a determinati vincoli. L'analisi delle differenti fonti di pressione presenti nel territorio regionale è fondamentale per stimare la vulnerabilità delle acque costiere e di transizione nei confronti sia degli inquinanti (nutrienti, fitofarmaci, composti organici, sostanze pericolose), sia delle alterazioni morfologiche più significative; una analisi preliminare è stata condotta sia avvalendosi di informazioni già pubblicate (Piano di Tutela delle Acque) sia tramite il reperimento di nuove informazioni presso enti quali le Autorità di Bacino, i Consorzi di Bonifica ed i Geni Civili. Per quanto concerne le aree protette, esse sono identificate in base a specifiche discipline (Allegato IX alla Parte III del D.Lgs. 152/2006). Le acque che ricadono all'interno di un'area protetta sono soggette a obiettivi aggiuntivi; pertanto nel considerare i confini dei corpi idrici devono essere considerati anche i limiti delle aree protette. La Regione del Veneto con D.G.R. n. 234 del 10/02/2009 individua all'allegato A l'elenco delle aree protette che comprende le seguenti tipologie: siti della Rete Natura 2000, acque a specifica destinazione funzionale che comprendono le acque destinate alla vita dei molluschi e zone di produzione di molluschi bivalvi, zone di tutela biologica. Infine l'analisi dei dati storici, relativi ai macrodescrittori, all'Indice trofico TRIX e a quelli biologici, ha permesso di individuare quattro macroaree lungo la fascia costiera: tratto costiero a nord della laguna di Venezia, tratto antistante la laguna di Venezia, tratto compreso tra Chioggia e la foce del Po di Maistra e tratto costiero antistante il delta del fiume Po. Per quanto attiene le acque al di là della fascia costiera (2 miglia nautiche), non

essendo all'epoca disponibili informazioni legate alla classificazione, ci si è basati sui dati del Progetto "OBAS" e sul tipo di pressioni conosciute presenti, oltre che a differenze del coefficiente di stabilità, degli apporti di acque dolci e conseguenti valori di salinità e tenore di nutrienti.

In conclusione si conferma per la fascia costiera entro le due miglia la suddivisione in quattro corpi idrici e per le acque marine oltre le due miglia di fronte al golfo di Venezia la suddivisione in due corpi (Fig. 1).

Come previsto all'Allegato 3, punto 1.1, sezione C della Parte III del D.Lgs. 152/2006, si deve valutare la capacità di conseguire e/o mantenere gli obiettivi di qualità ambientale per ciascuno dei corpi idrici individuati, che quindi devono essere assegnati ad una delle categorie di rischio di cui alla tabella 3.1 dell'allegato 1, punto A.3, al D.M. n. 56 del 14/04/2009. In relazione alle acque marine costiere e territoriali della Regione Veneto l'attribuzione della categoria di rischio ai corpi idrici individuati è stata effettuata inizialmente sulla base della normativa vigente e delle informazioni disponibili sulle fonti di pressione e sullo stato di qualità.

Il D.M. n. 131 del 16 giugno 2008 all'allegato 1, sezione C, punto C2 indica:

"In attesa dell'attuazione definitiva di tutte le fasi che concorrono alla classificazione dei corpi idrici, inoltre le Regioni identificano come corpi idrici a rischio..... le aree sensibili ai sensi dell'articolo 91 del Decreto Legislativo 152/2006 e secondo i criteri dell'allegato VI del medesimo Decreto".

L'articolo 91 del D.Lgs. 152/2006 segnala come aree sensibili, tra le altre, le seguenti:

"(...)

c) le zone umide individuate ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;

d) le aree costiere dell'Adriatico Nord-Occidentale dalla foce dell'Adige al confine meridionale del Comune di Pesaro e i corsi d'acqua ad essi afferenti per un tratto di 10 chilometri dalla linea di costa;

(...)

i) le acque costiere dell'Adriatico settentrionale."

Pertanto, in prima istanza sono stati definiti a rischio di non raggiungere lo stato di qualità "buono" entro il 2015 tutti i corpi idrici individuati per le acque marine e costiere; i monitoraggi effettuati nel periodo 2010-2013 e nel successivo triennio 2014-2016, sia per le acque costiere che marine, hanno riconfermato l'ampia variabilità del sistema, pertanto si è optato per mantenere il monitoraggio di tipo OPERATIVO. La scelta degli Elementi di Qualità Biologica per la classificazione ecologica nel caso del Veneto è praticamente indifferibile dai due soli EQB disponibili per queste acque: fitoplancton e macroinvertebrati bentonici, sia per i corpi idrici costieri che per quelli al largo.

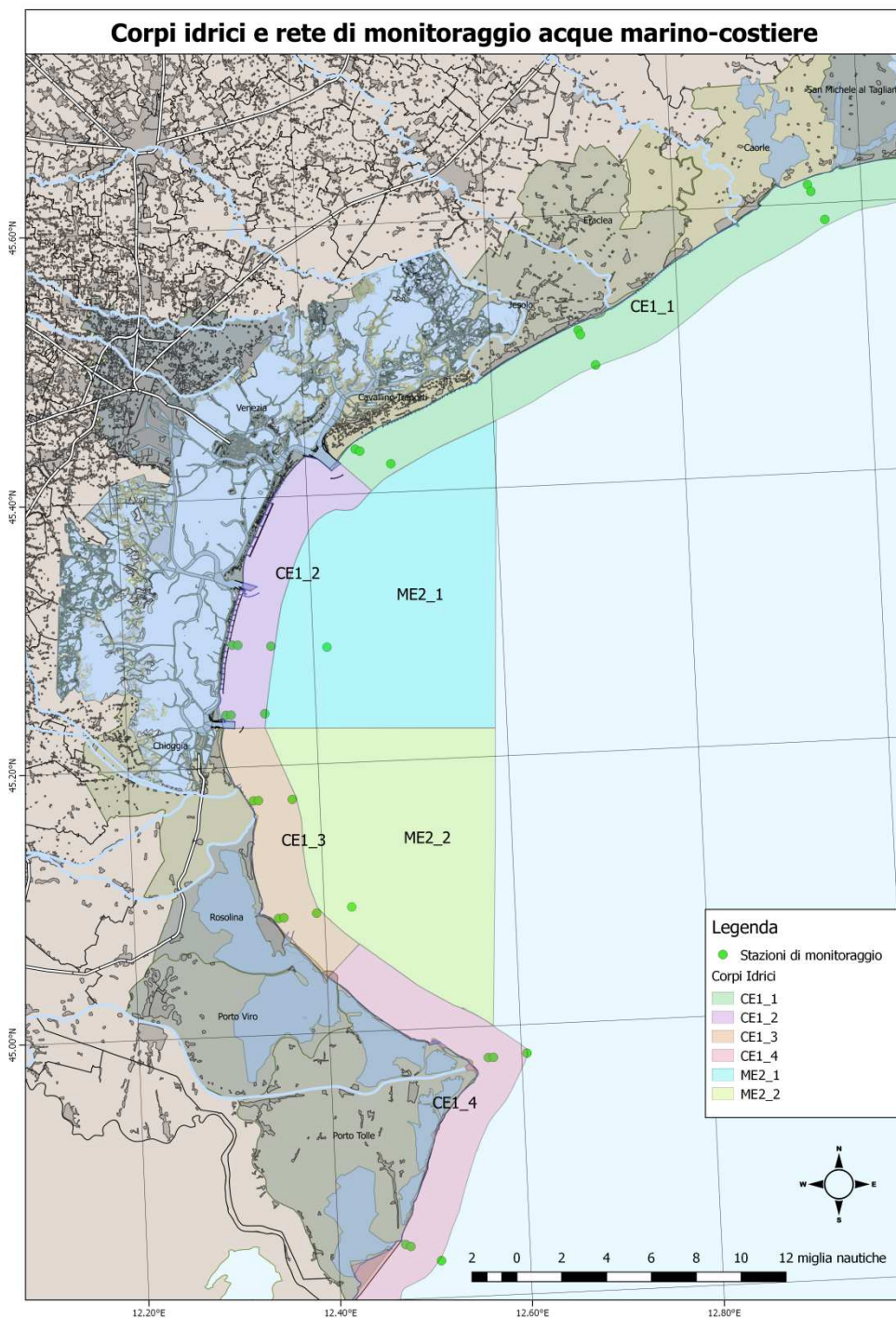


Figura 1: Corpi idrici delle acque marino costiere e localizzazione delle stazioni di monitoraggio della matrice acqua nel 2018

3 LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE

Nell'anno 2018 il Servizio Centro Veneto Acque Marine e Lagunari di ARPAV ha proseguito le attività di monitoraggio dell'ambiente marino costiero sulla Rete Regionale della Regione Veneto con i seguenti obiettivi:

1. prosecuzione delle attività previste dal D.Lgs. 152/2006, dal D.M. 260/2010 e dal D.Lgs. 172/2015 ai fini della classificazione di stato chimico e di stato ecologico delle acque marine del Veneto
2. attuazione del Programma di sorveglianza algale sulle acque di balneazione (D.Lgs. 30 maggio 2008, n.116; D.M. Salute n. 97 del 30/03/2010)

3. attuazione del Programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/2006 all. 2, sez. C) in adempimento della D.G.R. Veneto n° 2591 del 10/10/2001 di riparto competenze tra ARPAV e Dipartimenti Prevenzione Aziende ULSS
4. ottimizzazione e razionalizzazione delle attività istituzionali e di ricerca svolte sul tema
5. integrazione delle informazioni ai sensi della Direttiva Europea 56/2008, recepita con Decreto legislativo 13 ottobre 2010, n. 190 (Attuazione della Direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino).

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale prevede indagini sulle matrici acqua, biota, benthos e sedimenti, da effettuarsi secondo specifici protocolli operativi. Le campagne di campionamento e rilevazione sono state eseguite secondo le frequenze previste dalla normativa (Tab. 1), coprendo comunque il periodo estivo in cui sono maggiori le possibilità di eventi critici (mucillagini, ipossie, fioriture).

CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI E ANALISI IN CAMPO			
Campagne ACQUA anno 2018			
	Date di campionamento	Transetti campionati	Matrice
Campagna 01/2018	5, 6, 8 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 02/2018	2, 10, 11, 24 maggio	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 03/2018	4, 5, 6 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 04/2018	3, 4 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 05/2018	6, 7, 8 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 06/2018	11, 12, 13 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 07/2018	9, 12, 14 novembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagne MICROALGHE BENTONICHE anno 2018			
	Date di campionamento	Transetti campionati	Matrice
Campagna 01/2018	10, 17 luglio	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagna 02/2018	23, 30 agosto	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagna 03/2018	11, 12 settembre	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagna 04/2018	9, 10 ottobre	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagne BIOTA-CONFORMITA' VITA MOLLUSCHI anno 2018			
	Date di campionamento	Transetti campionati	Matrice
Campagna 01/2018	21, 27 giugno	024-040-064-072	Biota (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)
Campagna 02/2018	10, 17 luglio	024-040-064-072	Biota (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)
Campagna 03/2018	23, 30 agosto	024-040-064-072	Biota (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)
Campagna 04/2018	11, 12 settembre	024-040-064-072	Biota (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)
Campagne BIOTA-STATO CHIMICO anno 2018			
	Date di campionamento	Corpi idrici campionati	Matrice
2018	7, 11, 19, 21, 27 giugno	CE1_1, CE1_2, CE1_4, ME2_2	Pesci, mitili
	3 luglio	CE1_4	Mitili
	1, 23 agosto	CE1_1, CE1_4, ME2_2	Pesci, mitili
	18, 27 settembre	CE1_2, ME2_1	Pesci, mitili
	24 ottobre	CE1_1	Pesci

Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2018 sulla Rete Regionale del Veneto

3.1 La rete di stazioni

Sulla base dell'analisi delle serie storiche di dati, delle pressioni esistenti e in linea con gli indirizzi della normativa attuale, è stata individuata la **Rete Regionale di Monitoraggio delle acque marine e costiere** composta da 9 transetti (direttrici perpendicolari alla linea

di costa) distribuiti nei quattro corpi idrici costieri (Fig. 1 e Tabb. 2 e 3). Ciascun transetto costiero prevede:

- 3 stazioni per il controllo su matrice acqua e rilevamenti meteo-marini a 500, 926 a 3704 metri dalla linea di costa; solo nella prima stazione (500m) si effettuano campionamenti per l'analisi quali-quantitativa di fitoplancton (EQB Fitoplancton), comprese le specie potenzialmente tossiche, e per il rilevamento delle sostanze dell'elenco di priorità e degli inquinanti specifici per la determinazione di stato chimico e di stato ecologico (D.Lgs.172/2015, Tabb. 1/A e 1/B);
- 1 stazione per la matrice sedimento per le indagini finalizzate all'analisi di tendenza (D.Lgs.172/2015);
- 2 stazioni per lo studio di biocenosi di fondo (EQB Macroinvertebrati bentonici) di cui una in prossimità della costa e una al largo posta in corrispondenza della stazione di sedimento.

Si aggiungono le due zone di controllo sui corpi idrici marini al largo, ciascuna composta da una stazione per il controllo su matrice acqua, i rilevamenti meteo-marini, l'analisi quali-quantitativa di fitoplancton e per il rilevamento delle sostanze dell'elenco di priorità e gli inquinanti specifici del D.Lgs.172/2015 (Tabb. 1/A e 1/B), una stazione per la matrice sedimento (analisi dei trend D.Lgs.172/2015) e una per lo studio di biocenosi di fondo.

In relazione alle indagini chimiche della Tab. 1/A del nuovo D.Lgs. 172/2015 concernenti le analisi delle sostanze obbligatorie su matrice biota (per alcune sostanze è possibile l'analisi su molluschi, per altre invece le indagini sono su specie ittiche), si è scelto di effettuare le indagini sia su molluschi bivalvi (*Mytilus galloprovincialis*) che su fauna ittica adatta allo scopo, con almeno una stazione per corpo idrico (nel caso dei pesci la stazione è individuata dal centroide del rispettivo corpo idrico).

Nella fascia costiera in prossimità dei litorali (in aree con moli o strutture favorevoli alla crescita) e indipendenti dai corpi idrici, sono individuate infine quattro stazioni per il campionamento di mitili da banchi naturali (per la conformità delle acque alla vita dei molluschi D.Lgs. 152/2006 all. 2, sez. C) e quattro stazioni per il controllo sulla presenza di *Ostreopsis* o altre microalghe bentoniche potenzialmente nocive per la salute dei bagnanti, dislocate nelle aree di maggiore afflusso e/o più adatte alla possibile insorgenza di fenomeni di fioritura.

La Rete regionale risulta pertanto formata da un totale di 82 stazioni (Tab. 2) dislocate lungo i transetti indicati in tabella 3.

Corpi idrici	localizzazione	estensione (area in km ²)	transetti/aree	codice transetto	Stazioni Direttiva 2000/60/CE					Stazioni Acque a specifica destinazione		
					acqua	biota-mitili	biota-pesci	sedimento	benthos	microalghe bentoniche	mitili banchi naturali	
COSTIERI												
CE1_1	Tra foce taglioamento e Porto di Lido	2 miglia nautiche dalla costa (229.42)	3	008	3			1	2			
					024	3	1		1	2	1	1
					040	3	1		1	2	1	1
CE1_2	Tra Porto di Lido e Porto di Chioggia	2 miglia nautiche dalla costa (98.07)	2	053	3			1	2			
					056	3	1		1	2		
								1				
CE1_3	Tra Porto di Chioggia e foce Po di Maistra	2 miglia nautiche dalla costa (85.75)	2	064	3	1		1	2	1	1	
					072	3	1		1	2	1	1
								1				
CE1_4	Tra foce Po di Maistra e confine regionale	2 miglia nautiche dalla costa (148.43)	2	601	3	1		1	2			
					082	3			1	2		
								1				
MARINI												
ME2_1	Al largo della zona compresa tra foce Sile e Porto di Chioggia	Da due miglia nautiche fino a un miglio oltre la linea di base (366.11)	1	053	1	1		1	1			
								1				
ME2_2	Al largo della zona compresa tra Porto di Chioggia e foce Po di Pila	Da due miglia nautiche fino a un miglio oltre la linea di base (323.11)	1	072	1	1		1	1			
								1				

Tabella 2: Codifica, localizzazione ed estensione dei corpi idrici delle acque marino costiere e marine e transetti di competenza con relativo numero di stazioni per matrice

Transetto	Provincia	Comune	Descrizione località
008	VE	Caorle	dalla costa direzione spiaggia Brussa
024	VE	Jesolo	dalla costa direzione Jesolo lido
040	VE	Cavallino-Treporti	dalla costa direzione spiaggia Cavallino
053	VE	Venezia - Pellestrina	dalla costa direzione spiaggia San Pietro in Volta
056	VE	Venezia	dalla costa direzione spiaggia Ca' Roman Pellestrina
064	VE	Chioggia	dalla costa direzione Isola Verde
072	RO	Rosolina	dalla costa direzione Porto Caleri
601	RO	Porto Tolle	dalla costa direzione foce Po di Pila
082	RO	Porto Tolle	dalla costa direzione foce Po di Tolle

Tabella 3: Elenco e localizzazione dei transetti dei corpi idrici costieri

I criteri di attribuzione del codice logico della stazione sono riportati in tabella 4.

CIFRA	CODIFICA	SPECIFICHE
1°	Distanza dalla costa (valido solo per le stazioni di campionamento su matrice acqua)	1: 500 m dalla costa 2: 926 m dalla costa 3: 3704 m dalla costa 4: C.I. al largo
2°-3°-4°	Codice transetto	008: Caorle 024: Jesolo 040: Cavallino Treporti 053: Venezia – S.Pietro in V. 056: Venezia - Ca' Roman 064: Chioggia - Isola Verde 072: Rosolina - Caleri 601: Porto Tolle - Po di Pila 082: Porto Tolle - Po di Tolle
5°	Matrice campione	0: acqua 1: biota mitili (banchi naturali) 2: sedimento 3: benthos 5: microalghe 6: biota pesci

Tabella 4: Criterio di attribuzione codice logico delle stazioni costiere

3.2 Gestione del monitoraggio (campionamento e analisi)

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale, con indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota, etc.), avviene secondo precisi protocolli operativi. Il programma prevede l'esecuzione di campagne di campionamento e misura secondo un calendario che tiene conto delle frequenze previste dalle normative vigenti in materia e viene eventualmente aggiornato in base alle normative di nuova emissione. Le attività previste in ambito istituzionale vengono attuate in integrazione con quelle di progetto, se presenti, al fine di razionalizzare le risorse e ottimizzare i risultati. Entro fine anno si predispone il "Calendario integrato delle attività di campionamento" che tiene conto dei differenti piani di monitoraggio e/o studio e delle diverse finalità. La Pianificazione delle attività di campionamento e il relativo Calendario sono predisposti in collaborazione con i referenti delle attività di campionamento.

3.2.1 Campionamento

Le attività operative di campionamento riguardano le uscite in mare utili al prelievo di campioni delle diverse matrici e all'acquisizione di dati chimico-fisici lungo la colonna d'acqua per mezzo di sonda multiparametrica, di dati meteorologici con una centralina

meteo e di direzione e velocità del vento con anemometro, di rilievi video in colonna per verificare la presenza di forme di mucillagine.

Ogni campagna ha la durata media di 2-3 gg., salvo condizioni meteo-marine avverse, eccettuate le campagne in cui si effettuano i campionamenti per la matrice benthos per le quali si rende necessario eseguire i rilievi su un transetto al giorno per i tempi lunghi dei prelievi previsti; tendenzialmente ogni campagna viene realizzata nei primi giorni del mese. Nel periodo estivo da luglio ad ottobre sono realizzate le campagne per la rilevazione della presenza di microalghe bentoniche; tali campagne prevedono il campionamento su substrati solidi e su acqua in prossimità della linea di costa e pertanto sono condotte da terra, così come le campagne per la raccolta di mitili da banchi naturali, attuate da giugno a settembre. La realizzazione dei campionamenti e rilevamenti in mare è eseguita da tecnici specialisti del Servizio Centro Veneto Acque Marine e Lagunari di ARPAV. Le attività generalmente prevedono il coinvolgimento di due operatori, durante le campagne che prevedono i prelievi di sedimento e benthos è necessaria la presenza di una terza persona a supporto.

I prelievi e i rilievi sul campo vengono eseguiti secondo le indicazioni fornite dal Ministero Ambiente (ICRAM-ANPA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio–Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento*).

3.2.2 Analisi

Le attività analitiche sono state eseguite dal Dipartimento Regionale Laboratori e/o dai Dipartimenti Provinciali con la sola eccezione del parametro sassitossina nei mitili (per la conformità delle acque alla vita dei molluschi), la cui ricerca è affidata all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie. In dettaglio le analisi di tipo chimico e biologico su matrici acqua (nutrienti disciolti, N e P totali, sostanze prioritarie e prioritarie pericolose), sedimento (IPA, composti organoclorurati, composti organostannici, metalli, saggi biologici) e biota (sostanze prioritarie, IPA, PCB, Idrocarburi clorurati, metalli, Coliformi fecali) sono svolte presso il Laboratorio di Venezia, mentre le analisi biologiche sugli EQB (fitoplancton, fitoplancton potenzialmente tossico, microalghe bentoniche, benthos) presso il Dipartimento Provinciale di Rovigo - Servizio Monitoraggio e Valutazioni. Le metodologie seguite sono indicate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (ICRAM-ANPA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio–Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento*) o altri riferimenti indicati dalla normativa.

3.3 Gestione dei dati

I risultati analitici, dopo la validazione, sono 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, dalla anagrafica ai risultati analitici; i dati inseriti vengono trasferiti alla banca dati centrale SIRAV.

I dati relativi ai rilievi fatti direttamente sul campo (sonda multiparametrica, disco di Secchi, rilievi meteorologici) vengono scaricati in file excel gestiti in locale e immessi in un database apposito denominato Sistema Dati Mare Veneto (SDMV) che acquisisce anche i risultati analitici da SIRAV.

L'adempimento al D.Lgs. 152/2006 e ai decreti di modifica/attuazione allo stesso prevede inoltre una implementazione notevole delle attività inerenti la rappresentazione cartografica, in funzione della individuazione dei corpi idrici e dell'estensione delle aree di indagine, della rappresentazione delle reti di monitoraggio, della realizzazione di carte tematiche a rappresentazione dei dati rilevati sulle varie reti e infine della rappresentazione cartografica della classificazione ottenuta.

Ad oggi i dati relativi a ciascun anno di attività sono trasmessi al Sistema Informativo Nazionale per la Tutela delle Acque Italiane (SINTAI) di ISPRA; il quadro legislativo di riferimento è rappresentato dall'ex D.Lgs 152/99 e dal D.Lgs 152/2006, che recepiscono anche le principali direttive comunitarie sulla tutela delle acque (2000/60/CE), sui reflui urbani (91/271/CE), sull'inquinamento da nitrati di origine agricola (91/676/CE), sulle sostanze pericolose (76/464/CEE), sulle acque potabili, le acque destinate alla vita dei pesci e dei molluschi, i siti balneabili. Il D.M. 198/2002 (tuttora in vigore per alcune schede), il D.M. 17 luglio 2009 e il D.M. 260/2010 dispongono la standardizzazione delle informazioni ed i ruoli di responsabilità istituzionale nella raccolta, trasmissione, archiviazione e diffusione delle informazioni.

4 PARAMETRI INDAGATI¹

4.1 Descrizione

Temperatura: parametro fisico di grande importanza per le acque del Nord Adriatico, presenta marcate fluttuazioni stagionali a causa della bassa profondità media, della latitudine e del notevole afflusso di acque fluviali nel bacino.

Trasparenza: esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della zona nella quale può avvenire la fotosintesi o "zona eufotica". E' influenzata da fattori fisici (capacità di assorbimento della luce da parte dell'acqua e presenza di materiali inorganici in sospensione) e biologici (distribuzione della massa fito- e zoo-planctonica e contenuto di detrito organico).

Trofia e carico trofico. Con il termine trofia si intende il livello di disponibilità di nutrienti in forma assimilabile dagli organismi autotrofi nel processo di produzione primaria. I sistemi acquatici, in relazione al livello di trofia e di produzione primaria, possono essere classificati come ultraoligotrofi, oligotrofi, mesotrofi, eutrofi e ipereutrofi. Lo stato trofico dei corpi d'acqua può essere determinato con misure di produzione primaria, ma più semplicemente con il rilevamento di parametri come le concentrazioni di nutrienti (azoto e fosforo), di ossigeno disciolto e le biomasse dei produttori (fitoplancton e macrofite). Con carico trofico si intende l'apporto di nutrienti al sistema acquatico, in particolare composti dell'azoto e/o del fosforo.

Torbidità: indica la presenza di materiale organico e inorganico in sospensione e modifica le proprietà fisiche e chimiche dell'acqua soprattutto a livello di penetrazione della luce con conseguenze sulla produzione primaria. La torbidità può essere provocata sia da cause naturali sia da scarichi derivanti da attività umane. Viene espressa in FTU (Unità di Torbidità della Formazina).

Ossigeno disciolto: è presente in forma disciolta in equilibrio con l'O₂ atmosferico e dipende da alcuni fattori fisici (temperatura, pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua), da caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (salinità, pH) e da processi biologici e chimici (attività fotosintetica, respirazione di piante e animali acquatici e mineralizzazione della sostanza organica).

Sali nutritivi: sotto tale denominazione vanno i composti dell'azoto e del fosforo in forma disciolta; questi composti sono costituiti da nitrati, nitriti, sali d'ammonio e fosfati. Tra essi viene compreso anche il silicio in quanto entra nella composizione dei frustuli di Diatomee, di gusci e di spicole di Silicoflagellati e Radiolari. La concentrazione dei nutrienti non è omogenea né in senso verticale, né orizzontale, né temporale. Nella distribuzione

¹ Regione del Veneto, 1995. "Qualità delle acque marine costiere prospicienti la Regione del Veneto. (1991-1993)." Vol. III

verticale, si può notare che negli strati superficiali, eufotici, essi vengono assimilati dagli organismi fotosintetici nei vari processi metabolici con formazione di materia organica, mentre negli strati profondi hanno luogo i processi rigenerativi con decomposizione di materia organica di provenienza diversa. Grazie a questi processi i nutrienti vengono rimessi in circolo con il rimescolamento della colonna d'acqua. Il gradiente orizzontale è dovuto principalmente all'apporto costante di nutrienti da parte dei fiumi che convogliano al mare acque raccolte dai bacini imbriferi a monte; in relazione a tale gradiente esistono differenze notevoli tra il livello trofico della zona costiera e quello delle acque al largo. Per quanto riguarda l'andamento temporale, in particolare per azoto e fosforo, esso dipende principalmente dai seguenti fattori: la portata dei fiumi legata alle condizioni meteorologiche, l'andamento stagionale del fitoplancton e i processi rigenerativi a livello del sedimento.

Salinità: nell'Adriatico Settentrionale diviene particolarmente importante la valutazione delle variazioni di salinità che dipendono soprattutto dagli apporti di acque dolci in superficie e dall'ingresso di correnti di fondo di acque più salate dal bacino meridionale. Essa viene espressa in PSU (Practical Salinity Unit).

pH: le acque marine presentano generalmente una notevole stabilità di pH (da 8.1 a 8.3) garantita da un efficiente sistema tampone; questo è rappresentato dall'equilibrio dello ione bicarbonato tra le due forme bicarbonato di calcio (solubile) e carbonato di calcio (insolubile). Il pH è influenzato da alcuni fattori quali l'attività fotosintetica e i processi di decomposizione del materiale organico.

Clorofilla a: è qualitativamente e quantitativamente il pigmento più importante nel processo della fotosintesi clorofilliana, sia in ambiente terrestre sia in quello marino. In base alla relazione tra clorofilla a e produzione primaria, si è ritenuto opportuno utilizzare la valutazione del contenuto di clorofilla a come indice della biomassa fitoplanctonica. Come è stato osservato per i nutrienti, anche la clorofilla è soggetta ad una variabilità spaziotemporale, essendo anch'essa coinvolta nei processi di produzione primaria e influenzata da più fattori (apporto di nutrienti, temperatura, intensità luminosa).

Indice trofico TRIX²: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla a ed ossigeno disciolto). Il TRIX esprime, attraverso una scala da 2 a 8, il grado di trofia ed il livello di produttività delle acque costiere in base a quattro classi di qualità (Tab. 5).

Indice di trofia	Stato trofico
2 - 4	Elevato
4 - 5	Buono
5 - 6	Mediocre
6 - 8	Scadente

Tabella 5: Ripartizione trofica delle acque marine costiere (ex D.Lgs. 152/99 e s.m.i.)

Fitoplancton: è costituito da organismi vegetali in genere microscopici ed è il maggior responsabile dei processi fotosintetici e della produzione della sostanza organica necessaria allo zooplancton. La densità fitoplanctonica presenta variazioni stagionali strettamente correlate alla quantità di radiazione solare, alla disponibilità di macronutrienti (principalmente azoto e fosforo) e alla efficienza degli organismi che si cibano di alghe

² Per una trattazione più dettagliata della definizione dei criteri che hanno portato alla formulazione di questo indice trofico si rimanda alla pubblicazione "Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index." Di R.A. Vollenweider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi (1998).

planctoniche. La distribuzione verticale è influenzata dalla percentuale di penetrazione della radiazione solare incidente e dalla sua progressiva estinzione, a loro volta dipendenti dalla presenza di torbidità minerale, di sostanze umiche e degli stessi organismi planctonici.

Sedimento: lungo la costa del Veneto il sedimento è costituito prevalentemente da frazione terrigena, con scarsa frazione organogena, ad eccezione delle zone situate in corrispondenza dei principali sbocchi fluviali ove si osserva abbondante frazione organogena con fine granulometria.

Biota: su pesci prelevati nell'area dei ciascun corpo idrico vengono effettuate le analisi per determinare lo stato chimico, unitamente ai dati su acqua. Le misure di bioaccumulo e di tipo microbiologico effettuate sul bivalve *Mytilus galloprovincialis* sono utilizzate per la definizione dello stato chimico e per la valutazione della conformità delle acque alla vita dei molluschi; i campioni del bivalve vengono prelevati presso banchi naturali individuati nell'area di alcuni transetti in prossimità della costa.

Benthos: organismi marini animali (zoobenthos) e vegetali (fitobenthos) che vivono a stretto contatto con il fondale o ancorati a substrati duri. Le indagini condotte nell'ambito del monitoraggio riguardano lo studio delle comunità zoobentoniche di fondi sabbiosi e fangosi.

4.2 Metodi

In ciascuna stazione sono state effettuate osservazioni meteomarine (temperatura aria, pressione barometrica, umidità relativa, direzione e velocità del vento, direzione e velocità della corrente, altezza onde, colorazione) e rilevazioni fisiche e chimiche sull'acqua (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH) in colonna; inoltre sono stati prelevati campioni di diverse matrici su cui successivamente sono state eseguite le analisi previste.

La misura della trasparenza è stata determinata mediante disco di Secchi.

Le variabili fisico-chimiche e la concentrazione di clorofilla *a* sono state registrate, in tempo reale, lungo la colonna d'acqua, mediante sonda multiparametrica Sea Bird SBE 19 PLUS V2 con fluorimetro integrato (CYCLOPS-7 TURNER DESIGN). La funzionalità della sonda viene periodicamente certificata dalla ditta fornitrice attraverso intercalibrazione con strumentazione di riferimento.

Le concentrazioni di nutrienti disciolti in acqua (azoto ammoniacale, nitroso, nitrico e totale, silicio da ortosilicati, fosforo da ortofosfati e totale) sono state determinate, su campioni di acqua filtrata e non, seguendo le metodologie di riferimento indicate dal Ministero dell'Ambiente-Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001), così come i conteggi per l'analisi quali-quantitativa di fitoplancton e del benthos.

I campioni per la determinazione analitica di clorofilla *a* sono stati trattati secondo la metodologia indicata dal D.M. 17 giugno 1988 (Strickland e Parsons, 1972).

Le determinazioni analitiche su sedimenti e biota sono state eseguite sempre secondo le metodiche indicate dal Ministero dell'Ambiente-Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001).

L'elaborazione statistica e grafica dei dati raccolti è stata realizzata con l'ausilio dei programmi del pacchetto Office 2007, Statistica 6.0 di Statsoft e Surfer 8 della Golden Software.

5 SITUAZIONE METEOCLIMATICA E IDROLOGICA NELL'ANNO 2018

Di seguito, a supporto di una migliore interpretazione dei dati di trasparenza, di salinità e dei successivi parametri, si riporta una sintesi dell'andamento meteoclimatico e idrologico, in termini di precipitazioni e portate fluviali (queste ultime rappresentate in figura 2 per i principali fiumi veneti), estrapolato dai Commenti climatici e dalle relazioni mensili

“Rapporto sulla risorsa idrica in Veneto” prodotti dal Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio di ARPAV con i contributi del Servizio Meteorologico di Teolo, del Servizio Neve e Valanghe di Arabba e del Servizio Idrologico di Belluno e disponibili sul sito dell’Agenzia (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/climatologia/dati/commenti-meteoclimatici> e <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/idrologia/file-e-allegati/rapporti-e-documenti/idrologia-regionale/idrologia-regionale-rapporti-sulla-risorsa-idrica>).

5.1 Situazione meteoclimatica

L’**inverno** 2017/18 si è presentato più freddo e piovoso/nevoso della media, specie in montagna. Si sono registrate frequenti condizioni di maltempo ma solo in rare occasioni si sono verificati singoli episodi di tempo fortemente perturbato. In un contesto mediamente più freddo del normale, il mese più mite è risultato gennaio, con giornate piuttosto belle. Di rilievo l’episodio di freddo registrato a fine febbraio per un’avvezione di aria molto fredda polare, che ha riportato la neve in pianura e gelo intenso sui monti.

La **primavera** 2018 risulta inizialmente anormalmente fredda nelle due prime decadi di marzo, poi le temperature risalgono, per poi subire un impennata nella terza decade d’aprile, fino a portarsi su valori complessivamente superiori alle medie stagionali. Nonostante i valori medi superiori alle medie, il periodo primaverile si caratterizza per le discese d’aria fredda ripetute, addirittura “l’Artic splitting” (strappo d’aria artica) di inizio marzo. In montagna e sul Veronese e parte del vicentino la primavera 2018 risulta molto piovosa, mentre il litorale veneto rimane un po’ più secco rispetto alla media primaverile.

L’**estate** può essere sostanzialmente divisa tra un inizio relativamente fresco e piovoso e, a partire soprattutto dall’ultima decade di luglio, una fase calda e meno piovosa, anche se localmente e in maniera irregolare gli apporti pluviometrici dovuti a fenomeni temporaleschi risultano rilevanti. Complessivamente la stagione risulta comunque più calda rispetto alle medie degli anni precedenti registrate nel mese di agosto. Frequente la presenza di fenomeni di forte intensità, che hanno anche apportato danni a carattere locale. Il 25/26 agosto, un episodio di rottura della stagione, con piogge estese e abbondanti e il repentino calo termico porta alla prima neve sotto i 2000 m sulle Dolomiti.

L’**autunno** è stato da un punto di vista termico significativamente più mite del normale, con un’anomalia positiva, molto marcata, che si aggira per tutti i settori fra 1.5 e 2°C. Da un punto di vista pluviometrico fatta eccezione per un episodio di tipo temporalesco particolarmente intenso il primo giorno della stagione sul veronese, i valori sono prossimi alle medie. Tuttavia la stagione è stata caratterizzata dall’evento alluvionale di fine ottobre sulla montagna, specie per la provincia di Belluno, dove si registra un marcato surplus dovuto alle piogge eccezionali concentrate nei pochi giorni dell’evento. La carta (Fig. 2) mostra i quantitativi di pioggia in 96 ore con piogge significative in pianura, già abbondanti sulla pedemontana (80-180 mm), molto abbondanti in montagna, ovunque oltre i 200 mm, in alcuni settori oltre i 300 mm e sui settori più colpiti i cumuli superano i 400 mm con massimi di 500-600 mm (record di 715.8 mm a Soffranco).

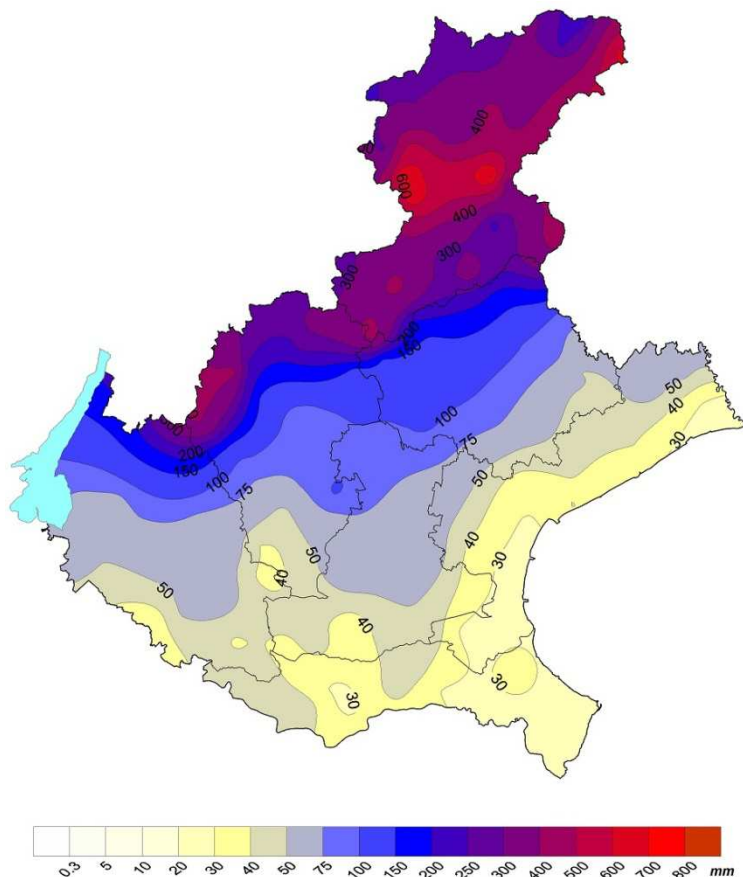


Figura 2: Carta delle precipitazioni nel territorio veneto tra il 27 e 30 Ottobre 2018

A fronte della eccezionalità delle piogge citate, su molte stazioni si sono superati i record storici delle piogge intense, ma l'evento di fine ottobre è risultato eccezionale anche per l'intensità dei venti registrati. Il giorno 29 rimarrà nella memoria collettiva per le abbondanti precipitazioni (quasi tutti i settori montani oltre i 100 mm, alcuni oltre i 200 mm) per intenso scirocco e soprattutto per la situazione della sera, quando il fronte freddo determina una fase di precipitazioni particolarmente intense, assieme a venti tempestosi, legati a raffiche catabatiche (aria fredda che si rovescia in un flusso sciroccale particolarmente intenso) con conseguenze drammatiche per la regione, con oltre 14 milioni di alberi abbattuti dal vento (Fig. 3).



Figura 3: Danni boschivi generati dai fortissimi venti (Foto ARPAV del 01/11/2018)

5.2 Andamento idrologico

A **gennaio** 2018 sono caduti in Veneto mediamente 51 mm di precipitazione, contro una media del periodo 1994-2017 di 61 mm (mediana 47 mm). Gli apporti mensili sulla regione risultano inferiori alla media (-17%) e sono stimabili in circa 930 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media storica (1994-2017) si riscontrano condizioni di:

- surplus pluviometrico solo sui bacini del Piave (+52%) e del Tagliamento (+15%),
- deficit pluviometrico sul Bacino Scolante (-57%), Fissero Tartaro CanalBianco (-54%), pianura tra Livenza e Piave (-45%), Po e Sile (-42%), Brenta ed Adige (-31%), Lemene (-28%) e Livenza (-11%).

Il mese di gennaio è risultato più caldo della norma (+0.9°C), con la prima decade mite (+1.2°C), la seconda fredda (-2.1°C) e la terza molto calda (+2.9°C). Complessivamente nelle Dolomiti sono caduti in media 60-80 cm di neve fresca (valore nella norma), mentre nelle Prealpi, a causa anche della pioggia, sono caduti 15-30 cm di neve, circa il 25% del normale.

Al 31 gennaio le portate dei maggiori fiumi veneti, in sostanziale calo dalla metà del mese, sono tornate inferiori a quelle medie su tutti i principali corsi d'acqua. In particolare, considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media di gennaio è inferiore alla media mensile storica sull'Adige a Boara Pisani (-8%), sul Po a Pontelagoscuro (-22%) e sul Bacchiglione a Montegalda (-28%), mentre risulta superiore sul Brenta a Barziza (+42%).

In **febbraio** 2018 sono caduti in Veneto mediamente 57 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2017 è di 63 mm (mediana 49 mm). Gli apporti meteorici mensili sulla regione risultano leggermente inferiori alla media (-10%, -6 mm) e sono stimabili in circa 1.051 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media storica si riscontrano condizioni:

- di surplus pluviometrico sul Fissero Tartaro Canal Bianco (+35%), Po (+24%) e Bacino Scolante (+10%);
- di deficit pluviometrico sul Piave (-36%), Livenza (-31%), Adige (-27%), Sile (-17%) e Brenta (-15%);
- nella media sui bacini del Tagliamento (+2%), pianura tra Livenza e Piave (-2%) e Lemene (-6%).

Diversi gli episodi nevosi, sia nella prima che nella seconda metà del mese in cui si segnalano gli eventi del 18 febbraio (pochi cm su tutta la regione), del 21-22-23 (10-20 cm, specie nelle Prealpi, ma con neve anche lungo il litorale) e dal 26 al 28 (10-20 cm di neve nelle Prealpi e nelle Dolomiti meridionali, con neve anche in pianura). Complessivamente a 2200 m nelle Dolomiti settentrionali sono caduti 60-80 cm di neve fresca, in quelle meridionali 100 cm, nelle Prealpi bellunesi e veronesi a 1600 m 80-100 cm e nelle Prealpi vicentine 100-120 cm; il cumulo stagionale di neve fresca è nella media.

Al 28 febbraio le portate dei maggiori fiumi veneti, in sostanziale calo dopo la prima decade del mese, sono essenzialmente inferiori a quelle medie su tutti i principali corsi d'acqua. Considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media di febbraio risulta inferiore alla norma sull'Adige a Boara Pisani (-10%), sul Brenta a Barziza (-20%), sul Po a Pontelagoscuro (-29%) e, soprattutto, sul Bacchiglione a Montegalda (-44%) a conferma del quadro di relativa carenza già evidenziato dalle stazioni montane del bacino.

In **marzo** sono caduti sul Veneto mediamente 136 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2017 è di 67 mm (mediana 57 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono decisamente superiori alla media (+102%, +69 mm) e sono stimabili in circa 2.504 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media storica sono state riscontrate ovunque condizioni di marcato surplus pluviometrico: +129% sul bacino scolante in laguna, +121% su pianura tra Livenza e Piave e sul Tagliamento, +114% sul Sile, +108% sul Fissero Tartaro CanalBianco, +103% sul Brenta, +101% sul Po, +99% sull'Adige, +98% sul Lemene, +88% sul Piave, +80% sul Livenza.

Oltre i 1600 m di quota in marzo sono caduti 30-50 cm di neve fresca in più rispetto alla media degli ultimi 10 anni, riportando così nella norma la sommatoria di neve fresca caduta da ottobre a marzo. Le giornate con neve fresca sono state molte, ma il limite neve/pioggia è stato molto variabile e con forti escursioni durante le precipitazioni.

Alla data del 31 marzo le portate dei maggiori fiumi veneti, altalenanti in funzione delle precipitazioni che hanno interessato i rispettivi bacini idrografici, sono paragonabili a quelle medie su tutti i principali corsi d'acqua. Considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media del mese di marzo è inferiore alla media mensile storica sull'Adige a Boara Pisani (-13%) e sul Brenta a Barziza (-25%) ma superiore sul Po a Pontelagoscuro (+8%) e sul Bacchiglione a Montegalda (+2%).

In **aprile** sono caduti sul Veneto mediamente 72 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2017 è di 93 mm (mediana 98 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono inferiori alla media (-23%, -51 mm) e sono stimabili in circa 1.323 milioni di m³ d'acqua. Si osserva una netta differenza tra gran parte del settore montano, con apporti nella norma o superiori, e la pianura dove emerge un marcato deficit pluviometrico. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media storica si riscontrano condizioni di surplus pluviometrico solo sul bacino del Piave (+17%) e apporti quasi nella media sull'Adige (-9%). Sugli altri bacini si registra invece un deficit pluviometrico più o meno significativo: -62% sul Bacino Scolante, -56% sul Sile e Fissero Tartaro CanalBianco, -48% sulla pianura tra Livenza e Piave, -39% sul Po, -35% sul Livenza, -32% sul Lemene, -21% sul Brenta e -15% sul Tagliamento.

Il mese di aprile è stato caratterizzato da una accelerata fusione del manto nevoso a tutte le quote. Le elevate temperature (+3.5°C rispetto alla media), specialmente della seconda

quindicina del mese (+5.8 °C, la più calda dal 1987), sono state la principale causa dell'ablazione.

Alla data del 30 aprile le portate dei maggiori fiumi veneti (Fig. 4) sono ancora superiori a quelle medie storiche sui bacini che stanno ancora risentendo del rapido scioglimento nivale in atto (Adige, Brenta, Po e Livenza) mentre altrove sono ritornate inferiori. Considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media di aprile è superiore al valore medio storico sull'Adige a Boara Pisani (+47%), sul Brenta a Barziza (+41%), sul Po a Pontelagoscuro (+17%) e sul Bacchiglione a Montegalda (+22%).

In **maggio** sono caduti sul Veneto mediamente 133 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2017 è di 111 mm (mediana 91 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono superiori alla media (+20%, +22 mm) e sono stimabili in circa 2.451 milioni di m³ d'acqua. Sul Veneto sono state registrate precipitazioni tutti i giorni del mese, anche se raramente tali eventi hanno interessato l'intero territorio ed in alcuni giorni questi fenomeni sono stati assai localizzati e di modesta entità. Nel complesso le precipitazioni giornaliere sono state a "macchia di leopardo" con distribuzione degli apporti molto variabile sia nello spazio che nel tempo. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media 1994-2017, si riscontrano condizioni:

- di deficit pluviometrico sulla Pianura tra Livenza e Piave (-13%) e sul Sile (-9%);
- nella media su Bacino Scolante (-4%) Lemene (+2%) FisseroTartaroCanalBianco (+6%) Livenza (+6%);
- di surplus sull'Adige (+58%), Po (+36%), Piave (+35%), Tagliamento (+29%) e Brenta (+17%).

Alla data del 31 maggio le portate dei maggiori fiumi veneti sono ancora superiori a quelle medie storiche su quei bacini che stanno ancora risentendo del rapido scioglimento nivale in atto e delle precipitazioni occorse (Adige, Brenta e Po) mentre altrove sono ritornate inferiori. Considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media di maggio risulta superiore al valore medio storico sull'Adige a Boara Pisani (+40%) e sul Po a Pontelagoscuro (+28%), mentre appare in media sul Brenta a Barziza (+1%) ed inferiore sul Bacchiglione a Montegalda (-22%).

In **giugno** sono caduti sul Veneto mediamente 98 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2017 è di 100 mm (mediana 102 mm). Gli apporti mensili sul territorio regionale sono nella media (-1%) e sono stimabili in circa 1.807 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media storica, si riscontrano condizioni:

- di deficit pluviometrico solo sui bacini del Piave (-22%), Po e Adige (-17%);
- nella media sul bacino scolante in laguna di Venezia (+6%) e sul Brenta (+9%);
- di surplus pluviometrico sulla Pianura tra Livenza e Piave (+44%), sul Lemene (+31%), sul Tagliamento (+20%), sul Livenza (+17%), sul Sile (+14%) e sul Fissero Tartaro CanalBianco (+13%).

Il mese di giugno è stato mediamente mite sulla montagna veneta, con la prima e la seconda decade molto calde; la residua neve invernale, localizzata in quota, ha continuato la fusione terminale.

Le portate dei maggiori fiumi veneti, in calo dall'inizio del mese ed in modo più accentuato negli ultimi 15 giorni, alla data del 30 giugno sono tornate inferiori a quelle medie storiche su tutti i principali bacini. Nelle stazioni con la maggiore serie storica, la portata media di giugno risulta ancora superiore al valore medio storico sul Po a Pontelagoscuro (+22%) ed ormai inferiore sull'Adige a Boara Pisani (-15%), Brenta a Barziza (-15%) e Bacchiglione a Montegalda (-19%).

In **luglio** sono caduti sul Veneto mediamente 117 mm di precipitazione, contro una media del periodo 1994-2017 pari a 87 mm (mediana 80 mm). Gli apporti mensili sul territorio regionale sono superiori alla media (+34%) e sono stimabili in circa 2.154 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media 1994-2017, sono state riscontrate condizioni di surplus pluviometrico sul Sile (+71%), sul Bacino

Scolante (+60%), sul Brenta (+43%), sul Po (+35%), sull'Adige e Fissero Tartaro Canal Bianco (+30%), sulla pianura tra Livenza e Piave (+27%), sul Piave (+24%) e sul Tagliamento (+20%). Apporti nella media, invece, sul Livenza (+3%) e Lemene (+1%).

Alla data del 31 luglio le portate dei maggiori fiumi veneti, in lieve calo dall'inizio del mese ed in modo più accentuato negli ultimi 10 giorni, si mantengono inferiori a quelle medie storiche su tutti i principali bacini. Considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media del mese di luglio è un po' inferiore al valore medio storico sul Bacchiglione a Montegalda (-10%), sul Po a Pontelagoscuro (-14%) e sul Brenta a Barziza (-19%), mentre risulta molto inferiore sull'Adige a Boara Pisani (meno della metà, -54%)

In **agosto** sono caduti sul Veneto mediamente 121 mm di precipitazione, mentre la media del periodo 1994-2017 è di 97 mm (mediana 92 mm). Gli apporti mensili sul territorio regionale sono superiori alla media (+24%) e sono stimabili in circa 2.223 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media 1994-2017, sono state riscontrate condizioni di:

- surplus pluviometrico sul Brenta (+39%), sul Bacino Scolante (+27%), sul Piave (+26%), sul FisseroTartaro Canal Bianco (+21%), sul Livenza (+18%), su Sile e Tagliamento (+11%) e sull'Adige (+8%);

- normalità sul Po (-1%), sulla pianura tra Livenza e Piave (-3%) e sul Lemene (-4%).

Alla data del 31 agosto le portate dei maggiori fiumi veneti, in ripresa a seguito delle precipitazioni degli ultimi giorni, si mantengono inferiori a quelle medie. In dettaglio, considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media del mese di agosto è inferiore al valore medio storico sul Po a Pontelagoscuro (-21%), sul Bacchiglione a Montegalda (-33%) e sull'Adige a Boara Pisani (-42%), mentre risulta superiore solo sul Brenta a Barziza (+7%)

In **settembre** sono caduti sul Veneto mediamente 81 mm di precipitazione, contro una la media del periodo 1994-2017 pari a 112 mm (mediana 116 mm). Gli apporti mensili sono inferiori alla media (-28%) e sono stimabili in circa 1.486 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media 1994-2017, sono state riscontrate condizioni di surplus pluviometrico sul solo bacino dell'Adige (+40%) e di deficit pluviometrico su tutti gli altri bacini: -57% Livenza, -52% pianura tra Livenza e Piave, -50% Sile, -46% Piave, -40% Bacino Scolante, -37% Po, -30% Lemene, -20% Tagliamento, -18% Brenta e -7% Fissero Tartaro CanalBianco.

Alla data del 30 settembre le portate dei maggiori fiumi veneti, in calo dalla metà del mese, sono tornate sensibilmente inferiori a quelle medie storiche su tutti i principali bacini. Considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media del mese di settembre è inferiore al valore medio storico sul Po a Pontelagoscuro (-30%), sul Bacchiglione a Montegalda (-19%) e sull'Adige a Boara Pisani (-9%), mentre risulta superiore sul Brenta a Barziza (+16%).

In **ottobre** sono caduti sul Veneto mediamente 198 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2017 è di 109 mm (mediana 112 mm). Gli apporti mensili sono superiori alla media (+82%) e sono stimabili in circa 3.638 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media 1994-2017, sono state riscontrate ovunque condizioni di surplus pluviometrico, con scarti di: +198% sul Piave (gli apporti di ottobre 2018 su questo bacino sono i più elevati dal 1994), +63% sul Livenza, +59% sul Tagliamento, +54% sul Brenta, +51% sul Sile, +48% sull'Adige, +25% sul Bacino Scolante, +22% sulla Pianura tra Livenza e Piave, +20% sul Fissero Tartaro Canal Bianco, +10% sul Po e sul Lemene.

La neve è ricomparsa al suolo nei giorni 1-2 ottobre (quando temporaneamente è arrivata fino a 1600-1800 m anche sulle Prealpi) e durante il forte episodio perturbato di fine ottobre, con apporti di oltre 1 m di neve fresca a 2800 m, di 40-60 cm a 2500 e di 10-20 cm a 2000.

Alla data del 31 ottobre le portate dei maggiori fiumi veneti, in forte aumento negli ultimi giorni del mese, sono tornate superiori a quelle medie storiche su tutti i principali bacini. In

particolare, considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media del mese di ottobre è superiore al valore medio storico sul Brenta a Barziza (+24%) e sul Bacchiglione a Montegalda (+26%) mentre risulta inferiore sul Po (la cui piena a fine mese non era ancora arrivata sul territorio regionale) a Pontelagoscuro (-47%) e sull'Adige a Boara Pisani (-8%).

In **novembre** sono caduti sul Veneto mediamente 117 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2017 è di 133 mm (mediana 122 mm). Gli apporti mensili sono poco inferiori alla media (-12%) e sono stimabili in circa 2.159 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media 1994-2017, si riscontrano condizioni:

-di surplus pluviometrico su Fissero Tartaro CanalBianco (+17%) e pianura tra Livenza e Piave (+10%);

-nella media sul Bacino Scolante (+1%) e sul Po (-2%);

-di deficit pluviometrico sul Piave (-29%), sul Tagliamento (-26%), sull'Adige (-14%), sul Brenta (-12%), sul Livenza (-9%), sul Lemene (-7%) e sul Sile (-5%).

Novembre è stato caratterizzato da una prima quindicina mite e da una seconda più fresca che hanno determinato una temperatura media del mese un po' inferiore alla media storica (-0,9°C); ne è conseguito che gli apporti nivali complessivi a 2000 m hanno raggiunto valori di circa il 50% in meno rispetto agli apporti medi del periodo.

Alla data del 30 novembre le portate dei maggiori fiumi veneti, in forte calo dall'inizio del mese, sono tornate prossime a quelle medie storiche su tutti i principali bacini. Considerando le stazioni con la maggiore serie storica, la portata media di novembre (Fig. 4) è decisamente superiore al valore medio storico sul Brenta a Barziza (+61%), sull'Adige a Boara Pisani (+74%) e sul Po a Pontelagoscuro (+93%), un po' meno sul Bacchiglione a Montegalda (+22%).

In **dicembre** sono caduti sul Veneto mediamente 17 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2017 è di 77 mm (mediana 77 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono parecchio inferiori alla media (-78%) e sono stimabili in circa 314 milioni di m³ d'acqua. A livello di bacino idrografico (solo parte veneta), rispetto alla media storica, sono state riscontrate ovunque condizioni di consistente deficit pluviometrico: -89% sul Piave, -86% sul Livenza, -82% sul Brenta, -77% sul Sile, -75% sul Lemene, -74% sul Tagliamento, -73% sulla pianura tra Livenza e Piave e sul Bacino Scolante in laguna di Venezia, -65% sull'Adige e -62% Po.

Il cumulo di neve fresca dall'inizio della stagione invernale è rimasto inferiore alla media; a fine mese l'estensione della neve al suolo è scarsa e relegata ai versanti in quota e in ombra: la copertura nevosa è del 50% del territorio solo oltre i 2000 m di quota, e dell'80% oltre i 2500 m.

Alla data del 31 dicembre le portate dei maggiori fiumi veneti sono, fin dall'inizio del mese, in generale calo ed inferiori alle medie storiche, ad eccezione del fiume Adige a Boara Pisani dove il deflusso medio mensile risulta, seppur di poco, superiore al valore medio storico di dicembre (+5%). La portata media di dicembre si attesta infatti tra il 50° ed il 75° percentile per l'Adige a Boara Pisani, tra il 25° ed il 50° percentile per il Brenta a Barziza ed il Po a Pontelagoscuro (rispettivamente -30% e -19% sul valore medio mensile storico), e tra il 5° ed il 25° percentile per il Bacchiglione a Montegalda (-42%).

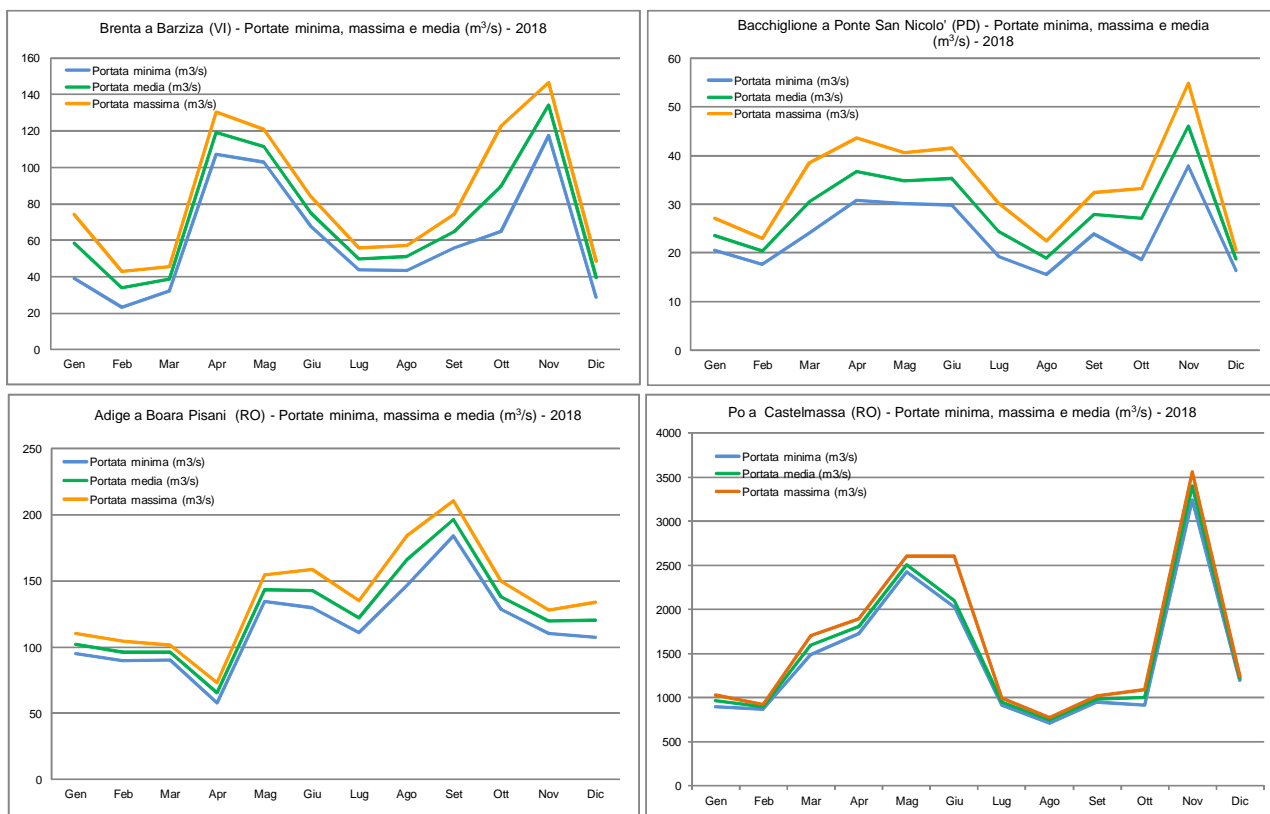


Figura 4: Minimo, massimo e media mensili delle portate medie giornaliere dei principali fiumi veneti nel 2018 (dati non validati; fonte ARPAV). NB: le scale di portata sono differenti nei vari grafici

6 ANALISI DEI RISULTATI

Il periodo oggetto di questa indagine è l'anno 2018, che ha visto lo svolgimento di sette campagne di monitoraggio per la matrice acqua, quattro per biota-mitili, una per biota-pesci e quattro per microalghe bentoniche con raccolta di dati acquisiti direttamente in campo e di campioni da analizzare in laboratorio utilizzando come metodiche di riferimento quelle indicate dal Ministero dell'Ambiente - Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001). Nel 2018 le campagne sono state realizzate nei mesi pianificati nel Piano di monitoraggio delle acque marino costiere (Tab. 1).

6.1 Matrice acqua

In questa sede vengono analizzati i dati rilevati su campioni di superficie della sola matrice acqua. In tabella 6 sono riportate alcune statistiche di base calcolate sull'insieme dei dati per i parametri analizzati nel periodo di indagine in tutte le stazioni (solo dati di superficie). In tabella i valori risultati al di sotto dei limiti di quantificazione analitica sono indicati come <LOQ. Tali limiti sono stati aggiornati per alcuni parametri a seguito della acquisizione di nuova strumentazione; gli LOQ sono rispettivamente 7.75 µg/l per azoto ammoniacale, 1.52 µg/l per azoto nitroso, 11.30 µg/l per azoto nitrico e totale, 1.00 µg/l per fosforo da ortofosfati e totale (nel 2017 era 5.00 µg/l), 5.00 µg/l per silicio da ortosilicati (in precedenza era 7.96 µg/l) e 0.02 µg/l per clorofilla *a* rilevata tramite sonda.

In generale la scelta del criterio con cui considerare i dati inferiori al Limite di Quantificazione (LOQ), soprattutto in casi di percentuali elevate, è di fondamentale importanza al fine di garantire una omogeneità nella valutazione dei risultati e, in particolare, nella applicazione della normativa. Si fa riferimento di seguito a quanto riportato dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) nel Rapporto ISTISAN 04/15 - Trattamento

dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici, seppur redatto per una diversa tipologia di indagini (misure delle emissioni in atmosfera da impianti industriali). In letteratura sono disponibili molti lavori in cui è stato specificamente discusso il trattamento dei dati cosiddetti NR (non rilevabili) da un punto di vista statistico-matematico; le soluzioni più comunemente suggerite, e più praticabili, consistono nell'assumere che:

- 1) $NR = 0$
- 2) $NR = LR$
- 3) $NR = LR/2$

dove LR =Limite di Rilevabilità.

La prima soluzione fornisce la stima *lower-bound*, cioè sottostima il valore vero della concentrazione media o della sommatoria delle concentrazioni. La seconda soluzione, all'opposto, fornisce la stima *upper-bound*, cioè sovrastima il valore vero: rappresenta quindi di una soluzione "cautelativa" dal punto di vista della protezione dell'ambiente e della salute. La terza soluzione fornisce una stima *medium-bound* e si basa sull'assunto che mediamente i dati NR siano approssimabili a $LR/2$. Questa è la soluzione maggiormente raccomandata in letteratura, anche quando i risultati non servano per valutare la conformità ad un valore limite.

D'altro canto il D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219, all'Art. 1 - Modificazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, e successive modificazioni. Comma "g" recita "A. 2.8.-bis. Requisiti minimi di prestazione per i metodi di analisi e calcolo dei valori medi. Lettera B. Calcolo dei valori medi.a) i risultati di misura inferiori al limite di quantificazione sono posti pari alla metà del valore del limite di quantificazione del metodo (risultato della singola misura inferiore al limite di quantificazione = $LQ/2$).....".

Pertanto nelle trattazioni successive si è proceduto, indipendentemente dalla numerosità dei dati NR, a sostituirli con un valore pari alla metà del limite di quantificazione. Si segnalano, per quanto riguarda i valori sostituiti con metà del LOQ, il fosforo da ortofosfati con circa il 34% dei campioni inferiore al LOQ (69 casi su 203), l'azoto ammoniacale con il 26% (53 casi su 203), l'azoto nitrico con oltre il 22% (46 casi su 203). Inoltre, come meglio descritto al paragrafo 5.2.13-CLOROFILLA a, un valore anomalo (outlier) di clorofilla determinata analiticamente è stato escluso dalle elaborazioni di tabella 6 e nella sezione 7-DISCUSSIONE, mentre è stato mantenuto nei grafici.

Infine per quanto riguarda i grafici a barre che rappresentano la distribuzione dei diversi parametri per ciascuna campagna in funzione della distanza da costa, si sottolinea che la numerosità campionaria è pari a nove per le stazioni a 500, 926 e 3704m mentre per le stazioni al largo è pari a due.

2018	N Validi	Media	Geometri ca Media	Mediana	Errore Standard	Dev.Std.	Moda	Frequenza della Moda	Minimo	Massimo	Quartile Inferiore	Quartile Superiore	Quartile Intervallo	90° Percentile	95° Percentile	Asimme tria	Curtosi
Temperatura (°C)	203	20.97	19.03	24.42	0.52	7.37	Multiplo	2	5.52	31.12	16.58	25.83	9.26	28.73	29.70	-0.91	-0.28
Salinità (PSU)	203	29.23	27.67	31.93	0.52	7.45	Multiplo	1	3.22	38.42	25.44	34.36	8.92	35.89	37.66	-1.39	1.74
Ossigeno disciolto (%)	203	114.73	113.26	109.96	1.35	19.25	Multiplo	2	77.97	191.59	100.00	125.13	25.13	145.24	155.91	1.11	1.06
pH	203	8.28	8.28	8.27	0.01	0.12	8.28	8	7.92	8.65	8.20	8.34	0.13	8.44	8.50	0.25	1.13
Chl a CTD (µg/l)	203	2.30	1.79	1.68	0.14	2.03	Multiplo	3	0.42	16.29	1.03	2.60	1.56	4.36	6.16	2.97	12.89
Trasparenza (m)	203	3.10	2.49	3.00	0.14	2.06	3	34	0.20	14.00	2.00	4.00	2.00	5.50	7.00	1.85	5.77
N-NH ₃ (µg/l)	203	26.20	16.10	18.60	1.82	25.90	3.88	53	<LOQ	156.59	3.88	36.82	32.95	60.31	76.35	1.89	4.99
N-NO ₂ (µg/l)	203	5.11	3.46	3.69	0.38	5.42	0.76	32	<LOQ	41.20	2.03	6.37	4.34	10.09	12.15	3.42	15.97
N-NO ₃ (µg/l)	203	215.23	71.62	116.40	20.92	298.11	5.65	46	<LOQ	2330.00	14.27	310.55	296.28	601.50	727.83	2.94	13.66
N totale (µg/l)	203	474.94	362.46	367.10	26.60	379.05	Multiplo	2	63.90	2509.00	207.35	611.00	403.65	964.66	1147.72	2.03	6.04
P-PO ₄ (µg/l)	203	3.45	1.49	1.00	0.44	6.33	0.5	69	<LOQ	44.00	0.50	3.00	2.50	9.60	16.90	3.45	13.40
P totale (µg/l)	203	20.26	15.35	14.00	1.09	15.48	11	7	<LOQ	81.00	9.00	27.43	18.43	41.12	50.37	1.42	1.92
Si-SiO ₄ (µg/l)	66	415.76	166.88	299.50	56.12	455.89	Multiplo	2	<LOQ	2105.00	43.50	538.25	494.75	1085.50	1390.75	1.65	2.78
Diatomee (cell/l)	66	715880	383580	552204	91829	746021	Multiplo	1	4536	3859764	177454	939996	762541	1579508	1899268	1.95	4.90
Dinoflagellate (cell/l)	66	43192		23813	8001	64999	Multiplo	4	0	403665	11340	52160	40820	89577	100350	4.02	18.88
Altro fitoplancton (cell/l)	66	467163	339425	357176	47188	383361	204100	2	40820	1895864	168383	658224	489841	921854	1159402	1.62	3.17
Fitoplancton totale (cell/l)	66	1226233	962754	1104409	102873	835746	Multiplo	2	234715	4322389	533212	1821027	1287815	2258709	2562025	1.13	1.67
Chl a analitica (mg/m ³)	76	2.52	1.56	1.50	0.33	2.87	1.07	9	0.21	16.45	0.85	3.04	2.19	5.77	7.96	2.58	8.21
TRIX (Chl da ctd)	203	4.95	4.83	4.73	0.07	1.04	Multiplo	1	2.04	7.19	4.24	5.74	1.50	6.50	6.63	0.03	-0.61
TRIX (Chl analitica)	77	4.92	4.81	4.75	0.12	1.04	Multiplo	1	2.07	6.96	4.18	5.63	1.45	6.38	6.77	0.12	-0.34

Tabella 6: Statistiche di base relative ai parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2018. Legenda: <LOQ = inferiore al limite di quantificazione del metodo analitico; i valori in rosso corrispondono a LOQ/2

6.1.1 Trasparenza

I valori di trasparenza nei mesi indagati sono compresi tra un massimo di 14.0 metri, rilevato presso la stazione 40530 (circa 8km al largo di Venezia) a maggio, e valori minimi pari a 0.2m rilevati alle tre stazioni del transetto 082 di Po di Tolle nel mese di novembre; il valore medio calcolato sull'intero dataset è risultato pari a 3.1m, la media annua alle stazioni a 500m è 2.4m, in quelle a 926m (0.5 miglia nautiche) è 2.8m e nelle stazioni a 3704m (2 miglia nautiche) è pari a 3.7m.

In figura 5 è riportato la distribuzione dei valori medi di trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa. Le stazioni poste a 500 m dalla linea di costa presentano bassi valori di batimetria (mediamente 3m) in relazione alla struttura del fondo, che degrada lentamente con l'allontanamento dalla costa raggiungendo valori medi di circa 7m alle stazioni a 0.5 miglia nautiche (926 m) fino ad una media di 16m presso le stazioni più al largo (2.0 mn, 3704 m).

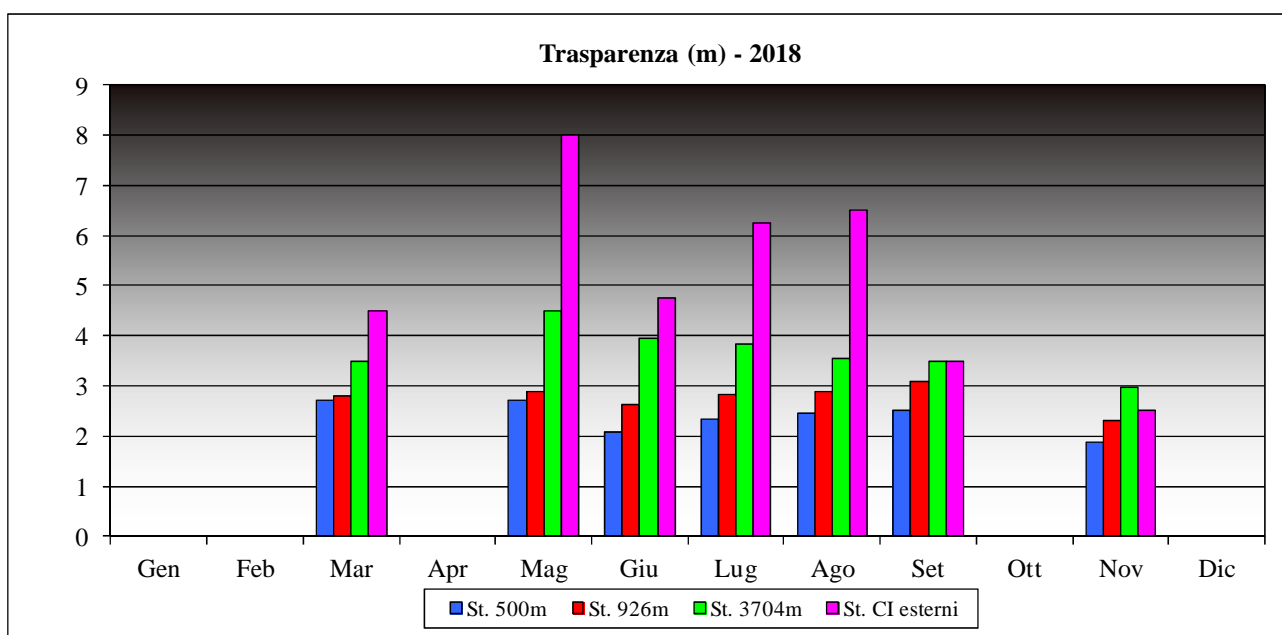


Figura 5: Valori medi di trasparenza (m) per campagna alle diverse distanze dalla costa

La distribuzione dei valori medi alle varie distanze evidenzia un gradiente positivo con l'allontanamento dalla costa legato sia alle batimetrie che al contributo degli apporti fluviali; gli effetti di questi ultimi in alcune occasioni possono arrivare ad interessare anche le zone più al largo (settembre, novembre).

In figura 6 è riportata la distribuzione dei valori medi di trasparenza per transetto alle diverse distanze dalla costa, in rapporto alla corrispondente profondità del fondale. Dal grafico si osserva un aumento dei valori di trasparenza con l'allontanamento dalla costa, passando dalle stazioni a 500m a quelle più al largo, nell'area centro-settentrionale di costa; invece nell'area di mare a sud di Chioggia (dal transetto 064), dove sono presenti le foci dei maggiori fiumi della regione, l'influenza delle acque fluviali incide fortemente sulla trasparenza, anche alle stazioni più esterne.

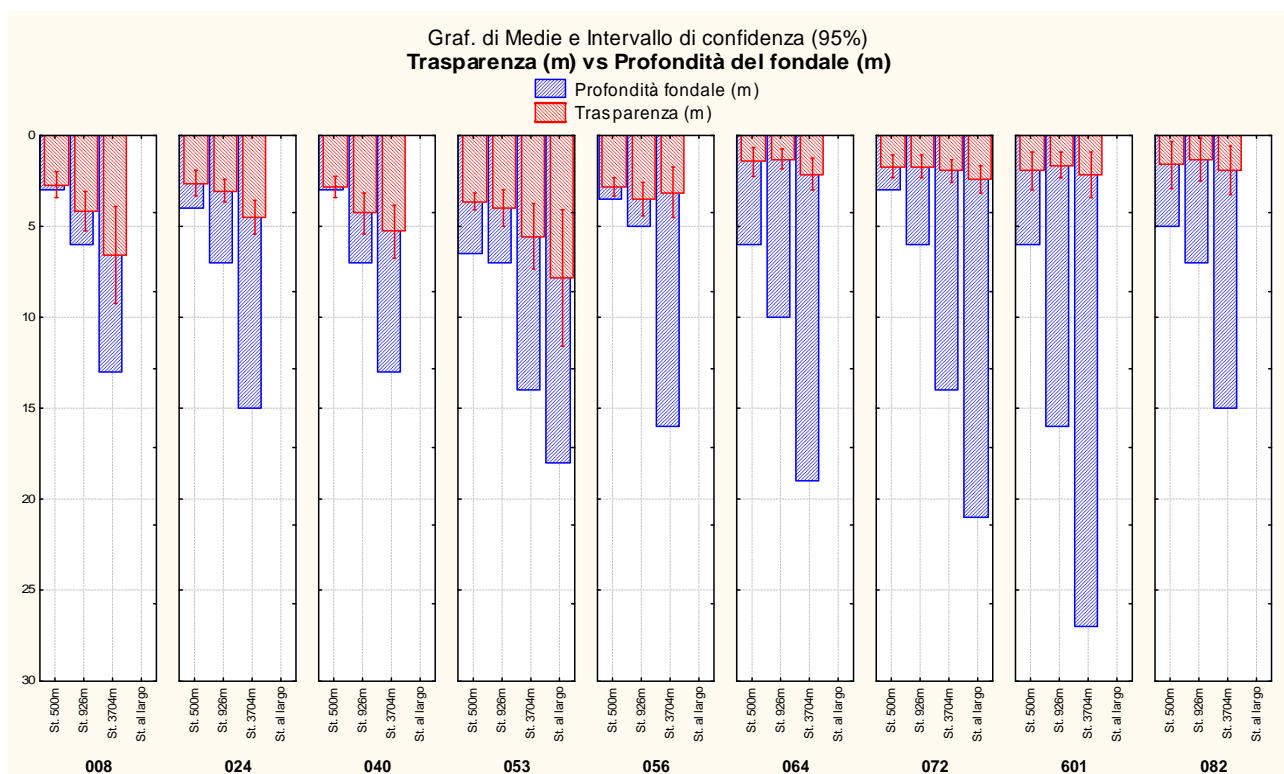


Figura 6: Valori medi di trasparenza (m) per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale

6.1.2 Temperatura

Come già ricordato nell'anno 2018 sono state effettuate 7 campagne, pertanto i valori medi indicati per temperatura e per i successivi parametri non sono confrontabili con quelli riportati nelle relazioni di anni passati relative a campagne mensili. In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è risultato pari a 20.97°C, con valori compresi tra un minimo di 5.52°C (a marzo alla stazione 20720 - Rosolina, posizionata nel c.i. CE1_3) e un massimo di 31.12°C (alla stazione 30720 - Rosolina, nella campagna di agosto).

Al fondo, considerando le sole stazioni a 3704 m, la temperatura media è stata pari a 17.76°C, con un minimo di 6.46°C alla stazione 30720 (3704m al largo di Rosolina) a marzo e un massimo di 24.72°C alla stazione 30530 (al largo di Venezia-S.Pietro in V.) ad agosto.

In figura 7 si riporta la distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità, presso stazioni al largo (3704 m) dei corpi idrici, registrate nelle campagne 2018. Pur mancando i mesi invernali, si intuisce, dai dati rappresentati in grafico, la presenza del fenomeno di inversione termica, con temperature più elevate al fondo nei mesi di marzo e di novembre, mentre nel periodo primaverile-estivo le temperature di superficie risultano naturalmente superiori.

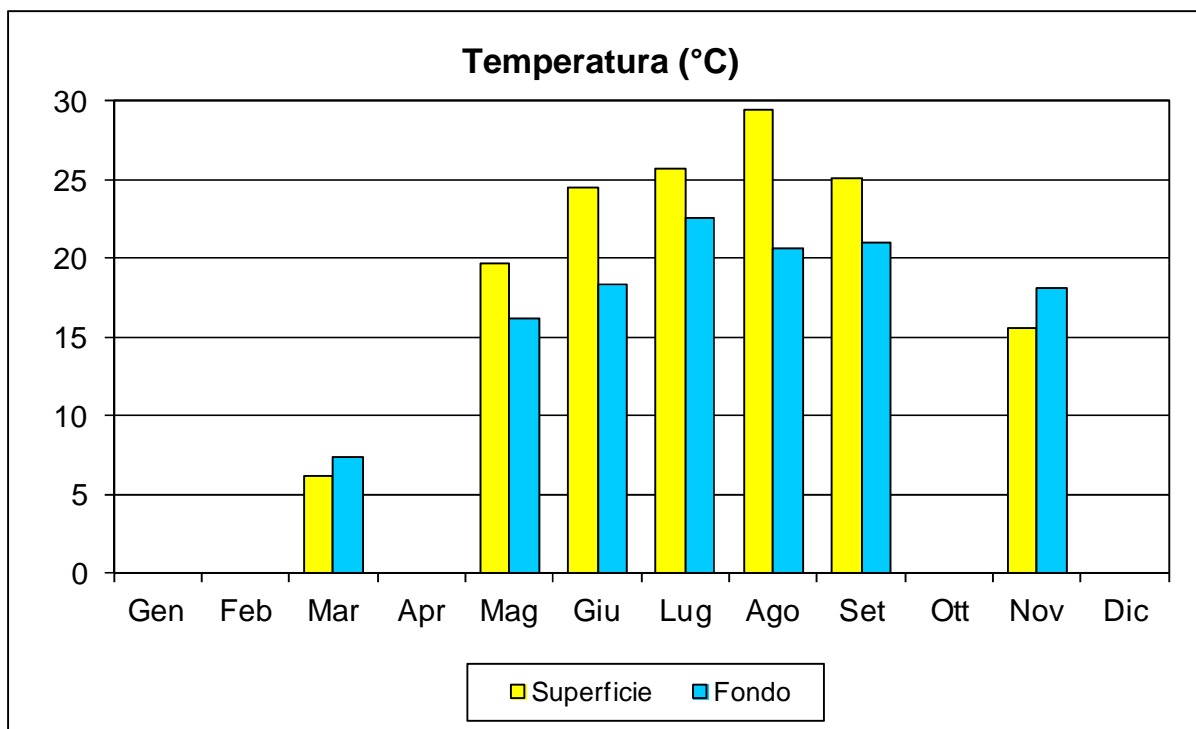


Figura 7: Valori medi di temperatura (°C) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704m da costa

In figura 8 si riporta la distribuzione dei valori medi di temperatura per ciascun transetto e alle diverse distanze dalla costa, calcolati sul dataset disponibile: si ricorda che mancano le campagne del periodo invernale (gennaio, febbraio, dicembre) e primaverile (aprile). Come si può osservare, i valori di temperatura medi si sono mantenuti entro un range abbastanza ristretto lungo tutta la costa, con valori medi più elevati rispetto all'anno precedente, soprattutto nei transetti localizzati nell'area meridionale di costa.

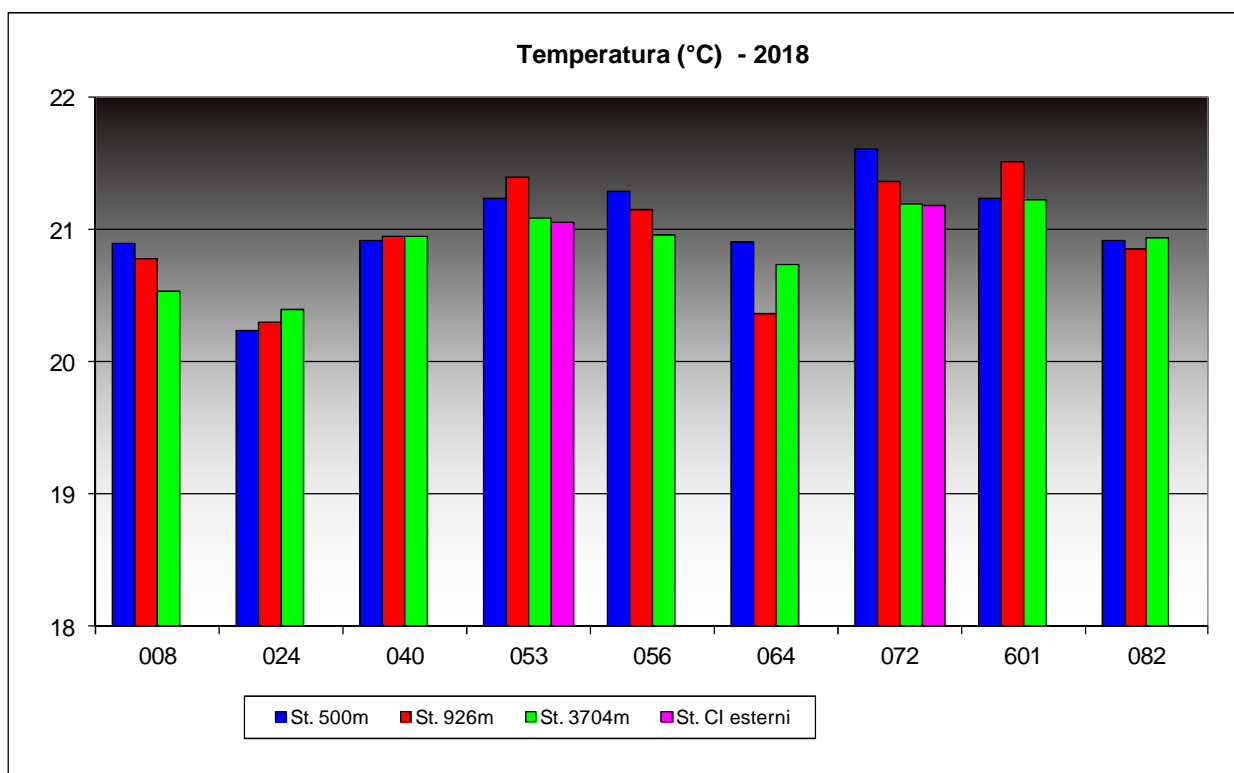


Figura 8: Valori medi di temperatura (°C) per transetto alle diverse distanze dalla costa

6.1.3 Salinità

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un valore medio pari a 29.23 PSU ed un'escursione compresa tra il valore minimo di 3.22 PSU (stazione 10820 a novembre, a fronte di una conducibilità attorno a 4.7mS/cm) ed il valore massimo pari a 38.42 PSU (stazione 10400 a marzo, con 38.06mS/cm di conducibilità). Al fondo la media calcolata presso le stazioni a 3704m è risultata pari a 37.68 PSU variando da 26.17 (stazione 36010 a maggio, profondità circa 27m) a 39.52 PSU (stazione 30240 a marzo, profondità circa 15m).

In figura 9 si riporta l'andamento delle salinità medie mensili in superficie e al fondo, registrate presso le stazioni a 3704m dalla costa. La distribuzione dei valori medi nelle acque di fondo di queste stazioni si presenta tipicamente molto più uniforme rispetto alla superficie e sempre sopra i 35 PSU; per quanto riguarda gli strati superficiali, i valori medi presentano una maggiore variabilità raggiungendo poco più di 22 PSU nella campagna realizzata nel mese di novembre.

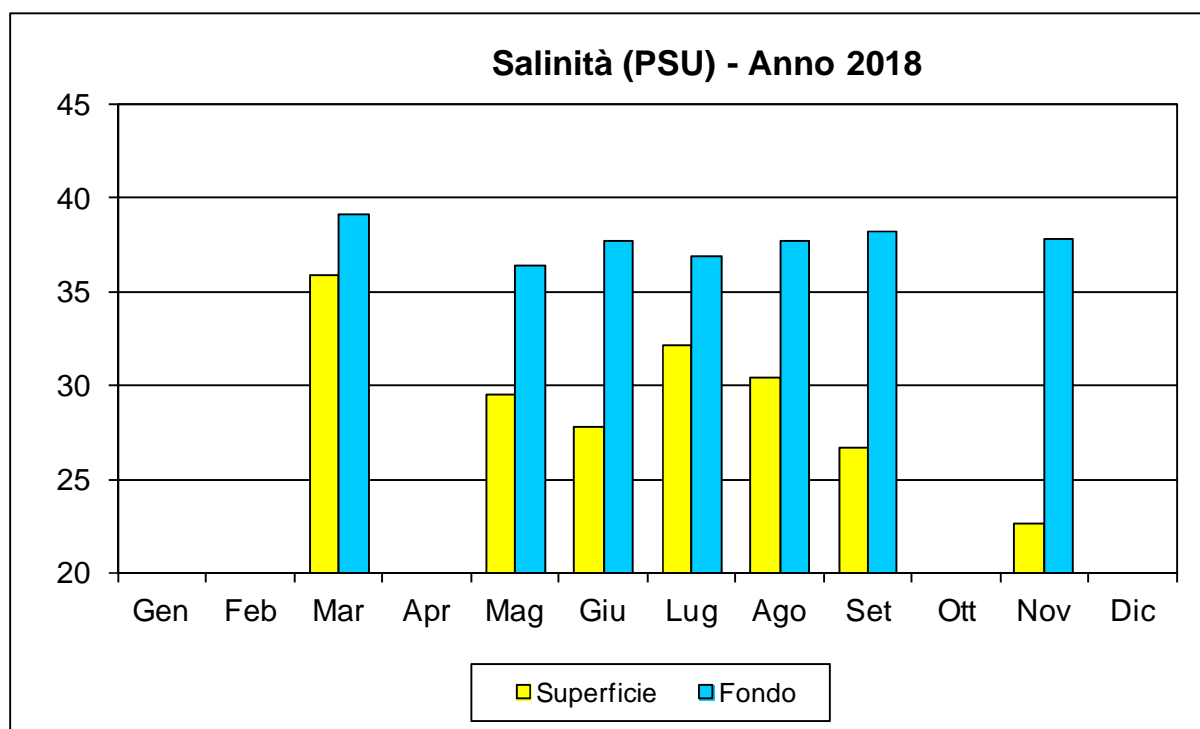


Figura 9: Salinità medie (PSU) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704m da costa

In figura 10 sono riportate invece le salinità medie di superficie calcolate per ciascuna campagna presso le stazioni poste alle diverse distanze dalla costa. La campagna di marzo presenta le concentrazioni medie più elevate a tutte le distanze dalla costa, mentre i valori medi più bassi sono registrati a novembre.

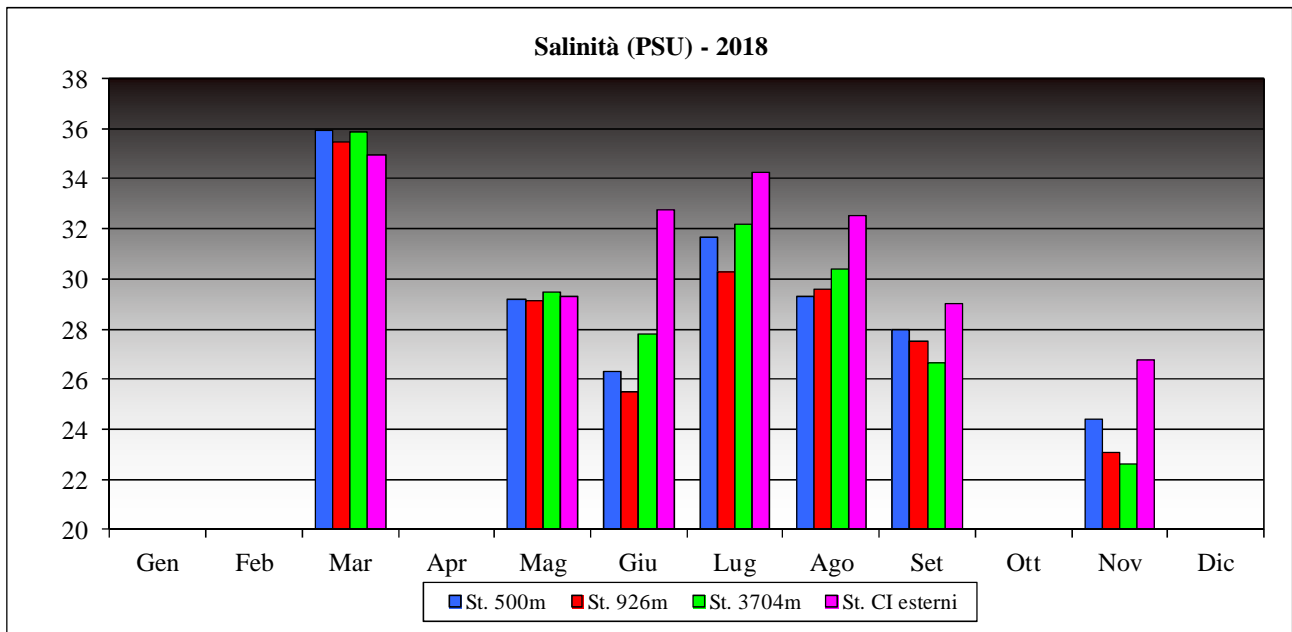


Figura 10: Salinità medie (PSU) in superficie per campagna alle diverse distanze dalla costa

In figura 11 si riporta la distribuzione dei valori rilevati per ciascun transetto e alle diverse stazioni che lo compongono (il grafico mostra i transetti da nord a sud lungo la costa) in forma di Box & Whisker Plots³. Dalle distribuzioni delle mediane si osserva come le aree a nord e davanti alla laguna di Venezia (transetti da 008 a 056) presentino valori di salinità mediamente elevati (superiori a 30 PSU) già nelle stazioni prossime alla costa; subito a sud di Chioggia (tr. 064) le concentrazioni si abbassano di molto in relazione al maggiore afflusso di acque dolci nella zona, come si può dedurre dalla mediana e dalla dispersione dei valori, variabilità ancora più evidente nella parte meridionale dell'area del delta del Po (tr. 082).

³ Box & Whisker Plot: la costruzione di un grafico Box & Whisker Plot fa uso dei quartili di un insieme di dati ed utilizza la rappresentazione dei dati in senso verticale. L'area della scatola rappresenta il 50% della distribuzione dei dati complessivi dove l'estremità inferiore corrisponde al primo quartile (25%) e l'estremità superiore al terzo (75%); il valore massimo e il minimo vengono rappresentati rispettivamente dall'ampiezza del baffo superiore ed inferiore della scatola, mentre dalla posizione della mediana (rappresentata graficamente dal quadratino interno alla scatola) si può capire se la distribuzione dei dati è simmetrica intorno al valore medio. Nei box plot utilizzati nel presente rapporto si è scelto di visualizzare i valori outlier e quelli estremi; gli outlier sono calcolati come: valore 75° percentile + c.o.*(75° percentile - 25° percentile), mentre gli estremi come: valore 75° percentile + 2 c.o.*(75° percentile - 25° percentile) dove c.o. è un coefficiente di outlier (1.5 per impostazione predefinita).

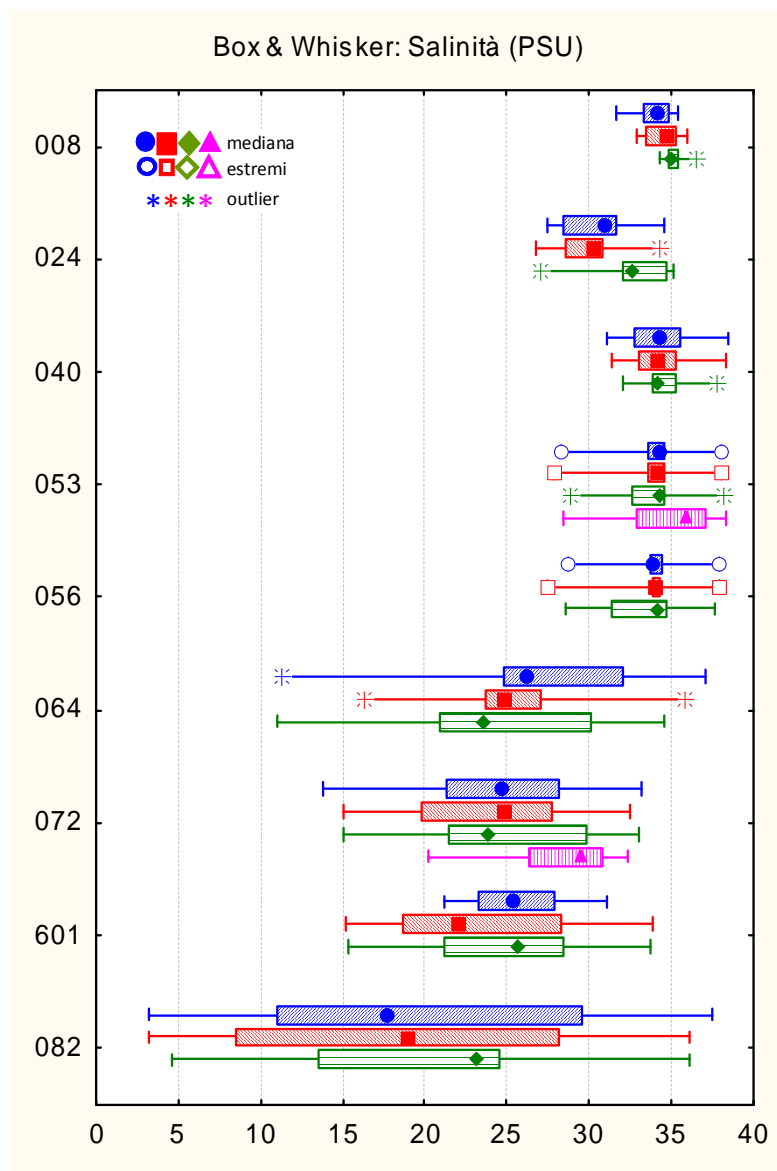


Figura 11: Distribuzione dei valori di salinità in superficie (PSU) per transetto (da nord a sud) e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.4 Concentrazione idrogenionica

Rappresenta il parametro che, grazie all'azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, esprime la più ristretta variabilità con un valore medio in superficie pari a 8.28 unità di pH, un massimo di 8.65 (stazione 30820 – Po di Tolle a maggio) e un minimo di 7.92 (alla stazione 10820 – Po di Tolle a novembre). Al fondo, presso le stazioni a 3704m da costa, la media è stata pari a 8.12 unità di pH variando da un minimo di 7.74 (stazione 36010 a novembre, profondità circa 27m) ad un massimo di 8.39 (alla stazione 30820 a maggio).

In figura 12 si riporta la distribuzione dei valori medi di pH calcolati in superficie e al fondo per le stazioni a 3704 m dalla linea di costa; in tutte le campagne i valori medi di fondo risultano inferiori a quelli di superficie, la discrepanza tra le due quote è maggiore nella campagna di settembre.

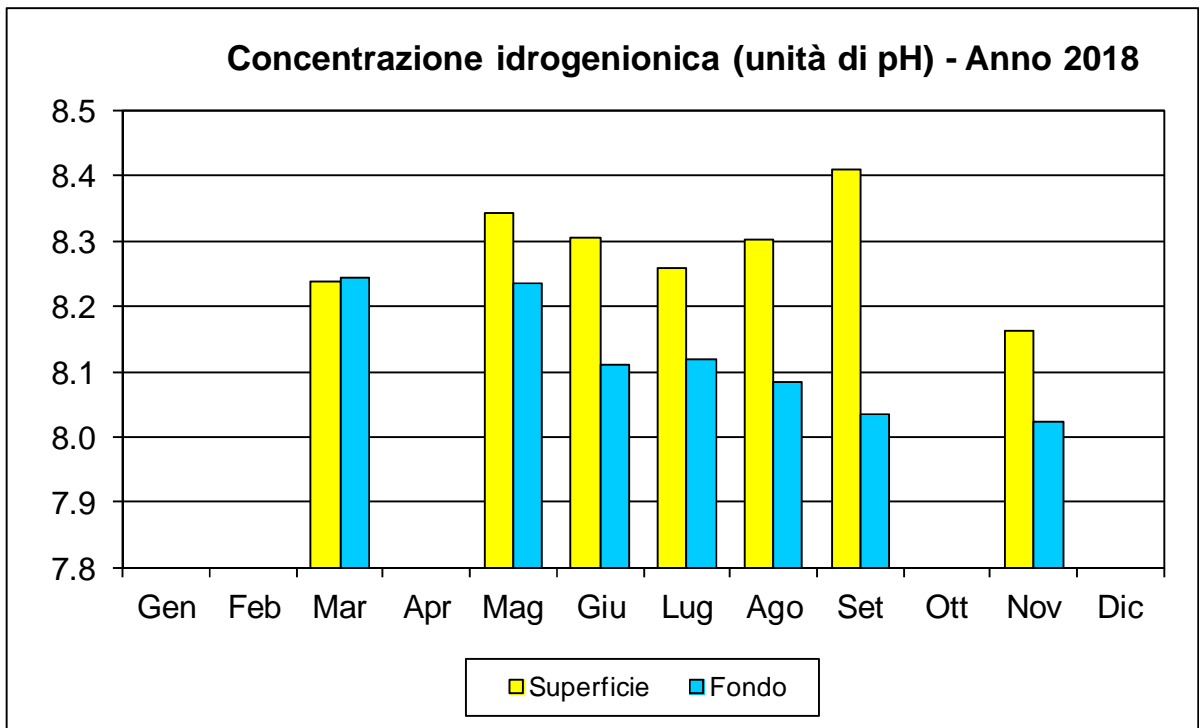


Figura 12: Valori medi di pH in superficie e al fondo, registrati presso le stazioni a 3704m da costa

In figura 13 si riporta la distribuzione dei valori rilevati in superficie per ciascuna stazione in forma di Box & Whisker Plots: si può osservare un gradiente in aumento da nord verso sud e come la dispersione dei valori di concentrazione idrogenionica attorno alla mediana sia maggiore nell'area costiera meridionale (trasetti 072, 601 e 082).

Box & Whisker: Concentrazione idrogenionica (unità di pH)

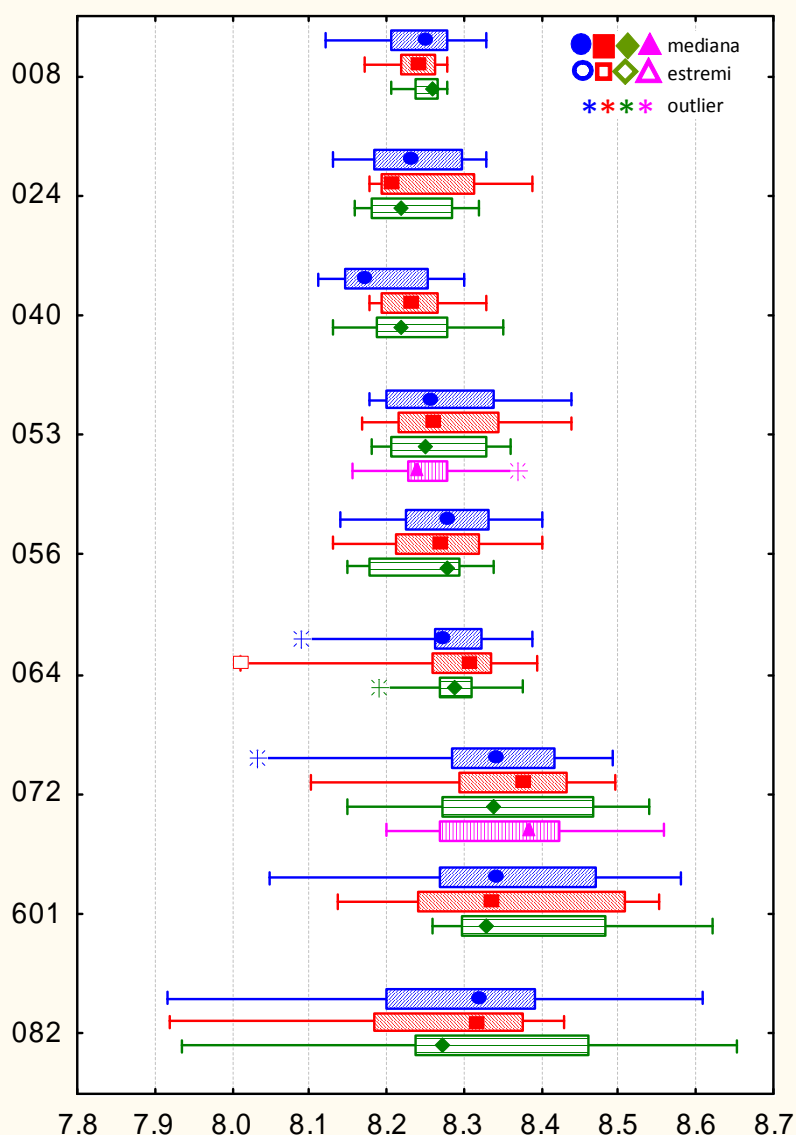


Figura 13: Distribuzione dei valori di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.5 Ossigeno disciolto

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 114.73% con un minimo di 77.97% alla stazione 20820 nel mese di novembre; il valore massimo pari a 191.59% è stato registrato ad agosto alla stazione 30720. Al fondo, considerando solo le stazioni a 3704m, i valori sono variati tra un minimo di 49.72% (stazione 30640 di Rosolina a luglio, profondità circa 19m) e un massimo pari a 118.96% (alla stazione 30080 a maggio, profondità circa 13m), con una media annuale pari a 88.68%.

La figura 14 rappresenta i valori di ossigenazione medi in superficie ed al fondo, calcolati presso le stazioni più al largo. I valori di superficie si sono mantenuti sopra il 100% di saturazione tranne nelle campagne di marzo e novembre. I valori al fondo sono rimasti sempre inferiori rispetto a quelli di superficie, e comunque si sono mantenuti sopra il 70% di saturazione, con l'eccezione del mese di agosto (66.3%); infatti nel corso della campagna si è osservata un'ampia zona di ipossia al largo nell'area centro-meridionale di

costa, con valori al fondo comunque superiori al 50% presso le stazioni più al largo e quindi più profonde.

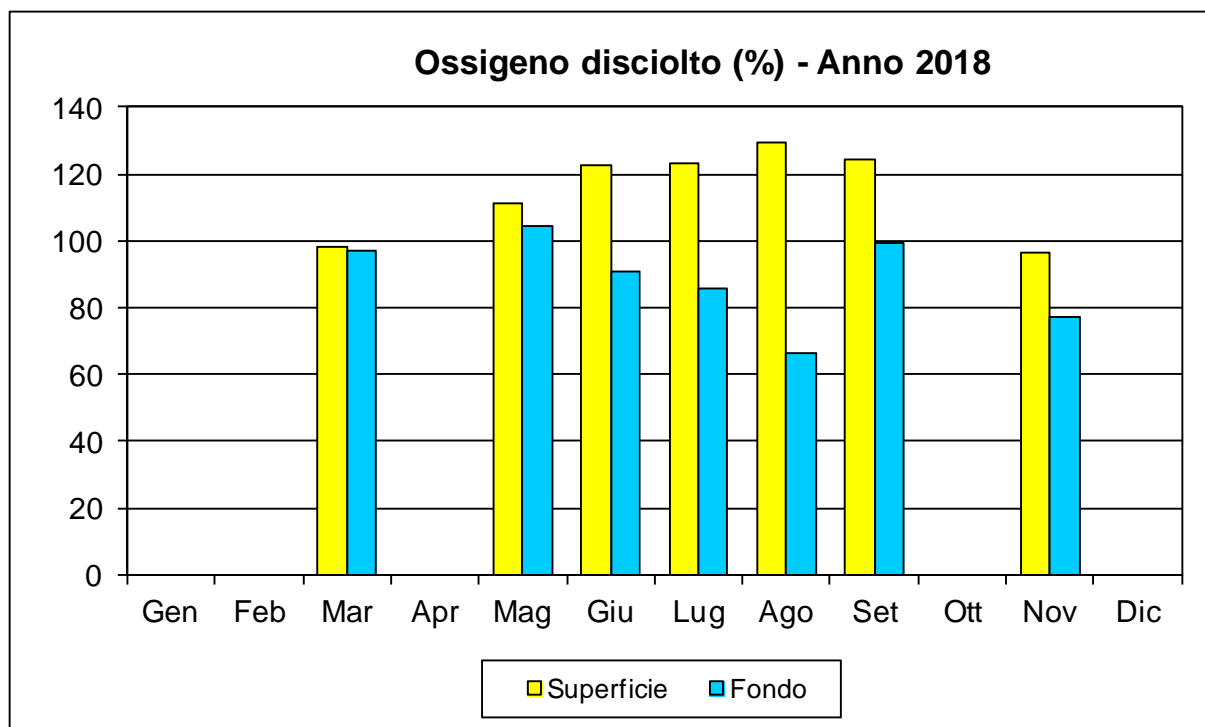


Figura 14: Valori medi di ossigeno disciolto (%) in superficie e al fondo presso le stazioni a 3704 m

In figura 15 si riporta la distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in superficie per transetto alle varie di distanze dalla costa in forma di Box & Whisker Plots; dalla figura si osserva come i valori di mediana si assestino su valori superiori alla saturazione nella parte settentrionale e centrale di costa mentre a sud si attestano attorno al 120% e oltre come si osserva per i transetti 072 Rosolina e 601 Po di Pila, che nel 2018 hanno presentato anche la maggiore variabilità.

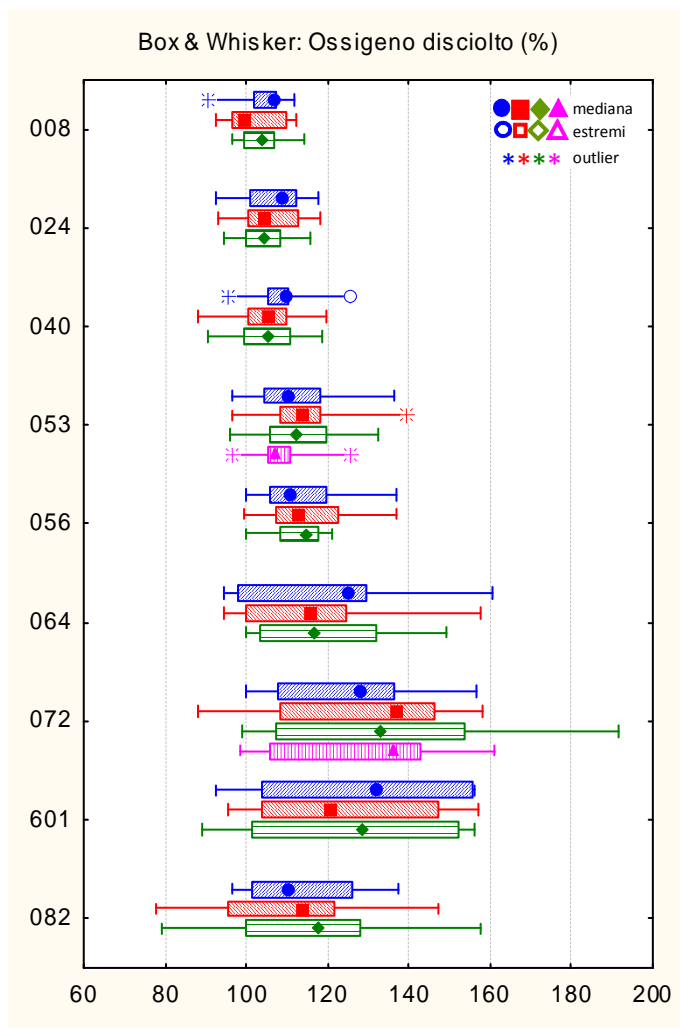


Figura 15: Distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.6 Azoto ammoniacale

In superficie il valore massimo pari a 156.59 $\mu\text{g/l}$ è stato registrato alla stazione 26010 nel mese di marzo; la concentrazione media di azoto ammoniacale nelle campagne effettuate è stata pari a 26.20 $\mu\text{g/l}$ con un numero di campioni con valore inferiore al limite di quantificazione (7.75 $\mu\text{g/l}$) pari al 26.1% dei campioni totali (53 casi su 203 campioni), percentuale superiore a quella registrata nel 2016 (6.9%) e nel 2017 (10.8%).

In figura 16 si riportano i valori medi calcolati sulle stazioni poste alle diverse distanze dalla linea di costa in ciascuna campagna di campionamento; risulta evidente il notevole carico di sostanze nutritive giunto a mare nei periodi antecedenti le campagne di marzo e di novembre (Fig. 2), ma valori elevati sono evidenti a luglio e settembre anche a distanza da costa. Dall'esame della distribuzione dei valori per ciascuna stazione nei diversi transetti (Fig. 17), si osserva la differenza tra l'area centro settentrionale di costa e l'area a sud di Chioggia, zona maggiormente influenzata da apporti fluviali, sia in termini di mediana che di variabilità nelle concentrazioni.

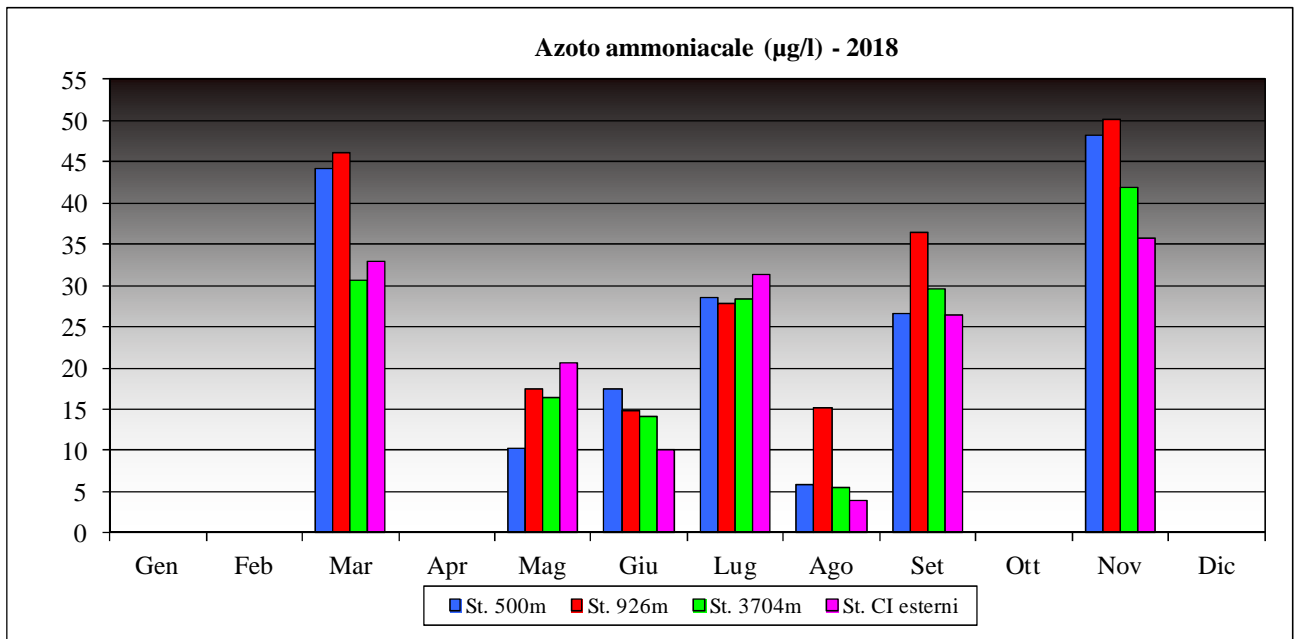


Figura 16: Valori medi di azoto ammoniacale ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

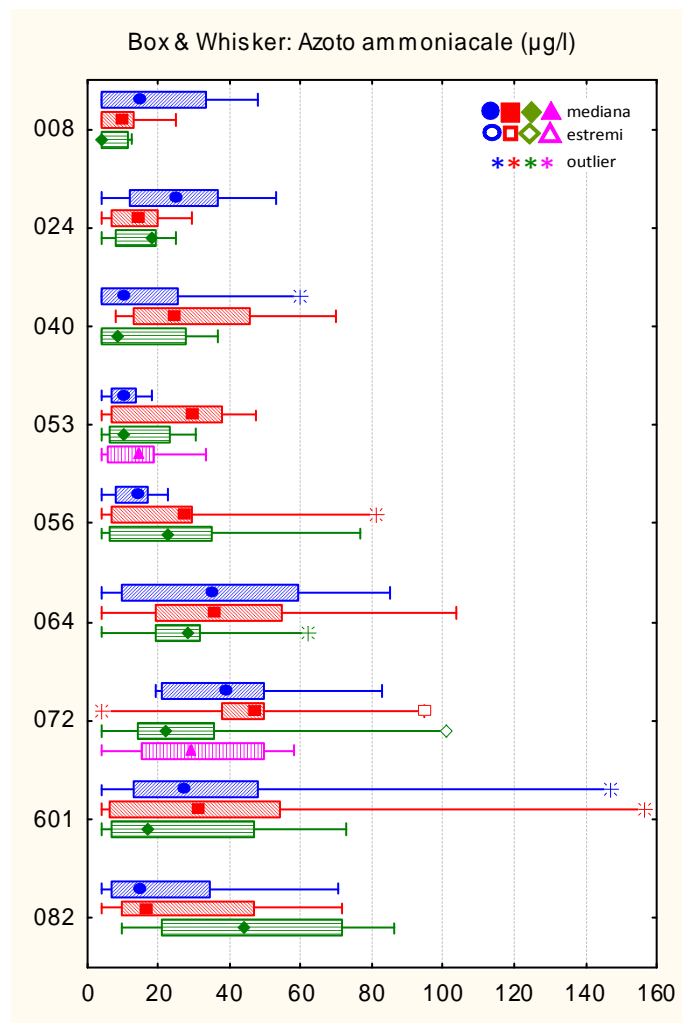


Figura 17: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.7 Azoto nitrico

In superficie nel 2018 la concentrazione media di azoto nitrico è stata pari a 215.23 µg/l (circa il doppio rispetto al 2016 e in linea con il 2016), con una diminuzione notevole dei valori minimi inferiori al limite di quantificazione (11.30 µg/l) che nel 2018 costituiscono il 22.7% (46 casi su 203 campioni) rispetto al 44.3% del 2017. Il valore massimo pari a 2330 µg/l è stato misurato alla stazione 26010 (a 926m al largo di Po di Pila) nel mese di marzo. In figura 18 sono rappresentate le concentrazioni medie mensili di azoto nitrico calcolate alle varie distanze dalla costa; i maggiori carichi di questo nutriente sono stati registrati nei mesi di marzo e novembre, campagna in cui sono registrate concentrazioni elevate anche alle stazioni dei due corpi idrici esterni.

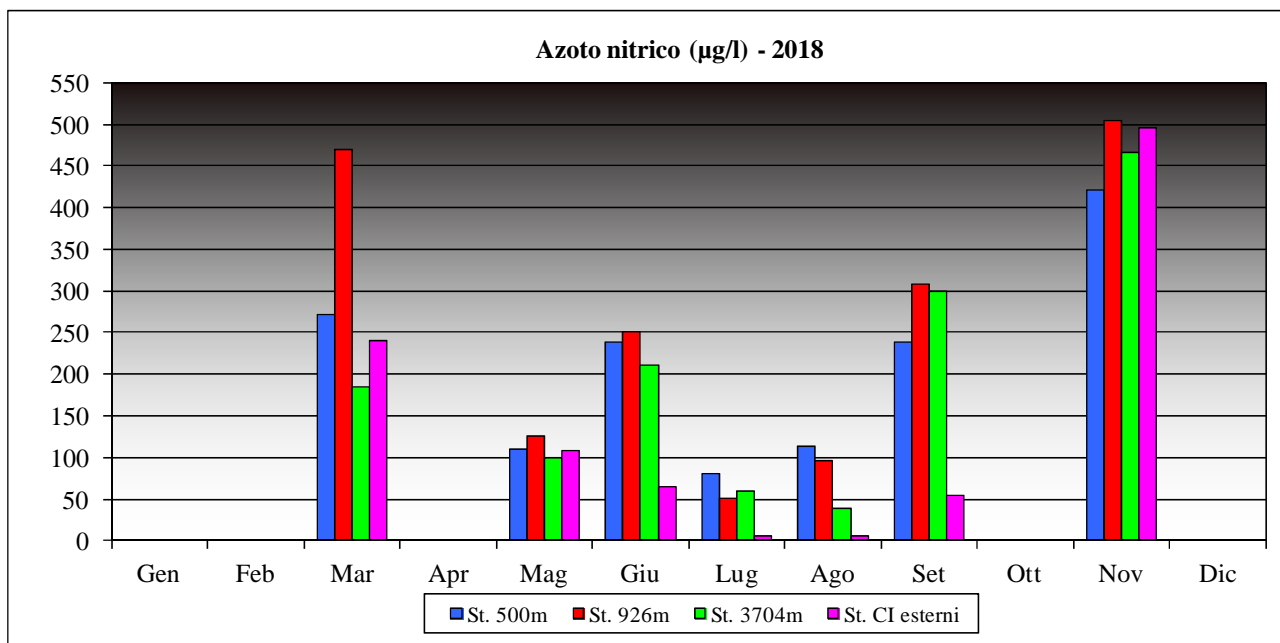


Figura 18: Valori medi di azoto nitrico (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

In figura 19 è riportata la distribuzione dei valori rilevati in superficie in tutte le stazioni, dal box plot risulta evidente come i valori di concentrazione decisamente più bassi siano stati rilevati nell'area antistante la laguna di Venezia (transetti 053 e 056), mentre si osserva un forte aumento delle concentrazioni di questo nutriente nel tratto meridionale di costa già dal transetto 064 di Chioggia, con valori particolarmente elevati nella zona antistante il delta del Po (transetti 601 – foce Po di Pila e 082 - foce Po di Tolle). Nella parte settentrionale del bacino si riscontra una situazione intermedia tra le precedenti, con concentrazioni più elevate al transetto 024 (Jesolo).

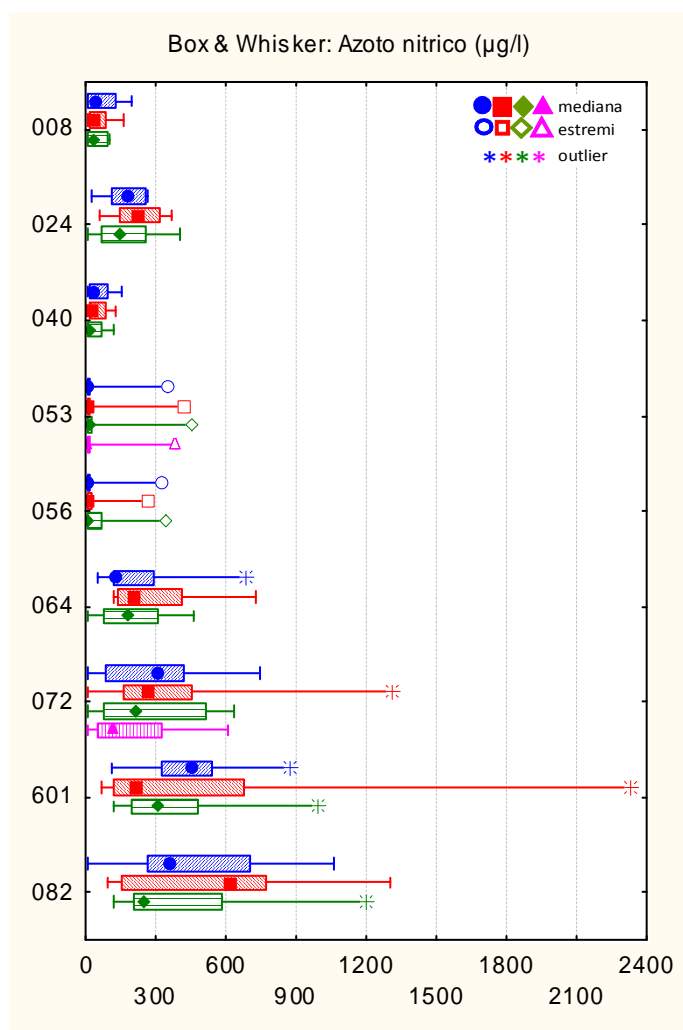


Figura 19: Distribuzione dei valori di azoto nitrico ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.8 Azoto nitroso

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di $5.11 \mu\text{g/l}$ con valori minimi inferiori al limite di quantificazione ($1.52 \mu\text{g/l}$) nel 15.8% dei casi (32 su 203 campioni) ed un valore massimo di $41.20 \mu\text{g/l}$ nella stazione 20720 (a 926m al largo di Rosolina) a novembre. Valori elevati sono stati riscontrati soprattutto nella campagna di novembre ma anche a marzo, come si può osservare dal grafico riportato in figura 20.

In figura 21 è ancora una volta da notare la presenza di valori elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia, soprattutto al transetto 072 di Rosolina.

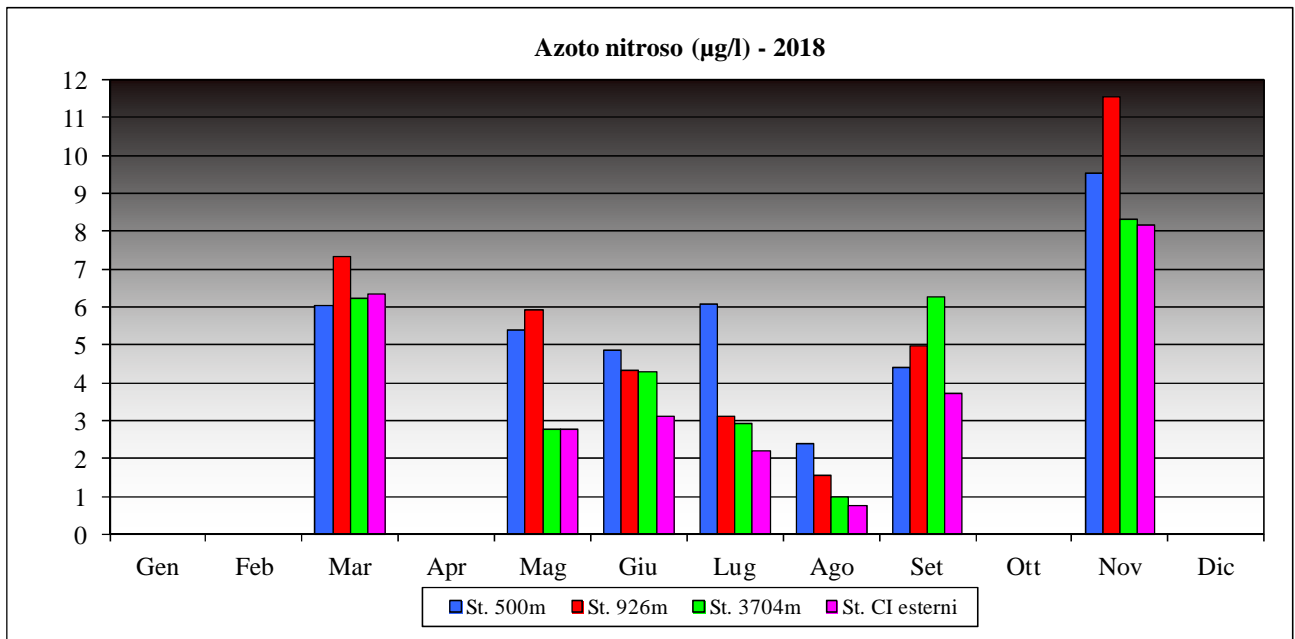


Figura 20: Valori medi di azoto nitroso ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

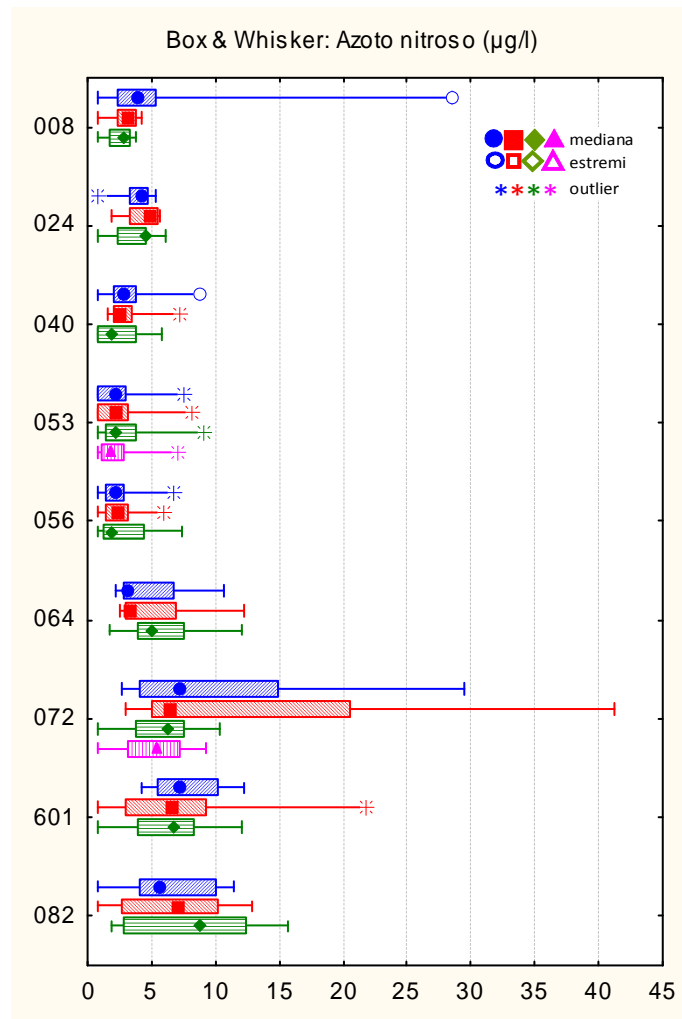


Figura 21: Distribuzione dei valori di azoto nitroso ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.9 Azoto totale

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 474.94 µg/l, con un valore minimo pari a 63.9 µg/l registrato alla stazione 40530 a luglio ed un valore massimo di 2509.00 µg/l nella stazione 26010 (a 926m dalla foce del Po di Pila) a marzo (in concomitanza con il massimo di azoto nitrico e fosforo da ortofosfati). La distribuzione dei valori medi mensili per ciascuna distanza e per campagna di misura, riportata in figura 22, mostra le maggiori concentrazioni nella campagna di novembre, come conseguenza dei notevoli apporti giunti al mare; è evidente in tutte le altre campagne il gradiente negativo con l'allontanamento dalla costa.

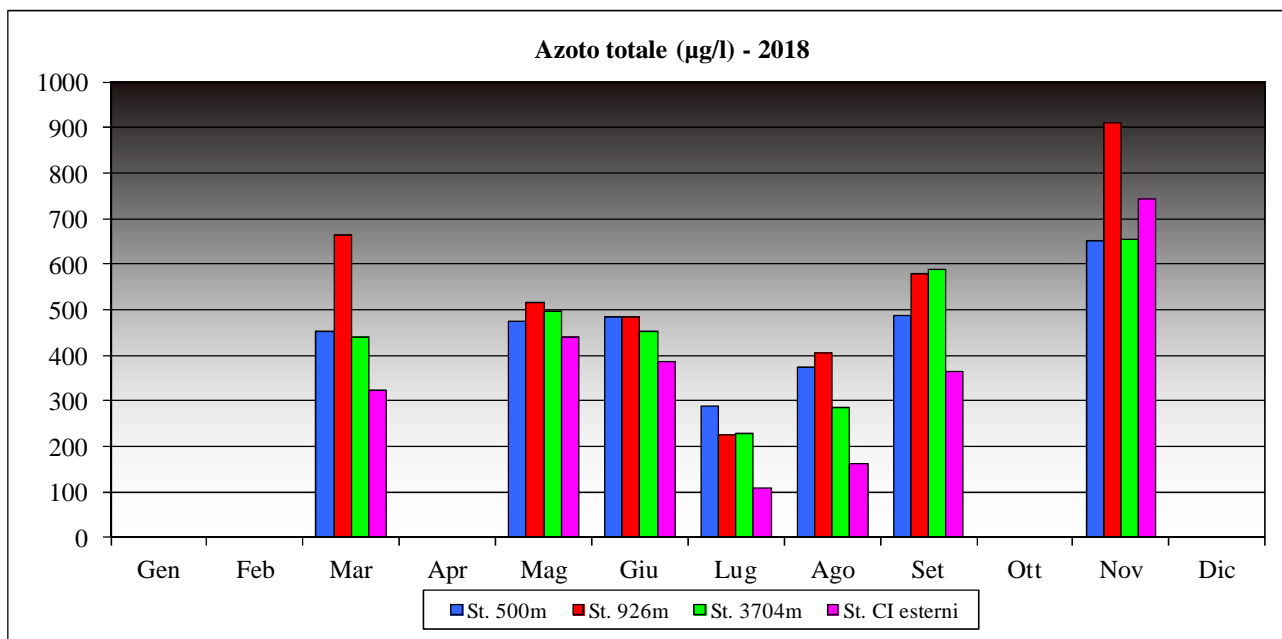


Figura 22: Valori medi di azoto totale (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

Per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni per transetto e stazioni (Fig. 23), si osserva ancora una volta un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali, nel tratto meridionale di costa, e soprattutto in quelli localizzati nell'area antistante il delta del Po (transetti 601 e 082); la zona centrale di costa (transetti 053 e 056), antistante la laguna di Venezia, presenta concentrazioni decisamente inferiori, mentre l'area settentrionale mostra una situazione intermedia tra le due.

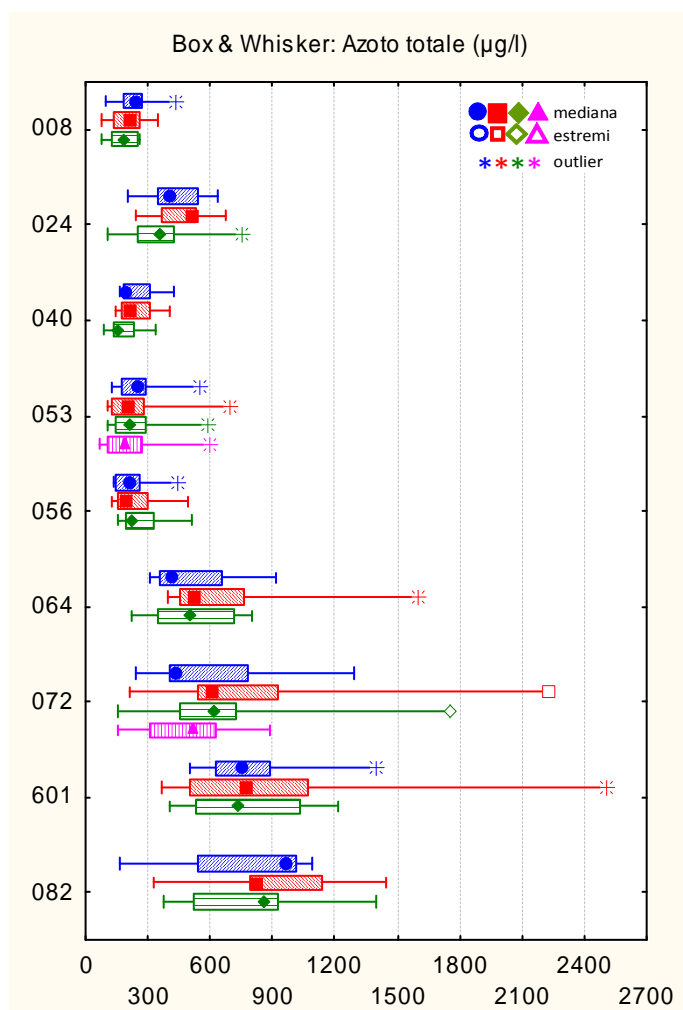


Figura 23: Distribuzione dei valori di azoto totale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.10 Fosforo da ortofosfati

Per quanto riguarda questo parametro e il fosforo totale il limite di quantificazione, che per problemi tecnici nel 2016 era stato alzato a 5 µg/l, nel 2018 è stato ricondotto a 1 µg/l; pertanto il confronto con gli anni 2016-2017 è reso difficoltoso soprattutto per la perdita di rappresentatività dal punto di vista degli andamenti (spaziali, temporali) e dei valori medi, in quanto molti campioni presentavano concentrazioni inferiori al LOQ. Il valore medio calcolato nel 2018 (quindi con LOQ=1 µg/l) è risultato pari a 3.45 µg/l il valore massimo pari a 44.00 µg/l è stato registrato alla stazione 26010 (a 926m al largo della foce del Po di Pila) nella campagna di marzo, mentre il minimo è stato registrato in 69 campioni cioè nel 34.0% dei casi.

Si riporta di seguito la distribuzione dei valori medi per campagna e per transetto. Come si può osservare dal grafico di medie riportato in figura 24, dove i valori <LOQ sono sostituiti con un valore pari alla metà del limite di quantificazione, i valori maggiori sono riscontrati a novembre a tutte le distanze da costa; concentrazioni elevate sono state registrate anche a marzo e giugno.

La distribuzione delle concentrazioni di ortofosfato lungo la costa alle diverse distanze evidenzia valori di mediana elevati e maggiore dispersione ancora una volta nella zona costiera a sud di Chioggia (Fig. 25).

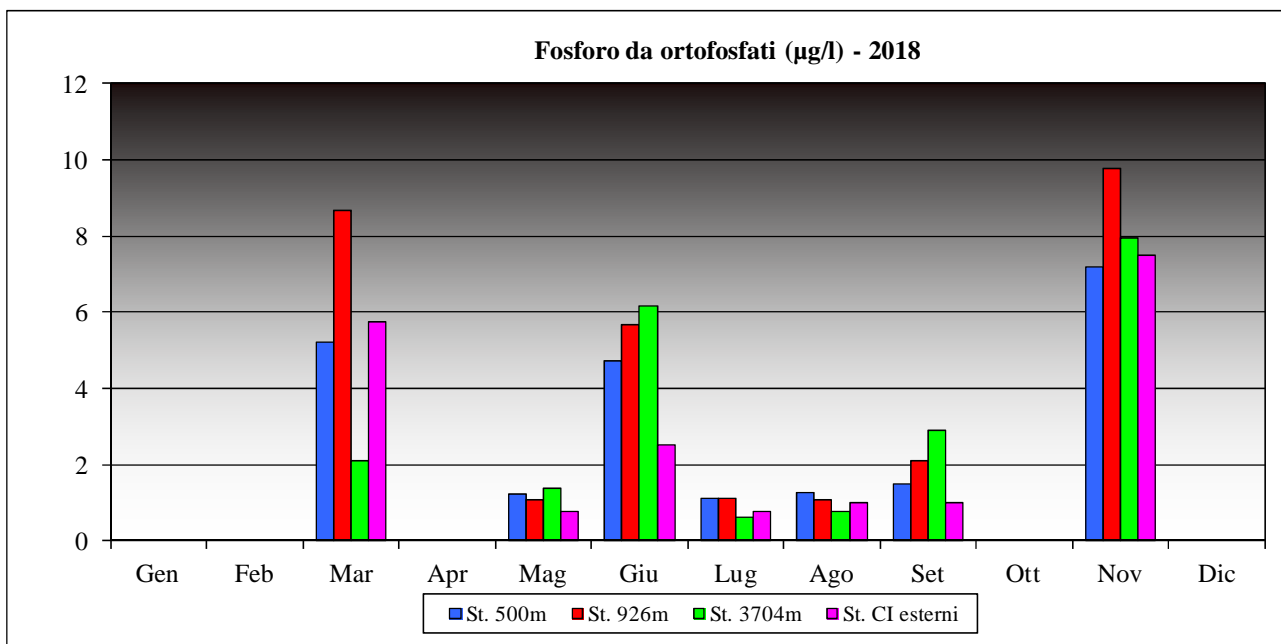


Figura 24: Valori medi di fosforo da ortofosfati (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

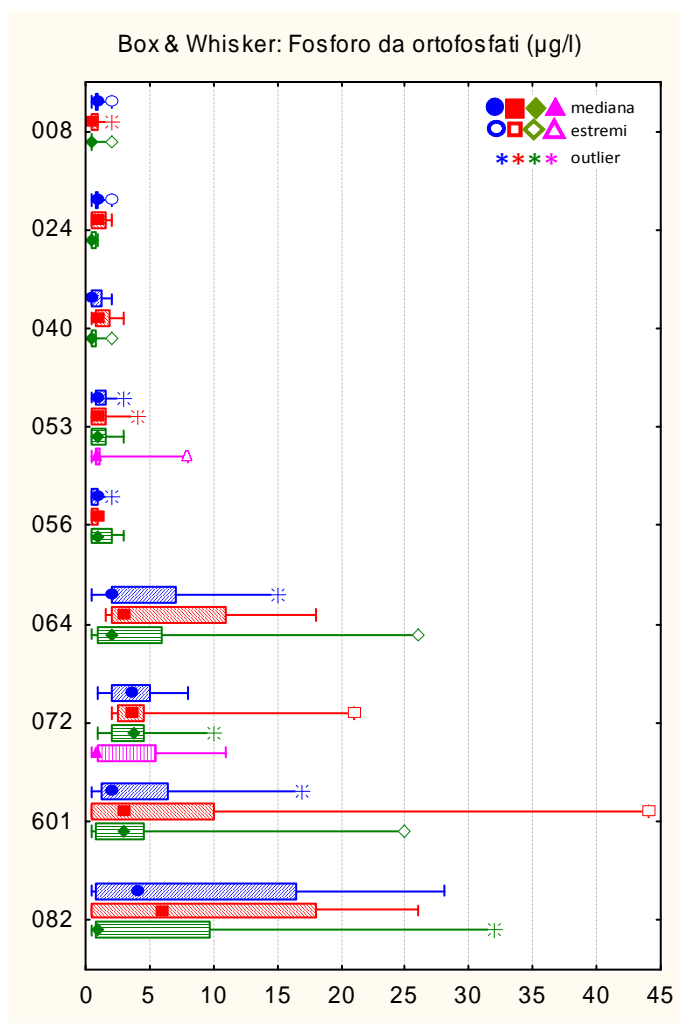


Figura 25: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.11 Fosforo totale

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 20.26 µg/l con un massimo di 81.00 µg/l alla stazione 36010 (3704m al largo del Po di Pila) a novembre e un solo valore inferiore al LOQ (1.0 µg/l) alla stazione 30820 (3704m al largo del Po di Tolle). La distribuzione dei valori medi per distanza dalla costa in ciascuna campagna (Fig. 26) mostra valori elevati nella campagna di novembre, come per gli altri sali nutritivi, e soprattutto alle stazioni più vicine alla costa.

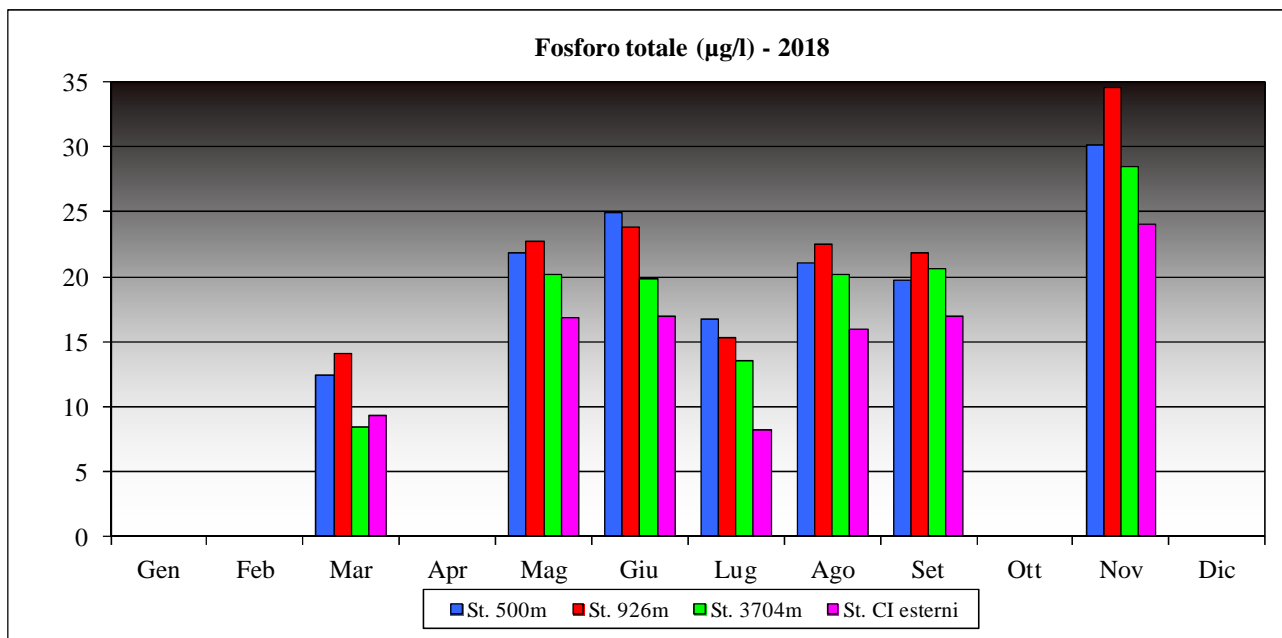


Figura 26: Valori medi di fosforo totale (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

Come per gli altri nutrienti, la distribuzione da nord verso sud evidenzia valori maggiori in corrispondenza dei transetti localizzati nel tratto meridionale di costa a partire da Chioggia, dal transetto 064 (Chioggia) al transetto 082 (Po di Tolle) (Fig. 27).

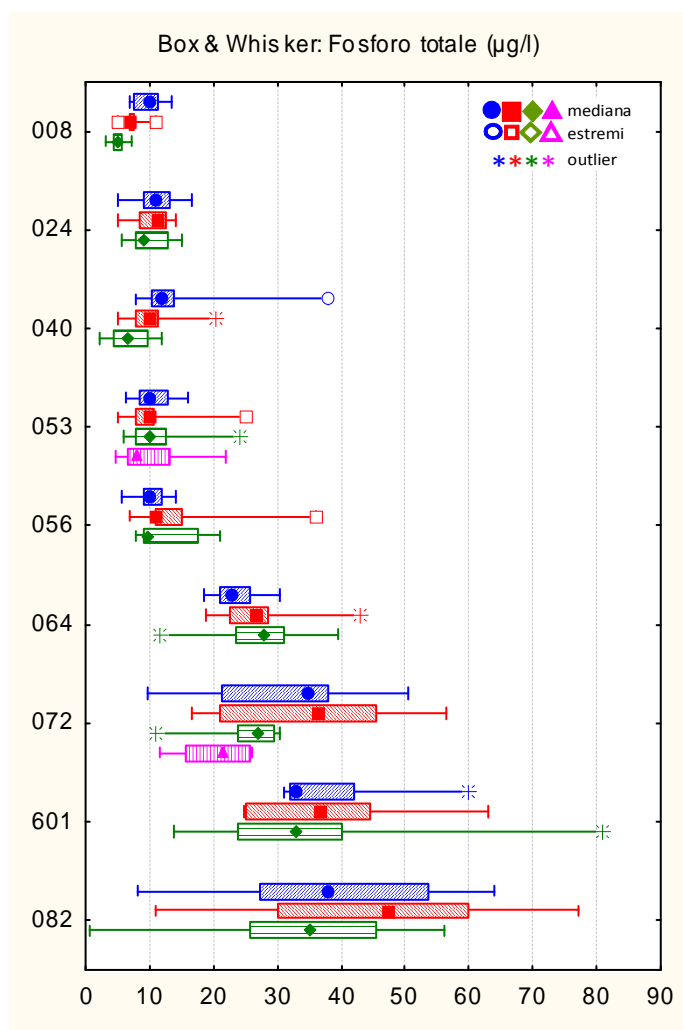


Figura 27: Distribuzione dei valori di fosforo totale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.12 Silicio da ortosilicati

L'analisi di silicio da ortosilicati viene eseguita nei campioni di acqua in cui vengono determinate le popolazioni fitoplanctoniche, quindi solo presso le stazioni a 500m dei corpi idrici costieri e nelle due stazioni al largo dei due corpi idrici marini. In superficie il silicio ha presentato una concentrazione media pari a 415.76 µg/l (anche in questo caso decisamente più elevata rispetto all'anno precedente 265.13 µg/l), variando tra un massimo di 2105.00 µg/l, osservato a novembre alla stazione 10820 (Po di Tolle) e due valori minimi inferiori al LOQ (5 µg/l) alla stazione 10530 (Venezia S.Pietro in V.) in agosto e in settembre. Valori elevati sono stati registrati a novembre sia sottocosta che nelle due stazioni al largo, come si può vedere dal grafico di figura 28.

In figura 29 si riportano le concentrazioni misurate presso le stazioni a 500m e le due esterne nel 2018: dal grafico Box & Whisker Plots si evidenzia come l'area antistante la laguna di Venezia presenti i valori più bassi di concentrazione e la minore variabilità, come consueto, mentre la zona meridionale di costa, fortemente condizionata da cospicui apporti fluviali, mostra un'ampia variabilità attorno ai valori di mediana, decisamente più alti (transetti 072, 601 e 082); la zona marina settentrionale presenta una situazione intermedia tra le due, per la presenza di apporti di acque continentali meno cospicui.

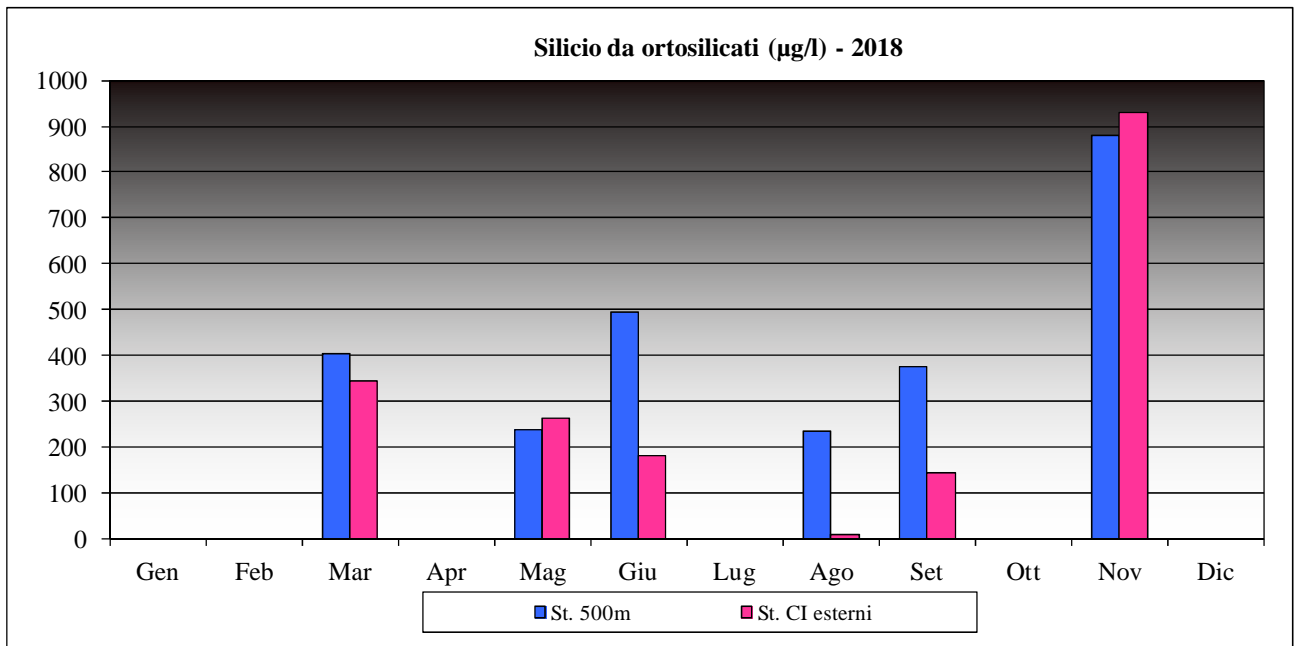


Figura 28: Valori medi di silicio da ortosilicati ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

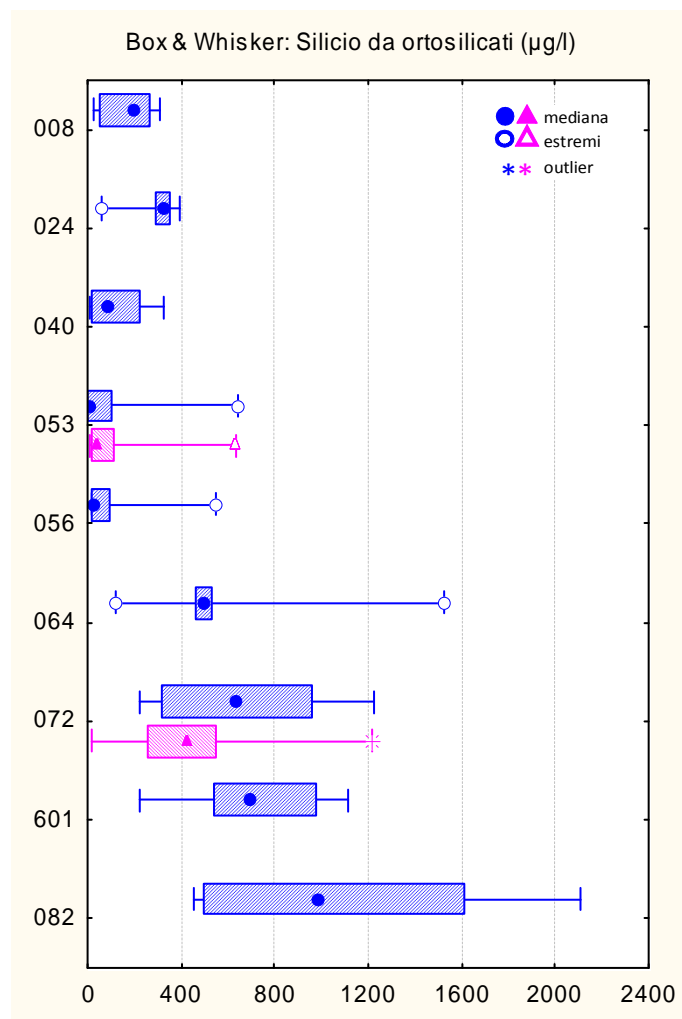


Figura 29: Distribuzione dei valori di silicio da ortosilicati ($\mu\text{g/l}$) per stazione (in blu le stazioni a 500 m; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.13 Clorofilla a

In superficie la concentrazione media di clorofilla *a*, misurata *in situ* tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 2.30 µg/l (N=203), con un valore minimo pari a 0.42 µg/l alla stazione 30080 (500m al largo di Caorle) a giugno ed un massimo di 16.29 µg/l rilevato sempre a giugno presso la stazione 16010 (500m dalla foce del Po di Pila). La misura di clorofilla *a* con il metodo analitico è stata effettuata solo sui campioni ove si effettua la determinazione quali-quantitativa di fitoplancton (le stazioni a 500 m e le due esterne) (N=77); nel 2018 è stato osservato un valore medio pari a 3.12 µg/l con valori compresi tra un minimo di 0.21 µg/l misurato a marzo in 5 stazioni ed un massimo di 48.91 µg/l rilevato nella campagna di agosto alla stazione 10400 (500m al largo di Cavallino Treporti). Quest'ultimo dato risulta abbastanza inusuale in tale area e senza contemporanea evidenza di colorazioni anomale che facciano pensare a bloom algali, anche gli altri parametri connessi (ossigenazione, nutrienti disciolti, pH) sono risultati nella norma e in linea con quanto misurato nelle aree adiacenti; poiché tuttavia il dato è stato confermato, pur essendo considerabile come outlier si è ritenuto opportuno mantenerlo in alcune analisi grafiche di base, ma non in elaborazioni più spinte.

Nella figura 30 si riporta la distribuzione dei valori medi di clorofilla *a*, misurata con entrambi i metodi, per campagna di rilevamento presso le sole stazioni a 500 m dalla costa. Le discrepanze tra le due tipologie di misura sono evidenti in alcune campagne, con una notevole differenza tra valori rilevati in loco tramite CTD e le concentrazioni risultanti dalla attività analitica soprattutto nella campagna di agosto.

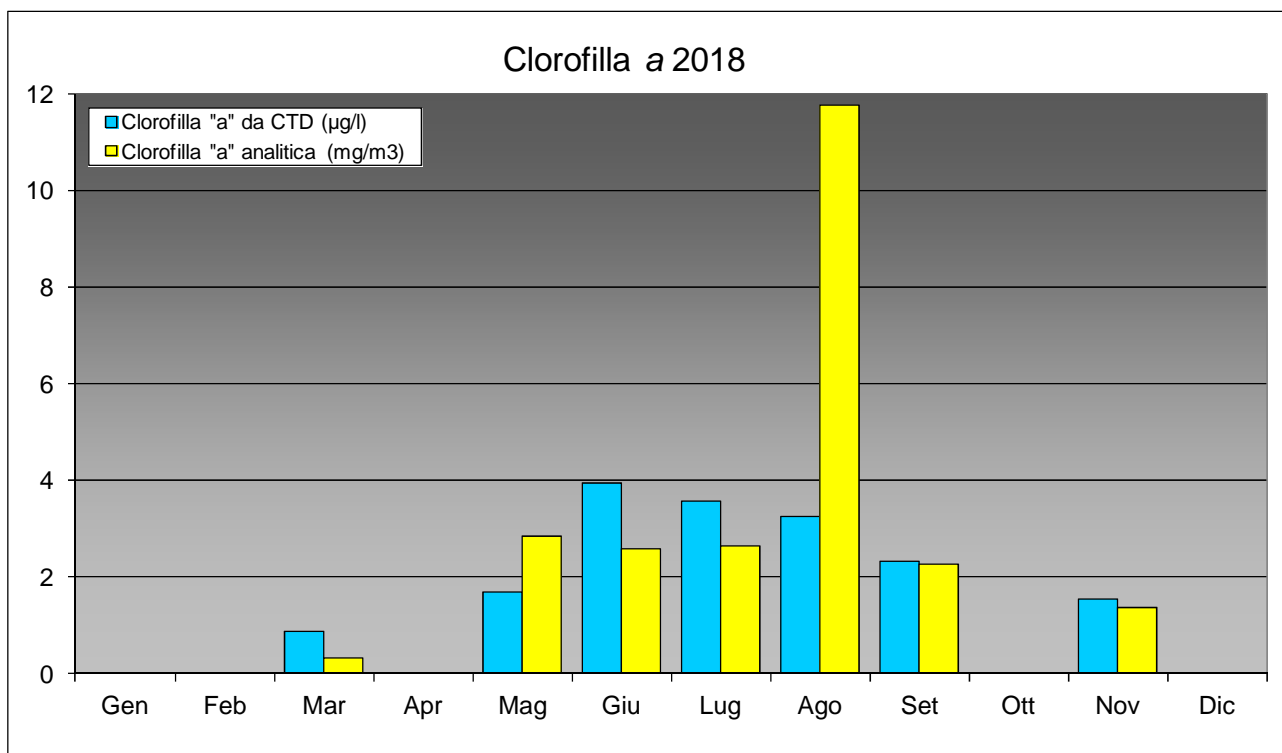


Figura 30: Valori medi di clorofilla *a* (misure con sonda e con metodo analitico) presso le stazioni a 500 m per campagna di rilevamento

In figura 31, invece, sono riportate le distribuzioni delle concentrazioni per transetto alle diverse distanze dalla costa per la clorofilla misurata *in situ* con sonda. Si può osservare, dalla posizione delle mediane, come le concentrazioni e le dispersioni dei valori risultino relativamente ridotte in tutte le stazioni e in tutti i transetti a nord di Chioggia; nell'area meridionale i valori delle mediane risultano superiori e aumenta la dispersione dei valori di concentrazione.

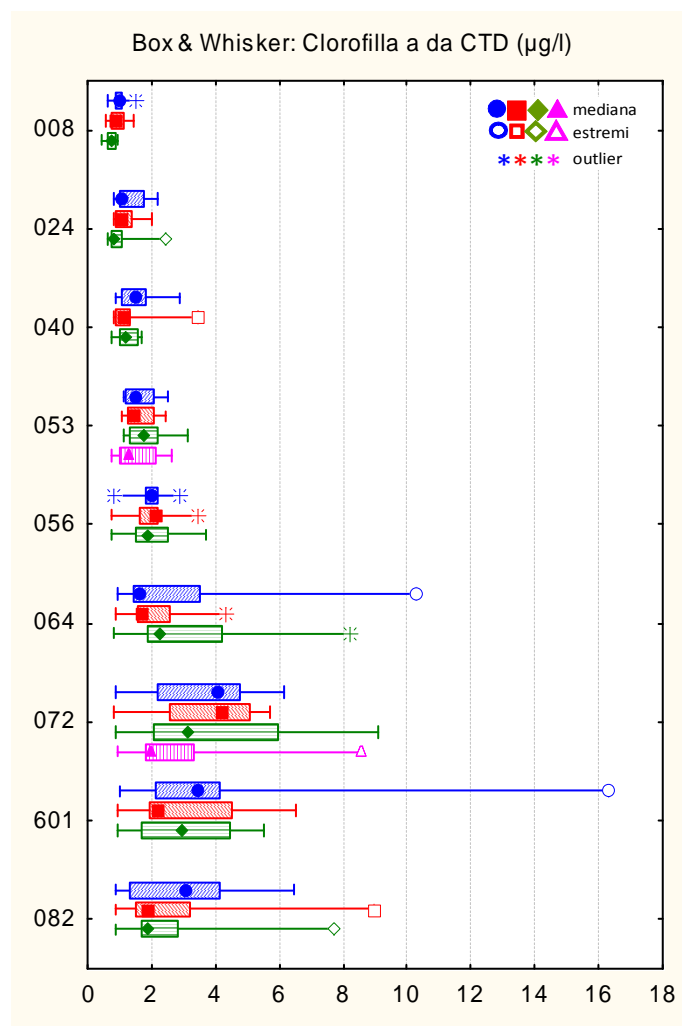


Figura 31: Distribuzione dei valori di clorofilla a ($\mu\text{g/l}$) misurata *in loco*, per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.14 Indice trofico TRIX

L'indice classifica lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità (Tab. 7), in funzione delle variazioni di parametri quali clorofilla *a*, ossigeno disciolto, fosforo totale ed azoto inorganico:

$$\text{Indice trofico TRIX} = (\log(\text{Chl } a * \text{OD}\% * \text{N} * \text{P}) - (-1.5)) / 1.2$$

dove:

Chl *a* = clorofilla ($\mu\text{g/l}$);

OD% = Ossigeno disciolto in percentuale come deviazione in valore assoluto dalla saturazione;

N = Azoto minerale disciolto ($\mu\text{g/l}$);

P = Fosforo totale ($\mu\text{g/l}$).

INDICE DI TROFIA	STATO	COLORE DI RAPPRESENTAZIONE	CONDIZIONI
2 – 4	ELEVATO	AZZURRO	buona trasparenza delle acque assenza di anomale colorazioni delle acque assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
4 – 5	BUONO	VERDE	occasionalmente intorbidimenti delle acque occasionalmente anomale colorazioni delle acque occasionalmente ipossie nelle acque bentiche
5 – 6	MEDIO CRE	GIALLO	scarsa la trasparenza delle acque anomale colorazioni delle acque ipossie e occasionalmente anossie nelle acque bentiche stati di sofferenza a livello di ambiente bentonico
6 – 8	SCADENTE	ROSSO	elevata torbidità delle acque diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche morte di organismi bentonici alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

Tabella 7: Suddivisione delle acque marine costiere in classi in base alla scala trofica (ex D.Lgs. 152/99 e s.m.i.)

I valori relativi al periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla *a* misurata *in situ* con fluorimetro associato alla sonda, evidenziano per le acque di superficie del Veneto un valore medio di indice trofico pari a 4.95 (classe “buono”) con un minimo di 2.04 (stazione 30640, campagna di marzo) ed un massimo di 7.19 (stazione 16010, a giugno). L’indice è stato calcolato anche con la clorofilla determinata analiticamente, solo per le stazioni in cui si effettua l’analisi delle popolazioni fitoplanctoniche (a 500m dalla costa e due stazioni al largo); in questo caso il valore medio, calcolato su un numero campionario inferiore (77 valori contro i 203 del TRIX calcolato con Chl da fluorimetro), è pari a 4.92 (classe “buono”) variando da un minimo di 2.07 (stazione 10560 a marzo) a un massimo di 6.96 (stazione 10820 a settembre).

In figura 32 sono riportati i valori medi dell’indice trofico calcolato (sia con clorofilla analitica che con clorofilla da CTD) sulle sole stazioni a 500 m dalla costa, per ciascun transetto. Osservando il grafico si nota che le due distribuzioni risultano abbastanza sovrapponibili, inoltre è evidente come i transetti localizzati nel tratto meridionale di costa siano, come sempre, quelli maggiormente interessati dai carichi trofici e dalle conseguenti variazioni dei parametri connessi; il superamento del valore soglia pari a 5, indicato dal D.M. 260/2010 come limite nella classificazione ecologica per le acque fortemente influenzate da apporti fluviali, si osserva per le stazioni a 500m dei transetti 064 (Bacchiglione-Brenta e Adige), 072 (Fissero-Tartaro-Canalbianco), 601 e 082 (rispettivamente Po di Pila e Po di Tolle).

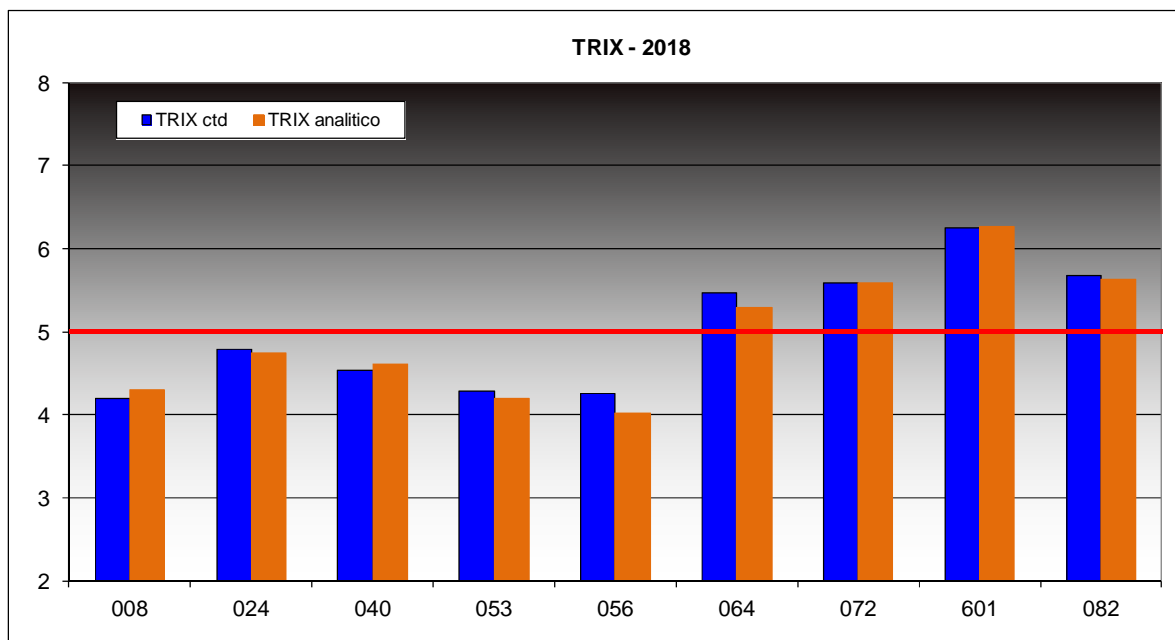


Figura 32: Valori medi annui di TRIX (calcolato con clorofilla rilevata con CTD e con metodo analitico) in superficie alle stazioni a 500 m dalla costa

I valori di TRIX calcolati, utilizzando la clorofilla *a* misurata *in situ* con sonda, su tutte le stazioni e visualizzati per ciascun transetto (Fig. 33) mostrano ancora come l'area a sud del Porto di Chioggia (corrispondente ai transetti 064, 072, 601 e 082) risulti caratterizzata da valori medi di indice trofico più elevati rispetto al resto della costa, con superamento del limite dato dal D.M. 210/2010 per le acque fortemente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo I, TRIX pari a 5). Per quanto riguarda le zone settentrionale e centrale della costa, i valori di TRIX risultano più bassi; per le acque dei due corpi idrici al largo, mediamente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo II) il limite indicato dal D.M. 260/2010 (4.5, evidenziato in rosa nel grafico) è superato, considerando la mediana, solo dalla stazione 40720 del transetto 072 di Rosolina.

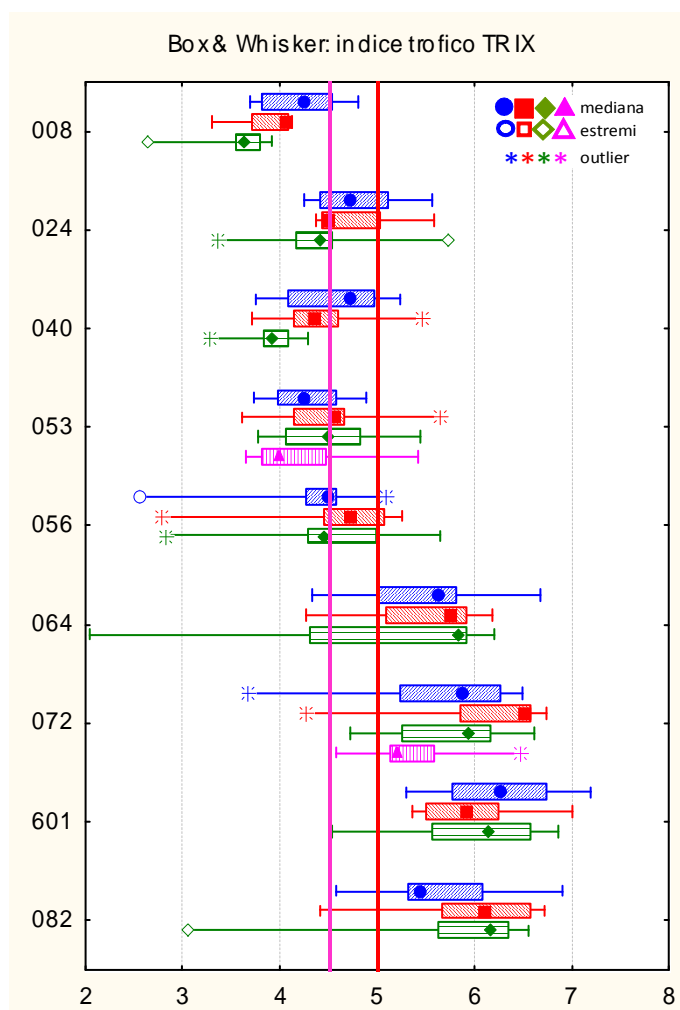


Figura 33: Distribuzione dei valori di TRIX per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni). Le barre indicano i valori soglia individuati dal D.M. 260/2010 rispettivamente per le acque fortemente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo I, TRIX = 5, in rosso) e per le acque mediamente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo II, TRIX = 4.5, in fucsia)

In figura 34 si osservano nello specifico le mappe di distribuzione dei valori di TRIX (calcolati utilizzando clorofilla a rilevata con sonda) nelle campagne realizzate nel 2018. Dalla figura si evidenzia come la fascia costiera settentrionale e quella antistante la laguna di Venezia (corpi idrici CE1_1, CE1_2 e ME2_1) presentino valori di indice trofico compresi tra le classi “elevato” (TRIX tra 3 e 4) e “buono” (tra 4 e 5), valori superiori a 5 (“mediocre”) si osservano sporadicamente nelle campagne di settembre e novembre, come conseguenza delle notevoli concentrazioni di sali nutrienti rilevate. La situazione nella fascia costiera a sud (corpi idrici CE1_3, CE1_4 e ME2_2) è risultata più compromessa, con valori di indice trofico spesso superiori a 5 in tutte le campagne e anche a 6 (classe “scadente”) soprattutto a giugno e a settembre.

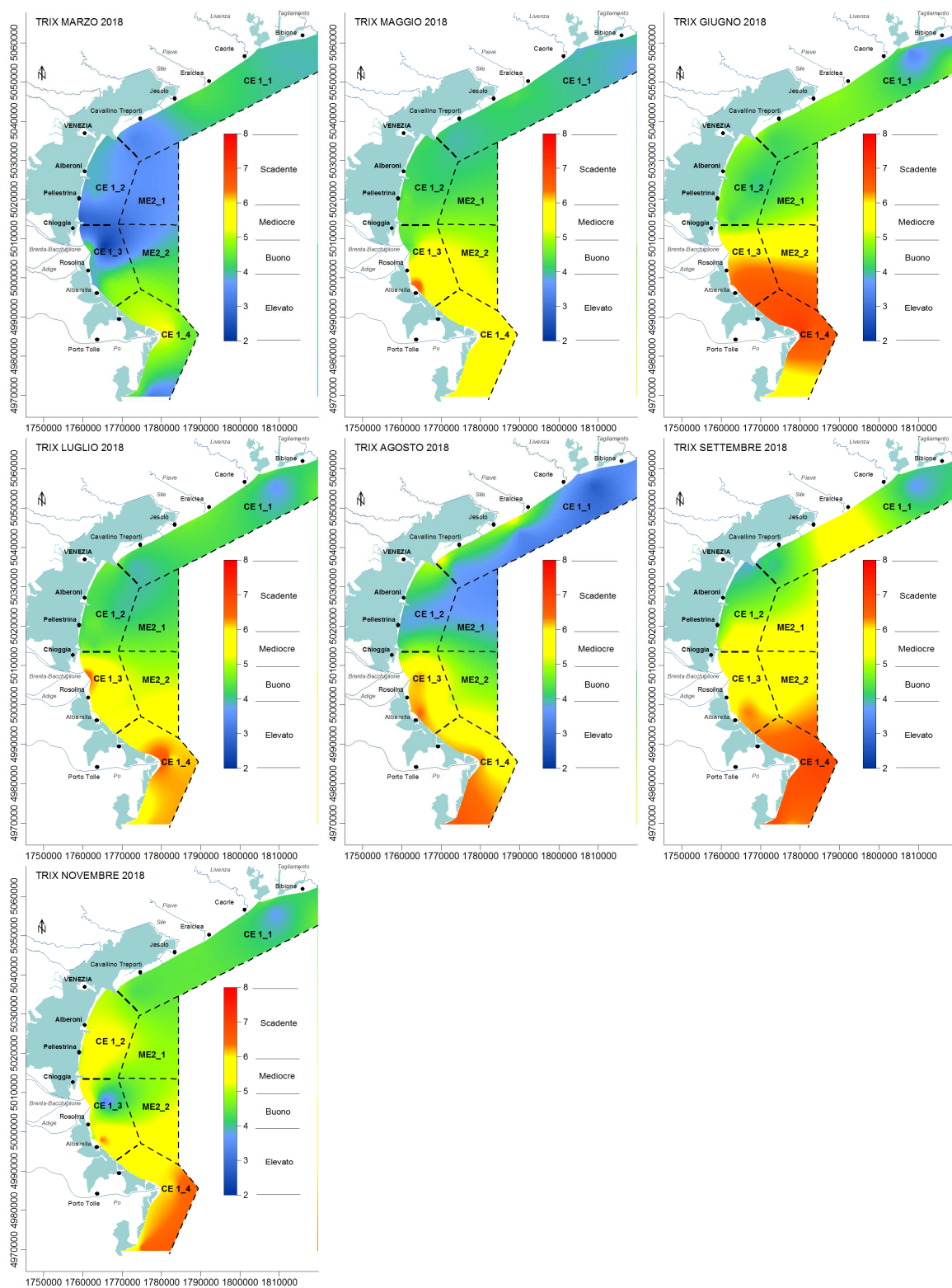


Figura 34: Distribuzione dei valori di TRIX calcolati nelle varie campagne dell'anno 2018

6.1.15 Fitoplancton

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite, nei corpi idrici costieri, su campioni prelevati alle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa e, nei c.i. marini, sulle corrispondenti stazioni. Per quanto concerne il fitoplancton totale l'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un massimo assoluto di 4.322.389 cell/l (rinvenuto nella stazione 40720 a settembre) ed un minimo

assoluto pari a 234.715 cell/l (rinvenuto nella stazione 10240 a novembre). Il numero esiguo di campagne realizzate con frequenza ridotta e tra loro distanziate nel tempo non permette una valutazione significativa sui dati del monitoraggio.

Nella figura 35 vengono riportate le distribuzioni delle abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinoficcee e del gruppo Altro fitoplancton nelle campagne 2018. Dal confronto si nota come il Fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla componente Diatomee e, a seguire, dalla componente Altro fitoplancton ad eccezione delle campagne di giugno e novembre in cui supera le abbondanze delle Diatomee; sono molto modeste le abbondanze di Dinoflagellate.

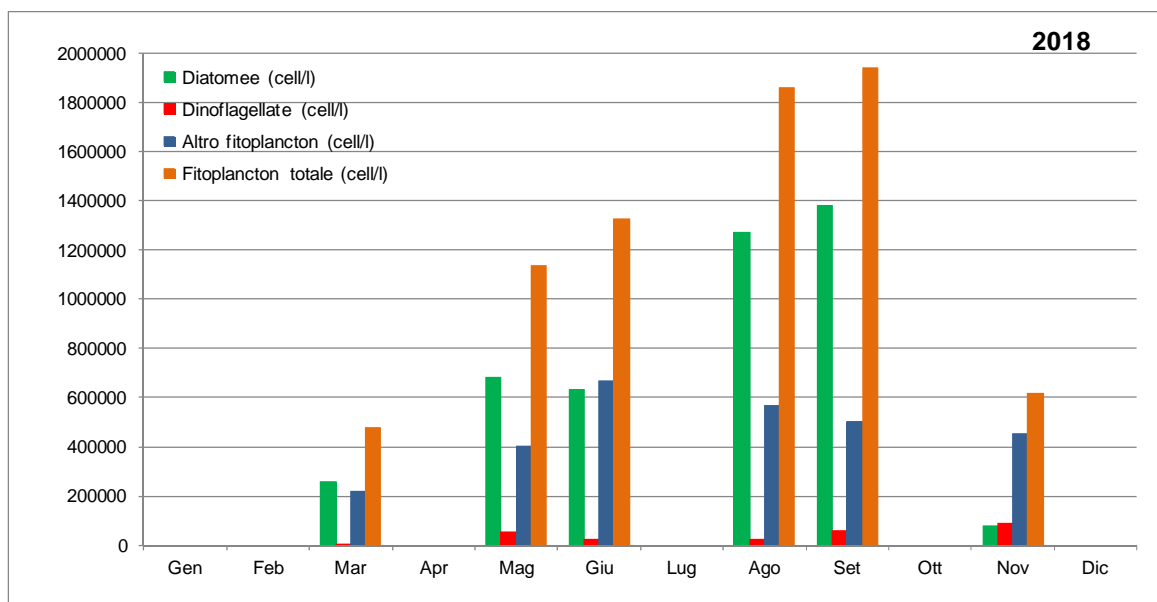


Figura 35: Valori medi per campagna delle abbondanze fitoplanctoniche (cell/l)

In dettaglio, i valori medi di abbondanze maggiori sono osservabili nella campagna di settembre, mese che presenta i valori massimi per il gruppo delle Diatomee, e a seguire nell'ordine ad agosto, giugno e maggio. In settembre le abbondanze più elevate sono registrate nell'area di mare più al largo, in particolare alla stazione 40720 con il valore massimo assoluto 4.322.389 cell/l, e alla stazione 40530 con 3.313.227 cell/l. La composizione fitoplanctonica alla stazione 40720 era caratterizzata dall'elevata presenza di *Pseudo-nitzschia* spp. del *Nitzschia delicatissima complex* (oltre 2.2 milioni di cell/l), seguita da *Dactyliosolen fragilissimus* (737029 cell/l) e di specie plurime di *Chaetoceros* (589623 cell/l); anche la popolazione alla stazione 40530 era costituita prevalentemente da *Pseudo-nitzschia* spp. del *Nitzschia delicatissima complex* (quasi 2 milioni di cell/l), seguita dalla specie *Chaetoceros curvisetus* (487573 cell/l).

La figura 36 mostra le mappe di distribuzione di alcuni parametri nella campagna di settembre 2018, rispettivamente azoto ammoniacale e nitrico ($\mu\text{g/l}$), ossigeno disciolto (%), pH, salinità (PSU), silicio da ortosilicati ($\mu\text{g/l}$) rilevati in superficie. La diversa situazione dei corpi idrici al largo (cioè quelli in cui si sono registrati i valori più elevati di popolazioni fitoplanctoniche) rispetto al resto della costa appare poco evidente in questa campagna, rispetto a quanto si osserva in altre campagne.

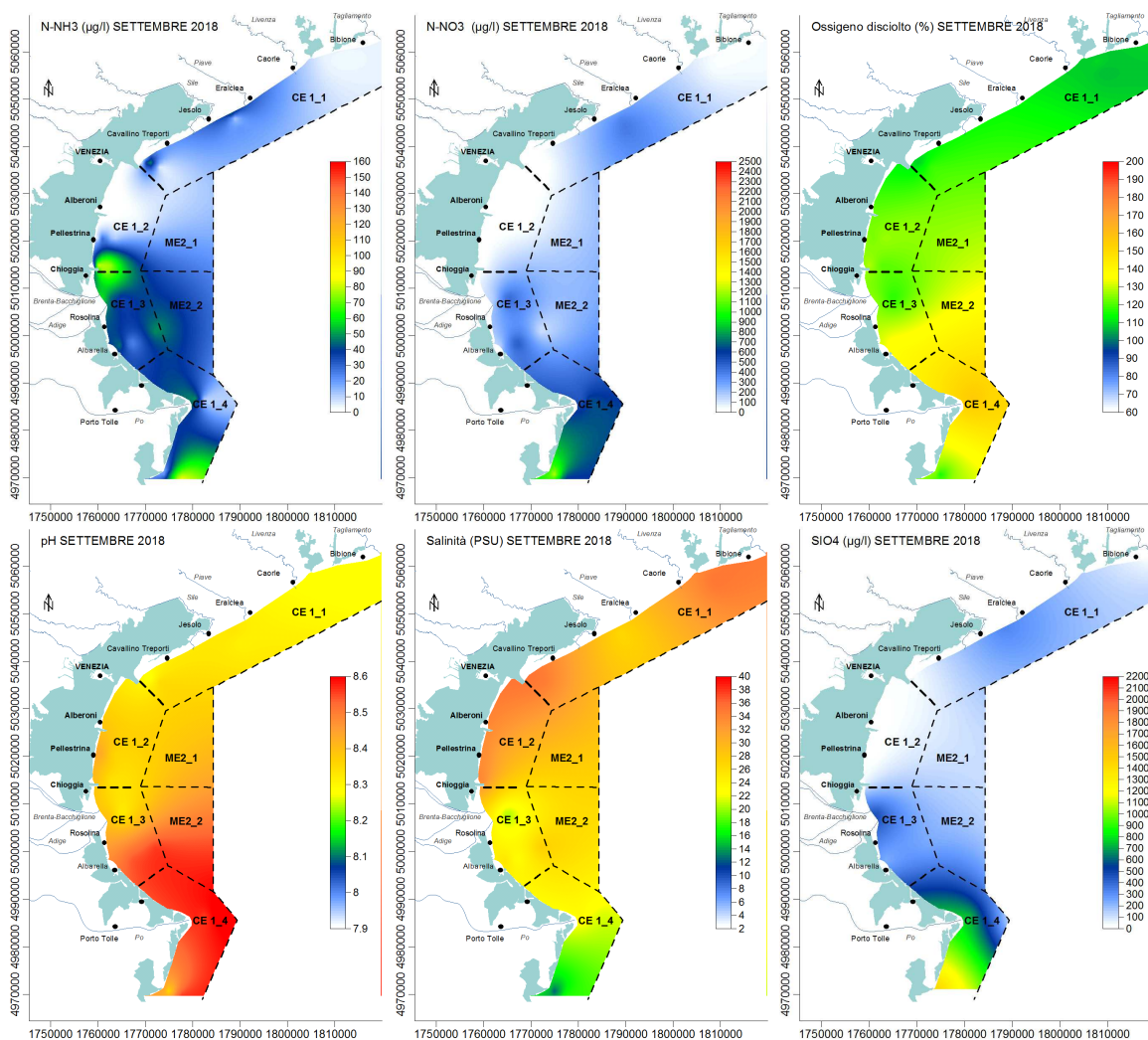


Figura 36: Mappe di distribuzione di azoto ammoniacale e nitrico ($\mu\text{g/l}$), ossigeno disciolto (%), pH, salinità (PSU), silicio da ortosilicati ($\mu\text{g/l}$) rilevati in superficie nella campagna di settembre 2018

In figura 37 sono riportate invece le abbondanze medie dei diversi raggruppamenti per singola stazione di campionamento nell'anno 2018, comprese le stazioni dei due corpi idrici esterni. Come più volte sottolineato, le abbondanze sono relative alle sole campagne effettuate. Si distingue chiaramente come l'area a sud di Chioggia (dalla st. 10640 alla 10820) e quella al largo (st. 40530 e st. 40720) presentino livelli di abbondanze maggiori rispetto all'area centro-settentrionale (st. da 10080 a 10560); la zona meridionale presenta inoltre una preponderanza della componente a Diatomee, mentre in alcune stazioni a nord le componenti Diatomee e Altro fitoplancton quasi si equivalgono, come già riscontrato negli anni precedenti. Ovunque risulta scarsamente rappresentata la componente a Dinoficee.

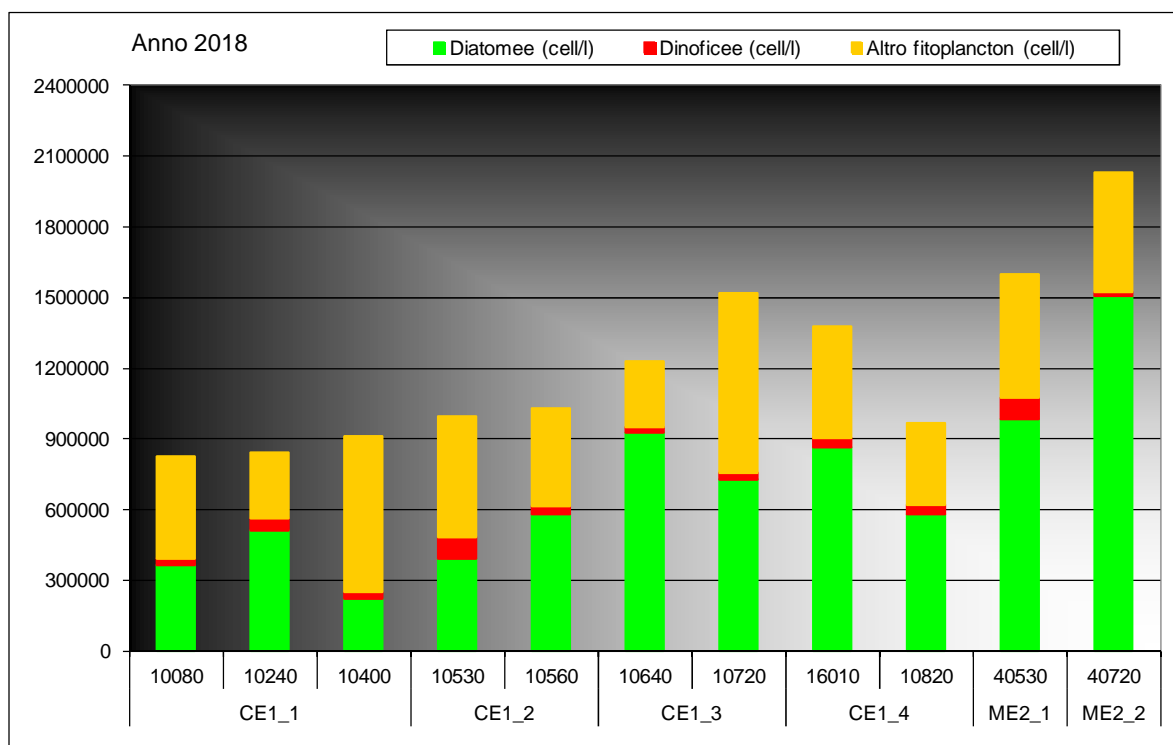


Figura 37: Valori medi annui delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per stazione di campionamento

Nell'anno 2018 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

ALTRO FITOPLANCTON	
Altro Fitoplancton indet.	Leucocryptos marina
Anabaena sp.	Meringosphaera mediterranea
Ankistrodesmus sp.	Meringosphaera sp.
Apedinella spinifera	Micractinium sp.
Chlorophyceae indet.	Nanoflagellati indet.
Chrysochromulina parkeae	Oltmannsiella lineata
Chrysochromulina spp.	Oltmannsiella sp.
Crucigenia tetrapedia	Oscillatoria sp.
Cryptomonas sp.	Pediastrum sp.
Cryptophyceae indet.	Prasinophyceae indet.
Dictyocha fibula	Prymnesiophyceae indet.
Dictyocha speculum	Raphidophyceae indet.
Dinobryon coalescens	Scenedesmus quadricauda
Euglena sp.	Scenedesmus sp.
Euglenophyceae indet.	Tetraselmis sp.
Eutreptiella sp.	

DIATOMEE	
Achnanthes sp.	Cylindrotheca closterium
Actinastrum sp.	Dactyliosolen blavyanus
Amphora sp.	Dactyliosolen fragilissimus
Asterionella formosa	Dactyliosolen phuketensis
Asterionella gracillima	Diatoma sp.
Bacteriastrum delicatulum	Diploneis sp.
Bacteriastrum furcatum	Ditylum brightwellii

DIATOMEAE	
Bacteriastrum jadrinum	Eucampia cornuta
Bacteriastrum sp.	Fragilaria crotonensis
Cerataulina pelagica	Guinardia flaccida
Ceratium candelabrum	Guinardia striata
Ceratium fusus var. seta	Gyrosigma sp.
Ceratium lineatum	Hemiaulus hauckii
Ceratium macroceros	Hermesinum adriaticum
Ceratium pulchellum	Lauderia annulata
Ceratium symmetricum	Leptocylindrus convexus
Ceratium trichoceros	Leptocylindrus danicus
Ceratium tripos	Licmophora gracilis
Chaetoceros affinis	Lioloma pacificum
Chaetoceros anostomasans	Melosira moniliformis
Chaetoceros costatus	Melosira sp.
Chaetoceros curvisetus	Navicula directa
Chaetoceros dadayi	Navicula spp.
Chaetoceros danicus	Nitzschia sp.
Chaetoceros decipiens	Paralia sulcata
Chaetoceros diadema	Pleurosigma sp.
Chaetoceros didymus	Proboscia alata
Chaetoceros diversus	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Chaetoceros lorenzianus	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Chaetoceros peruvianus	Pseudosolenia calcar-avis
Chaetoceros simplex	Rhizosolenia clevei
Chaetoceros socialis	Rhizosolenia imbricata
Chaetoceros spp.	Rhizosolenia sp.
Chaetoceros teres	Skeletonema marinoi
Cocconeis scutellum	Skeletonema spp.
Cocconeis sp.	Synedra sp.
Coscinodiscus concinnus	Tabellaria fenestrata
Coscinodiscus sp.	Tenuicylindrus belgicus
Cyclotella caspia	Thalassionema bacillare
Cyclotella glomerata	Thalassionema frauenfeldii
Cyclotella meneghiniana	Thalassionema nitzschioides
Cyclotella sp.	Thalassiosira rotula
Cyclotella striata	Thalassiosira sp.

DINOFLAGELLATE	
Alexandrium minutum	Oxytoxum sp.
Alexandrium sp.	Oxytoxum viride
Alexandrium tamarense	Peridinium quinquecorne
Dinophyceae indet.	Prorocentrum compressum
Dinophysis caudata	Prorocentrum gracile
Dinophysis sacculus	Prorocentrum micans
Diplopsalis group	Prorocentrum minimum
Diplopsalis sp.	Prorocentrum sp.
Dissodinium pseudolunula	Prorocentrum triestinum
Gonyaulax sp.	Protoceratium reticulatum
Gonyaulax spinifera	Proto-peridinium brevipes
Gymnodiniales indet.	Proto-peridinium diabolium
Gymnodinium spp.	Proto-peridinium sp.
Gyrodinium fusiforme	Proto-peridinium steinii
Karenia sp.	Pselodinium sp.

DINOFLAGELLATE	
Kofoidinium velleloides	Scrippsiella trochoidea
Minuscula bipes	Tecati spp.
Noctiluca scintillans	Torodinium robustum
Oxytoxum cf.caudatum	Tripos furca
Oxytoxum scolopax	

Sono state rinvenute, nelle campagne realizzate nel 2018, 154 taxa di fitoplancton di cui 143 a livello di genere o specie e 11 identificate a livello di classe o di entità non determinate. I taxa si sono così ripartiti:

Gruppo	N° taxa	% del gruppo sul totale di individui
Diatomee	86	58.38%
Dinoflagellate	37	3.52%
Altro fitoplancton	31	38.10%

Rispetto all'anno precedente nel 2018 è aumentato il numero di taxa passando da 148 a 154; l'incidenza percentuale dell'abbondanza di Diatomee sul totale di individui è passata da 68.86% nel 2017 a 58.38%, mentre sono leggermente aumentate le percentuali di Dinoflagellate e Altro fitoplancton.

6.1.16 Ricerca di alghe potenzialmente tossiche

Su tutti i campioni indagati per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton prelevati presso le stazioni a 500m dalla costa, viene anche effettuata la ricerca di alghe potenzialmente tossiche, in adempimento delle normative vigenti in materia di acque per molluschicoltura e di balneazione.

L'attività di sorveglianza algale lungo la costa veneta ha previsto la ricerca delle seguenti specie potenzialmente tossiche: *Alexandrium minutum*, *Alexandrium tamarense*, *Dinophysis* spp., *Gymnodinium catenatum*, *Lingulodinium polyedrum*, *Ostreopsis cf ovata*, *Ostreopsis* sp., *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia* spp..

Delle specie sopra elencate, nei campioni analizzati nel corso dell'anno 2018 sono stati rilevati in modo sporadico *Alexandrium tamarense* (14 campioni su 54, 25.9%), *Dinophysis* spp. (19 campioni, 35.2%), *Lingulodinium polyedrum* (10 campioni su 54, 18.5%), *Protoceratium reticulatum* (5 campioni, 9.3%); *Gymnodinium catenatum*, *Ostreopsis cf ovata* e *Ostreopsis* sp. non sono mai stati individuati, mentre *Alexandrium minutum* e *Pseudo-nitzschia* spp. sono le specie più frequentemente ritrovate nei campioni analizzati, rispettivamente con 30 (55.6%) e 50 campioni (92.6%).

La distribuzione spaziale dei valori medi calcolati sulle campagne eseguite nel 2018 rappresentata in figura 38 mostra come le specie *Alexandrium minutum*, *Dinophysis* spp. e *Lingulodinium polyedrum* siano presenti lungo tutta la costa, cosa che si verifica anche per *Pseudo-nitzschia* spp., con un gradiente positivo da nord a sud; *Protoceratium reticulatum* invece appare nelle aree settentrionale e centrale di costa, con abbondanze ridotte.

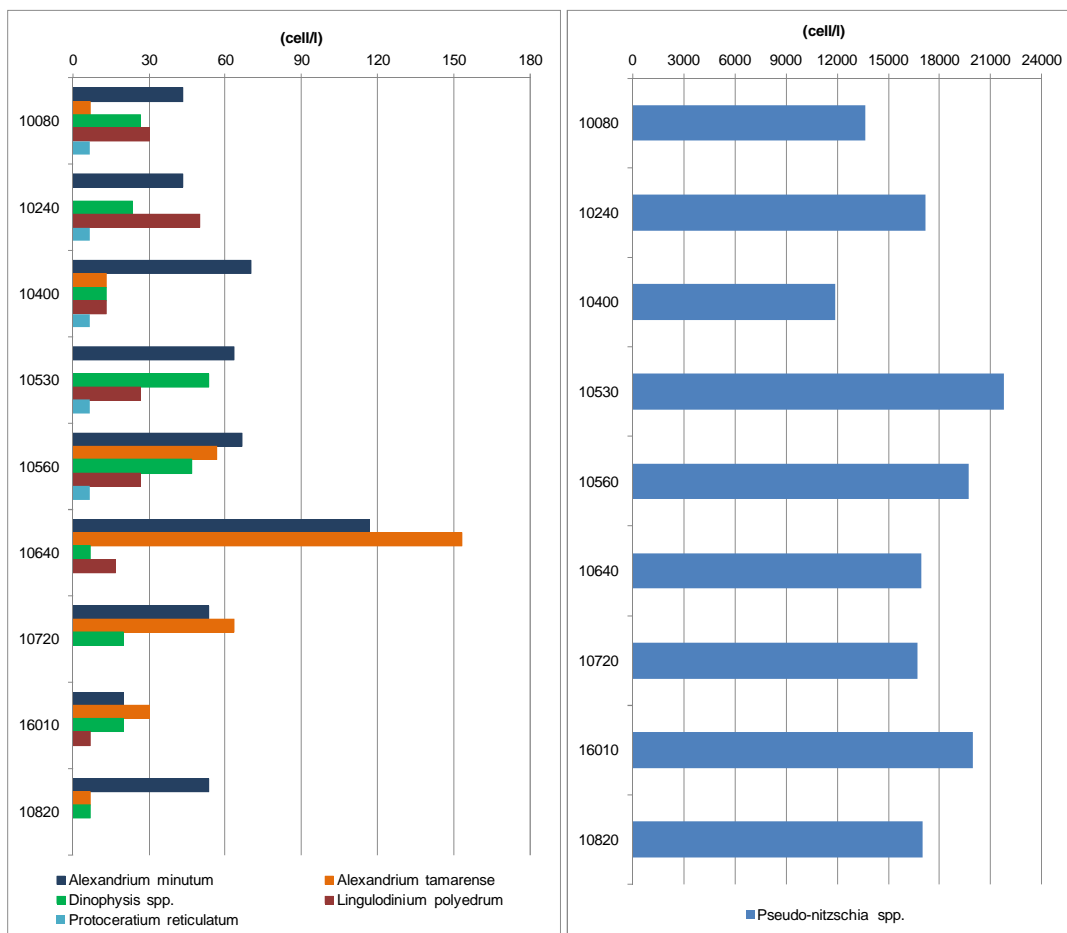


Figura 38: Valori medi annui delle abbondanze di ciascuna specie indagata per stazione di campionamento

Per quanto riguarda *Pseudo-nitzschia* spp. la maggiore abbondanza è stata registrata a metà settembre presso la stazione 10530 (Venezia S.Pietro in V.) con 86940 cell/l e un valore simile, il giorno prima, è stato rilevato alla stazione 16010 (foce Po di Pila) con 80620 cell/l; il valore medio mensile più elevato lo si è riscontrato proprio a settembre (Fig. 39), con abbondanze elevate lungo tutta la costa. E' da evidenziare, in relazione alle abbondanze di questa alga, che nel fitoplancton dell'Adriatico cellule del genere *Pseudo-nitzschia* sono comunemente presenti.

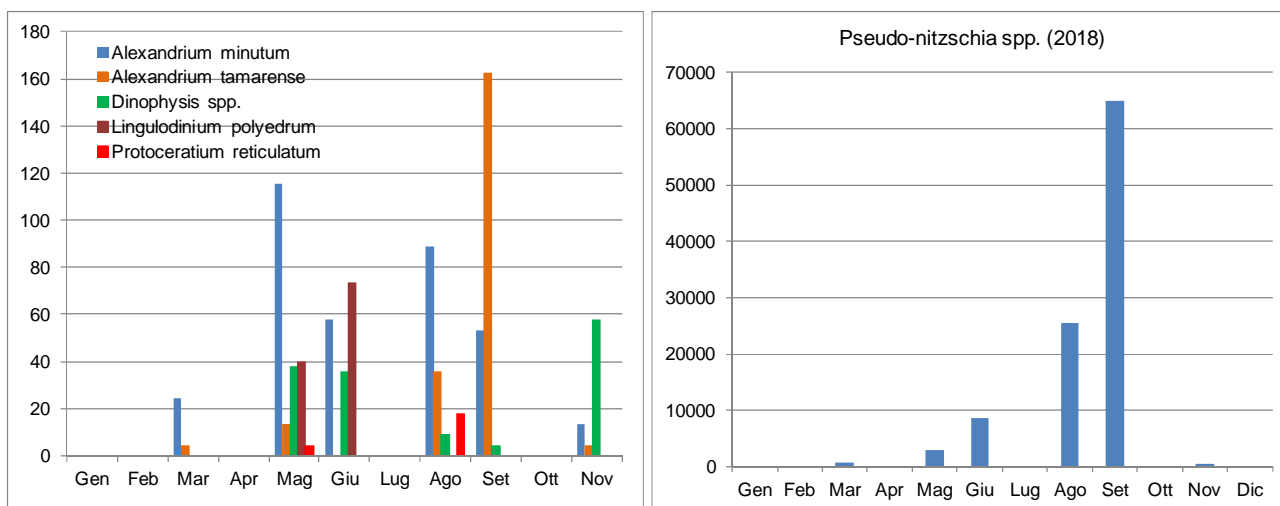


Figura 39: Valori medi delle abbondanze di ciascuna specie indagata per campagna di campionamento

Nel corso del 2018 il valore limite di abbondanza per *Dinophysis* spp. indicato nei D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/l (molluschicoltura), non è mai stato superato; considerando le due specie *Alexandrium minutum* e *Alexandrium tamarense* non si è registrato alcun superamento per quanto riguarda il limite di $10 \cdot 10^6$ cell/l per *Alexandrium* spp. consigliato dal Ministero della Sanità con circolare del 31.7.1998 e inerente la balneazione.

6.1.17 Ricerca di microalghe bentoniche potenzialmente tossiche

Nella fascia costiera in prossimità dei litorali, indipendenti dai corpi idrici, sono individuate quattro stazioni, dislocate nelle aree di maggiore afflusso turistico, in cui viene attuato un programma di sorveglianza algale per il controllo sulla presenza di *Ostreopsis* o altre microalghe bentoniche potenzialmente nocive per la salute dei bagnanti. Tali controlli avvengono nei mesi di luglio, agosto, settembre e ottobre. Le specie principalmente ricercate sono: *Amphidinium* spp., *Coolia monotis*, *Ostreopsis cf ovata*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum rathymum*.

Il campionamento avviene mediante prelievo di macroalghe o, in assenza di queste, per grattaggio di substrati solidi su cui possono essere adese le microalghe; dal 2017 la ricerca viene effettuata anche su campioni di acqua prelevati in vicinanza del substrato.

Nel corso del 2018 non è stata riscontrata la presenza delle specie sopra elencate in alcuna delle matrici analizzate.

6.1.18 Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie e altri inquinanti specifici in acqua (Tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. 172/2015)

Nell'anno 2018 sono proseguite le indagini volte alla ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie per valutare l'eventuale presenza di inquinamento chimico delle acque di superficie; tale valutazione risulta indispensabile affinché vengano adottate le misure necessarie al fine di ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze prioritarie e arrestare o eliminare gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite di sostanze pericolose prioritarie. Dal 2016 si è passati alla applicazione del D.Lgs. 172/2015, che prevede per alcuni parametri di Tab. 1/A l'analisi su matrice biota (pesci e/o molluschi e crostacei).

Per quanto riguarda l'acqua, solo i Cloroalcani non sono analizzati, mentre i Difenileteri bromurati sono analizzati una volta l'anno anche su matrice acqua; per alcuni dei parametri analizzati il LOQ non è conforme a quanto richiesto dalla normativa, ma in tutti i casi sono state comunque utilizzate le migliori tecniche analitiche certificate e standardizzate disponibili, a costi sostenibili (D.Lgs. 172/2015 Art. 1, comma 4). Come per il triennio precedente, a scopo cautelativo si è ritenuto opportuno determinare, per i parametri di tab. 1/A, la media aritmetica delle concentrazioni rilevate nei diversi periodi dell'anno per ogni sito di campionamento, come indica la Direttiva 2008/105/CE, anziché per l'intero corpo idrico.

L'analisi dei dati rilevati nella matrice acqua nel 2018 mostra, in tutti corpi idrici, valori medi annui (calcolati per ogni singola stazione) conformi agli SQA-MA (concentrazione media annua) di Tab. 1/A. Si sono comunque osservate alcune presenze in acqua (cioè valori quantificabili) per i parametri Di(2etilsilftalato), Nichel, Piombo e Atrazina. Per nessun parametro si è verificato il superamento dell'SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile).

Anche nel caso degli inquinanti specifici non si è rilevato alcun superamento rispetto all'SQA di tabella 1/B; è stata riscontrata invece la presenza (superamento del relativo LOQ) per Arsenico (abbastanza ubiquitario e presente in tutti campioni eccetto uno) e, in modo sporadico, Cromo totale, Bentazone, Toluene, Terbutilazina e Desetilbutilazina..

6.1.19 Fitofarmaci

Per fitofarmaci si intende una categoria di composti inorganici, organici naturali e di sintesi che hanno lo scopo di prevenire o curare le malattie causate alle piante da organismi nocivi (funghi, batteri, insetti, acari, etc.) o di contrastare la crescita di specie vegetali infestanti. In Italia sono presenti in commercio migliaia di prodotti diversi e le quantità di sostanze attive impiegate ogni anno sono molto elevate; il rischio legato a tale impiego è connesso alla persistenza e all'accumulo nell'ecosistema con conseguenti fenomeni di inquinamento.

Alcune delle sostanze attive monitorate nell'ambito dei controlli in acque marino costiere sono stabilite dal D.Lgs. 172/2015 (tabelle 1/A e 1/B), unitamente alla voce Pesticidi singoli. Questi, per il Veneto, vengono selezionati in funzione dei dati di vendita e di fattori che ne indicano la pericolosità per l'ecosistema, in altri casi, pur non essendo in commercio da molti anni, sono ancora monitorati per le caratteristiche di persistenza nell'ambiente.

In tabella 8 sono elencati i parametri indagati nel corso del monitoraggio 2018, con indicate le stazioni dove sono avvenuti i rilevamenti. Rispetto all'anno precedente si è osservato un aumento dei rilevamenti in termini di presenza (valori eguali o superiori al LOQ), sia come parametri che come aree di monitoraggio; il calcolo del valore medio per stazione non ha mostrato evidenze di superamenti degli SQA-MA e il risultato favorevole è esteso all'intero corpo idrico laddove sia presente più di una stazione.

FITOFARMACI ANALIZZATI NEL 2018			STAZIONI	
PARAMETRO	Tab.	SQA-MA (µg/l)	>SQA- MA	Presenza (>LOQ)
4-4' DDT	1/A	0.01		
Alachlor	1/A	0.3		
Atrazina	1/A	0.6		16010 (marzo)
Chlorpirifos	1/A	0.03		
Clorfenvinfos	1/A	0.1		
DDT totale	1/A	0.025		
Diuron	1/A	0.2		
Endosulfano (miscela isomeri)	1/A	0.0005		
Esaclorocicloesano (isomeri) (HCH's)	1/A	0.002		
Isoproturon	1/A	0.3		
Simazina	1/A	1		
Aldrin+Dieldrin+Endrin+Isodrin	1/A	0.005		
Trifluralin	1/A	0.03		
Terbutrina	1/A	0.0065		
2,4 - D	1/B	0.2		
Acido 2,4,5-triclorofenossiacetico (2,4,5 T)	1/B	0.2		
Azinfos-Metile	1/B	0.01		
Bentazone	1/B	0.2		10820 (giugno)
Dimetoato	1/B	0.2		
Linuron	1/B	0.2		
Malathion	1/B	0.01		
Mcpa	1/B	0.2		
Mecoprop	1/B	0.2		
Terbutilazina				10080, 10240, 10400, 10720, 40720, 16010, 10820 (giugno)
Desetilterbutilazina	1/B	0.2		10080, 10240, 16010 (marzo); 10080, 10720, 40720, 16010 (giugno); 16010, 10820 (settembre); 10820 (novembre)
Acetochlor		0.1		
Azoxystrobin		0.1		10720, 40720, 16010, 10820 (settembre)
Boscalid		0.1		
Chlorpirifos metile		0.1		
Clomazone		0.1		
Clordazon		0.1		
Desetilatrazina		0.1		
Dicamba		0.1		
Dimetenamide		0.1		
Dimetomorf		0.1		
Etofumesate		0.1		10560 (giugno)
Flufenacet		0.1		
Imidacloprid		0.1		
Lenacil		0.1		
Metalaxil-M + Metalaxil		0.1		
Metamitron		0.1		
Metolachlor		0.1		10240, 16010 (marzo); 10080, 10240, 10400, 10530, 10640, 10720, 40720, 16010, 10820 (giugno); 10720, 10820 (novembre)
Metossifenozone		0.1		
Metribuzina		0.1		
Molinate		0.1		
Nicosulfuron		0.1		
Oxadiazon		0.1		10560, 10720, 16010, 10820 (giugno)
Penconazolo		0.1		
Pendimetalin		0.1		
Procimidone		0.1		
Propanil		0.1		
Propizamide		0.1		
Quizalopof-etile		0.1		
Rimsulfuron		0.1		
Tebuconazolo		0.1		

Tabella 8: Prodotti fitosanitari monitorati nel 2018 nelle acque marine e superamenti di SQA o LOQ

6.2 Matrice biota

6.2.1 Acque destinate alla vita dei molluschi

Nel corso del 2018 è proseguito il programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi come previsto dal D.Lgs 152/2006 - Allegato 2 - Sezione C, all'interno del quale sono illustrati i criteri generali e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative ed il calcolo della conformità di queste acque; tutto questo in adempimento della D.G.R. Veneto n. 2591 del 10/10/2001 di riparto competenze tra ARPAV e Dipartimenti Prevenzione Aziende ULSS. Dall'analisi dei parametri indagati su acqua e biota durante l'anno 2018, le acque costiere venete del Mare Adriatico risultano

complessivamente idonee alla vita dei molluschi avendo rispettato i valori percentuali di conformità previsti dalla legge. Anche nel 2018 non è stata rilevata la presenza di Sassinossina (PSP) nei campioni di molluschi analizzati dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie.

6.2.2 Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie in biota (Tab. 1/A del D.Lgs. 172/2015)

Il D.Lgs. 172/2015 indica, per alcuni parametri, l'analisi su matrice biota prevedendo comunque, per alcuni, SQA anche nell'acqua. Per quanto riguarda il biota sono previsti i pesci (per difenileteri bromurati, DDT [laddove non venga eseguita l'analisi prioritariamente su acqua], esaclorobenzene, esaclorobutadiene, Mercurio e composti), crostacei o molluschi (per gli IPA) o uno dei tre gruppi per le diossine e composti dioxin-like.

Per ottemperare alla normativa sono stati utilizzati i campionamenti su mitili effettuati per monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi laddove esistente, mentre in ciascuno dei corpi idrici non coperti da tale rete di monitoraggio è stata individuata una stazione per il recupero di campioni di mitili. Oltre ai mitili, è stato possibile reperire campioni di fauna ittica presso operatori della pesca, un campione per ciascun c.i., al fine di analizzare i parametri previsti su specie ittiche; allo scopo è stata selezionata una specie abbastanza residenziale e di scarso interesse economico, il *Gobius niger*. Nel caso non fosse disponibile tale specie, si è provveduto al recupero di *Liza ramada* (specie utilizzata anche per le lagune venete).

L'applicazione del D.Lgs. 172/2015 alla matrice biota comporta, nel caso di utilizzo di molluschi o di pesci, un adeguamento degli SQA di tabella 1/A in base alla tipologia di organismo e al suo livello trofico così come riportato nelle "Linee Guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D.Lgs. 172/2015)" pubblicate da ISPRA (MLG 143/2016). Gli SQA con cui confrontare i valori di concentrazione dei parametri, considerando il livello trofico dei molluschi (*Mitylus galloprovincialis* LT=2) o le due specie di pesce citate (*Liza ramada* LT=2, *Gobius niger* LT=3) sono più bassi rispetto a quelli indicati in tabella 1/A, come si può osservare dalla tabella 9 riportata di seguito, e in alcuni casi la metodologia adottata non permette di raggiungere gli SQA indicati. I valori espressi in tabella 9 si riferiscono al peso umido e sono stati ricalcolati su pesce intero (mentre la tabella originaria del MLG 143/2016 riconduce in taluni casi al peso secco, in altri alla frazione lipidica).

Di conseguenza, dall'analisi dei dati 2018 emerge, come si può osservare in tabella 10, che vi sono superamenti dell'SQA del mercurio e della somma dei PBDE in tutti i campioni di pesce analizzati, quindi per tutti i corpi idrici. Esaclorobenzene ed esaclorobutadiene presentano in tutti i campioni valori inferiori al LOQ (5µg/kg p.u.), ma per l'esaclorobenzene il confronto con l'SQA non è possibile in quanto il LOQ non è conforme; il DDT (somma dei quattro isomeri o,p e p,pDDT, p,pDDE e p,pDDD) è inferiore al LOQ (5µg/kg p.u.) nei campioni composti da *Gobius niger*, mentre è presente (ma inferiore all'SQA) nei due campioni di *Liza ramada*. Per quanto riguarda gli IPA benzo(a)pirene e fluorantene, analizzati su campioni di molluschi (*Mitylus galloprovincialis*), le concentrazioni sono sempre inferiori al LOQ (rispettivamente 1µg/kg p.u. e 2µg/kg p.u.) e quindi all'SQA (rispettivamente 5 e 30 µg/kg p.u.).

Sostanza	D.Lgs. 172/2015		Linee Guida n.143/16		SQA ricalcolati per molluschi e pesce (intero) in µg/kg p.u.				LOQ attuali (µg/kg p.u.)
	SQA biota (µg/kg p.u.)	Organismo	SQA mollusco	UdiM	molluschi LT2	pesce LT4	pesce LT3	pesce LT2	
Difenileteri bromurati	0.0085	pesci	0.05	µg/kg lipide	0.0005	0.01	0.005	0.0025	0.004
DDT totale	50	pesci <5% grassi	n.a.		n.a.	50	50	50	5
DDT totale	100	pesci >5% grassi	n.a.		n.a.	100	100	100	5
Fluorantene	30	crostacei, molluschi	3000	µg/kg lipide	30	n.a.	n.a.	n.a.	2
Esaclorobenzene	10	pesci	27	µg/kg lipide	0.27	10	3.7	1.35	5
Esaclorobutadiene	55	pesci	1100	µg/kg lipide	11	55	55	55	5
Mercurio e composti	20	pesci	16	µg/kg peso secco	1.328	20.02	9.1	4.16	20
Benzo(a)pirene	5	crostacei, molluschi	500	µg/kg lipide	5	n.a.	n.a.	n.a.	1
Da dicembre 2018									
Dicofol	33	pesci	660	µg/kg lipide	6.6	33	33	33	
Acido perfluorottansolfonico e suoi Sali(PFOS)	9.1	pesci	25	µg/kg peso secco	2.075	9.1	4.42	2.08	0.1
Diossine e composti diossina-simili	0.0065 µg/kg TEQ	pesci, crostacei, molluschi	0.0065 TEQ	µg/kg peso umido	0.0065 TEQ	0.0065 TEQ	0.0065 TEQ	0.0065 TEQ	
Esabromociclododecano (HBCDD)	167	pesci	454	µg/kg lipide	4.54	167	61.55	22.7	
Eptacloro ed eptacloro epossido	0.0067	pesci	0.13	µg/kg lipide	0.0013	0.0065	0.0065	0.0065	

Tabella 9: SQA biota del D.Lgs 172/2015 corretti per il livello trofico e riportati all'organismo intero. (Legenda: TL=livello trofico; n.a.=non applicabile; in rosso i LOQ non conformi)

	Specie	TL	Difenileteri bromurati	DD's totali	Esacloro benzene	Esaclorob utadiene	Mercurio (Hg)
CE1_1	Liza ramada	2	>SQA-MA	>LOQ	<LOQ	<LOQ	>SQA-MA
CE1_2	Gobius niger	3	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	>SQA-MA
CE1_3	Gobius niger	3	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	>SQA-MA
CE1_4	Liza ramada	2	>SQA-MA	>LOQ	<LOQ	<LOQ	>SQA-MA
ME2_1	Gobius niger	3	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	>SQA-MA
ME2_2	Gobius niger	3	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	>SQA-MA
	Specie	TL	Fluorantene	Benzo(a)p irene			
CE1_1	Mitylus galloprovincialis	2	<LOQ	<LOQ			
		2	<LOQ	<LOQ			
CE1_2	Mitylus galloprovincialis	2	<LOQ	<LOQ			
CE1_3	Mitylus galloprovincialis	2	<LOQ	<LOQ			
		2	<LOQ	<LOQ			
CE1_4	Mitylus galloprovincialis	2	<LOQ	<LOQ			
ME2_1	Mitylus galloprovincialis	2	<LOQ	<LOQ			
ME2_2	Mitylus galloprovincialis	2	<LOQ	<LOQ			

Tabella 10: Superamenti degli SQA (in rosso) e presenze (in verde) rilevati nel 2018 nei campioni di pesce (in alto) e nei campioni di molluschi (in basso)

6.3 Matrice sedimento (Tabb. 2/A, 3/A e 3/B del D.Lgs. 172/2015)

Il campionamento su matrice sedimento nell'anno 2018 non era pianificato in quanto effettuato nel 2017, in adempimento a quanto previsto dal D.Lgs. 172/2015 con cadenza triennale per l'analisi della tendenza a lungo termine delle concentrazioni delle sostanze dell'elenco di priorità, elencate al punto "m" dell'art. 1 (Modifiche al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152). Per la valutazione dei risultati si rimanda al Rapporto annuale sui dati 2017 disponibile sul sito ARPAV (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/documenti/acque-marino-costiere>).

7 STATO CHIMICO E STATO ECOLOGICO: VALUTAZIONE PARZIALE 2018

7.1 Aggiornamento stato chimico

A scopo cautelativo si è ritenuto opportuno determinare, per i parametri di Tab. 1/A del D.Lgs. 172/2015, la media aritmetica delle concentrazioni rilevate nei diversi periodi dell'anno per ogni sito di campionamento, come indica la Direttiva 2008/105/CE, anziché mediare per corpo idrico in caso di presenza di più siti di monitoraggio. Con la pubblicazione delle Linee guida (ISPRA – IRSA CNR – ISS, 2016) si è provveduto, laddove possibile, al reperimento di biota che fosse rappresentativo dei corpi idrici monitorati; pur in assenza di indicazioni su alcuni aspetti dell'attività, è stato programmato il prelievo di molluschi, su banchi naturali dei sei corpi idrici monitorati, e il recupero di campioni di pesce (uno per corpo idrico) presso gli operatori della pesca. Le specie sono rappresentate dal *Mitylus galloprovincialis* per i molluschi e da *Gobius niger* per i pesci; laddove non si è riusciti a reperire campioni di *Gobius n.* si è provveduto alla acquisizione di esemplari di *Liza ramada*.

In tabella 11 si riporta la situazione relativa all'anno 2018 per le diverse matrici. Come descritto al paragrafo 5.2.18-Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie e altri inquinanti specifici in acqua (Tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. 172/2015), nelle acque non sono stati osservati valori eccedenti l'SQA-CMA e nemmeno l'SQA-MA (calcolato per singola stazione). Nel biota/molluschi (*Mitylus galloprovincialis*) le analisi previste non hanno evidenziato presenza di IPA, mentre nei pesci sono state riscontrate elevate concentrazioni di PBDE e di mercurio in tutti i campioni analizzati; in entrambi casi il superamento del rispettivo SQA fa attribuire lo stato Non buono.

CORPO IDRICO	DISTRETTO	ACQUA			BIOTA (pesce)		BIOTA (<i>Mitylus g.</i>)		STATO complessivo 2018
		>SQA-MA (per ciascun sito)	> SQA-CMA	STATO parziale	>SQA-MA (per ciascun sito)	STATO parziale	>SQA-MA (per ciascun sito)	STATO parziale	
CE1_1	AO			Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
CE1_2	AO			Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
CE1_3	AO			Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
CE1_4	Pa			Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
ME2_1	AO			Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
ME2_2	AO			Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO

Tabella 11: Situazione di stato chimico parziale nell'anno 2018

7.2 Aggiornamento stato ecologico

7.2.1 Elementi di Qualità Biologica

Nel 2018 è stato monitorato solo l'EQB Fitoplancton che, come indica il D.M. 260/2010, nel monitoraggio operativo deve essere previsto tutti gli anni, mentre l'EQB Macroinvertebrati bentonici, con cadenza ogni tre anni, è stato campionato nel 2017.

Per quanto attiene il Fitoplancton, il parametro utilizzato, in quanto indicatore della biomassa fitoplanctonica, è la concentrazione di "Clorofilla a" (misurata in superficie); per il calcolo del valore, secondo le indicazioni del D.M. 260/2010, sono previste due metriche, a seconda del macrotipo marino-costiero:

- per il macrotipo "alta stabilità" si calcola la media geometrica; tale metrica viene applicata ai c.i. costieri CE1_1, CE1_2, CE1_3 e CE1_4

- per i macrotipi caratterizzati da “media stabilità” e “bassa stabilità” si calcola il 90° percentile della distribuzione normalizzata dei dati di clorofilla; tale metrica viene applicata ai due c.i. marini ME2_1 e ME2_2.

In entrambi i casi la classe può essere espressa sia come concentrazione di clorofilla che in termini di rapporto di qualità ecologica (RQE); nella seguente tabella 12 la classe è calcolata in ambedue le modalità.

Anno 2018 - Classi (D.M. 260/2010)						
MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	METRICA	[CLOROFILLA]	RQE	CLASSE
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	Media geometrica	1.37	1.32	Elevato
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	Media geometrica	1.10	1.64	Elevato
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	Media geometrica	2.09	0.86	Elevato
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	Media geometrica	2.75	0.66	Buono
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	90° percentile	1.86	1.02	Elevato
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	90° percentile	3.95	0.48	Sufficiente

Tabella 12: Esiti dell'EQB Fitoplancton (clorofilla a) per corpo idrico nel 2018

Tra i corpi idrici costieri quelli da nord a sud rispetto alla laguna di Venezia (CE1_1, CE1_2, CE1_3 e ME2_1) risultano in stato elevato, il c.i. di fronte al Po (CE1_3) risulta in stato buono e invece quello meridionale al largo (ME2_2) in stato sufficiente.

A febbraio 2018 è stata pubblicata la Decisione (UE) 2018/229 della Commissione “che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione e che abroga la decisione 2013/480/UE della Commissione”, che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con apposita nota, rende da subito applicabile anche senza atto di recepimento. In seguito sono stati resi disponibili gli aggiornamenti delle metodiche per la classificazione ecologica dei corpi idrici di cui alla Decisione sopra citata.

Per quanto riguarda gli EQB applicati ai c.i. del Veneto, solo per il Fitoplancton sono individuate modifiche nei *boundaries* (Decisione 2018/229) e nei valori di riferimento (ISPRA “Criteri tecnici per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere. Elemento di Qualità Biologica: Fitoplancton. Aprile 2018”) per le acque di macrotipo II, ora macrotipo II A Adriatico. Di seguito in tabella 13 si riportano gli esiti della applicazione dei nuovi criteri.

Anno 2018 - Classi (Decisione 2018/229)						
MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	METRICA	[CLOROFILLA]	RQE normalizzato	CLASSE
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	Media geometrica	1.37	0.87	Elevato
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	Media geometrica	1.10	0.92	Elevato
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	Media geometrica	2.09	0.76	Buono
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	Media geometrica	2.75	0.69	Buono
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	Media geometrica	1.00	0.71	Buono
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	Media geometrica	2.11	0.52	Sufficiente

Tabella 13: Esiti dell'EQB Fitoplancton (clorofilla a) per corpo idrico nel 2018 con i nuovi criteri di classificazione (ISPRA, 2018)

Come si può osservare dal confronto tra le due tabelle (12 e 13), con l'applicazione della decisione 2018/229 due c.i. passano da elevato a buono (CE1_3 e ME2_1).

7.2.2 Elementi chimico-fisici a supporto

Gli elementi chimico-fisici a supporto (ossigeno disciolto, azoto inorganico disciolto, fosforo totale) nella definizione dello stato ecologico vengono utilizzati per il calcolo dell'indice trofico TRIX, unitamente al parametro clorofilla *a*; in relazione a quest'ultima per il calcolo del TRIX si è utilizzata la misura effettuata con il metodo analitico associata ai campioni per la determinazione quali-quantitativa di fitoplancton.

Di seguito (Tab. 14) si riportano i valori medi annui di indice TRIX calcolati per ciascun corpo idrico e la situazione rispetto ai valori soglia per ciascun macrotipo di acque. I limiti individuati dal D.M. 260/2010 distinguono tra le classi Buono e Sufficiente; lo stato Buono caratterizza i corpi idrici situati nella parte centro-settentrionale di mare (CE1_1, CE1_2 e ME2_1), mentre il valore soglia viene superato dai corpi idrici costieri CE1_3 e CE1_4 e al largo ME2_2, localizzati nella parte meridionale di mare (stato sufficiente), interessata dai maggiori apporti di sostanze nutritive.

MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	LIMITE DI CLASSE	TRIX 2018	STATO 2018
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	5.0	4.56	Buono
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	5.0	4.11	Buono
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	5.0	5.44	Sufficiente
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	5.0	5.95	Sufficiente
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	4.5	4.10	Buono
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	4.5	5.33	Sufficiente

Tabella 14: Stato degli elementi chimico fisici a supporto per ciascun corpo idrico nel 2018

7.2.3 Esito del processo di classificazione ecologica – fase I

In tabella 15 si riporta il giudizio emergente dalla prima fase, in cui si incrociano gli esiti derivanti dagli EQB con quelli degli elementi chimico fisici a sostegno. Si osserva che, pur in presenza di EQB in stato elevato per il c.i. CE1_3 o buono per CE1_4, il superamento della soglia per gli elementi chimico fisici a sostegno penalizza lo stato portandolo a Sufficiente; per il c.i. ME2_2 la situazione, ovviamente, non si modifica. Tutti gli altri c.i. costieri (CE1_1, CE1_2) e quello al largo della laguna di Venezia (ME2_1) risultano in stato Elevato.

MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	EQB FITOPLANC TON	TRIX	GIUDIZIO FASE I
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	Elevato	Buono	Elevato
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	Elevato	Buono	Elevato
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	Elevato	Sufficiente	Sufficiente
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	Buono	Sufficiente	Sufficiente
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	Elevato	Buono	Elevato
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente

Tabella 15: Esito della prima fase di classificazione ecologica

7.2.4 Elementi chimici a sostegno

Nel corso del 2018 non si è rilevato alcun superamento rispetto agli SQA di tabella 1/B (inquinanti specifici). Si conferma la presenza (superamento del relativo LOQ) per l'arsenico, ubiquitario, e per alcuni fitofarmaci, senza che siano oltrepassati i relativi valori soglia (SQA).

Nella tabella 16/A si riportano presenze, superamenti e stato nel 2018 per ciascuna stazione dei corpi idrici dei due Distretti; si associa (Tab. 16/B) l'elenco dei pesticidi singoli rilevati in alcune stazioni, ma che non hanno presentato superamenti dell'SQA (0.1µg/l). Anche il calcolo dei pesticidi totali non ha mostrato alcun superamento del relativo SQA (1µg/l).

CORPO IDRICO	STAZIONE	>LOQ (presenza)	>SQA-MA	STATO 2018 per stazione	STATO 2018 per c.i.
CE1_1	10080	Arsenico, Terbutilazina, Desetilterbutilazina, Toluene		BUONO	BUONO
CE1_1	10240	Arsenico, Cromo, Terbutilazina, Desetilterbutilazina, Toluene		BUONO	
CE1_1	10400	Arsenico, Terbutilazina, Toluene		BUONO	
CE1_2	10530	Arsenico		BUONO	BUONO
CE1_2	10560	Arsenico, Desetilterbutilazina		BUONO	
CE1_3	10640	Arsenico, Cromo		BUONO	BUONO
CE1_3	10720	Arsenico, Cromo, Terbutilazina, Desetilterbutilazina,		BUONO	
CE1_4	16010	Arsenico, Terbutilazina, Desetilterbutilazina,		BUONO	BUONO
CE1_4	10820	Arsenico, Bentazone, Terbutilazina, Desetilterbutilazina, Toluene		BUONO	
ME2_1	40530	Arsenico, Toluene		BUONO	BUONO
ME2_2	40720	Arsenico, Terbutilazina, Desetilterbutilazina,		BUONO	BUONO

A

CORPO IDRICO	STAZIONE	>LOQ (presenza)
CE1_1	10080	Metolachlor
CE1_1	10240	Metolachlor
CE1_1	10400	Metolachlor
CE1_2	10530	Metolachlor
CE1_2	10560	Etofumesate
CE1_3	10640	Metolachlor
CE1_3	10720	Azoxystrobin, Metolachlor
CE1_4	16010	Azoxystrobin, Metolachlor
CE1_4	10820	Azoxystrobin, Metolachlor
ME2_1	40530	
ME2_2	40720	Azoxystrobin, Metolachlor

B

Tabella 16: Situazione delle diverse stazioni dei corpi idrici relativamente agli altri inquinanti specifici (A) e ad altri pesticidi singoli (B) nel 2018

7.2.5 Esito del processo di classificazione ecologica – fase II

In tabella 17 l'esito della Fase I viene integrato dalle risultanze delle indagini chimiche per la definizione dello stato ecologico. I corpi idrici costieri CE1_3 (a sud della laguna di Venezia) e CE1_4 (antistante il delta del Po) e quello al largo ME2_2 risultano in stato Sufficiente; tutti gli altri sono in stato buono. Nell'anno 2018 il fattore che ha condizionato lo stato dei due c.i. CE1_3 e CE1_4 è rappresentato dal TRIX (elementi chimico-fisici a supporto), nel caso del c.i. ME2_2 anche l'EQB (fitoplancton) ha contribuito.

MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	GIUDIZIO FASE I	ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO	STATO ECOLOGICO 2018
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	Elevato	Buono	Buono
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	Elevato	Buono	Buono
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	Sufficiente	Buono	Sufficiente
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	Sufficiente	Buono	Sufficiente
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	Elevato	Buono	Buono
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	Sufficiente	Buono	Sufficiente

Tabella 17: Esito della seconda fase di classificazione ecologica e stato ecologico parziale nel 2018

8 DISCUSSIONE

La fascia costiera veneta, come noto, è ricca di sbocchi fluviali il cui apporto svolge un ruolo predominante nel determinare le fluttuazioni dei principali parametri chimico-fisici. Ciò viene evidenziato generalmente dall'esistenza di gradienti positivi con l'allontanamento dalla costa per le variabili trasparenza e salinità (Figg. 5, 6 e 11) e negativi per i composti di azoto e fosforo (Figg. 20, 22 e 26); tali gradienti, generalmente più evidenti nei transetti prossimi a foci fluviali, nell'anno 2018 risultano meno evidenti probabilmente per i maggiori apporti di sostanze nutritive, e in taluni casi infatti le stazioni al largo risultano avere concentrazioni confrontabili con quelle sottocosta, se non addirittura maggiori. Dall'esame delle figure relative ai nutrienti e di quella relativa a clorofilla *a* e fitoplancton (Fig. 40), si nota che le concentrazioni sono più elevate soprattutto nel tratto di costa meridionale posta sotto l'influenza degli apporti dei maggiori fiumi (dal transetto 64 in giù); per contro i valori medi di salinità e trasparenza risultano minori in quest'area a conferma del rilevante contributo dovuto all'ingresso di acque continentali nel bacino.

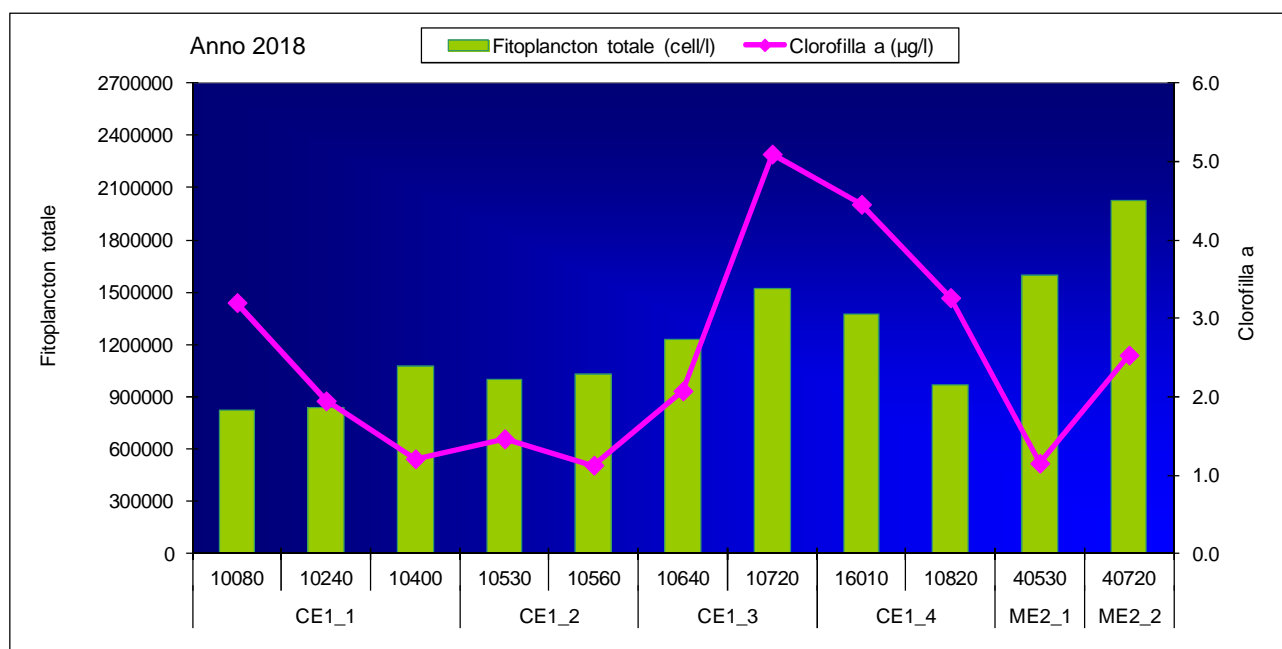


Figura 40: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/l) e della concentrazione media di Clorofilla *a* (µg/l, determinata analiticamente) nell'anno 2018

In figura 40 (nel grafico è utilizzata la clorofilla *a* determinata analiticamente, eliminando il valore massimo outlier), va segnalato il valore medio annuo di clorofilla alla stazione 10720 (a 500m da Albarella) mentre il valore medio maggiore di fitoplancton si osserva, nello

stesso transetto, alla stazione 40720 situata a circa 7km da costa, ed è legato principalmente alle abbondanze di agosto (2.6 milioni di cell/l) e settembre (oltre 4.3 milioni di cell/l).

Dall'analisi dei risultati relativi alla matrice acqua, riportata nel paragrafo 5.2, emerge dunque un denominatore comune: i valori massimi e la maggiore dispersione di molti parametri chimici e fisici sono stati rilevati presso le stazioni dei transetti più fortemente condizionati dagli apporti fluviali (024 e 040 a nord, 064, 072, 601 e 082 a sud).

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 18 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle tabelle 19 e 20 sono riportati i coefficienti per i soli parametri chimici e fisici rispettivamente per le stazioni a 926 (0.5 miglia nautiche) e 3704 m (2.0 miglia nautiche). Non sono state considerate le due stazioni esterne, sia per la differente distanza da costa che per la ridotta numerosità campionaria e nella tabella 18, relativa alle stazioni a 500m, è stato tolto il valore di clorofilla analitica outlier.

Trasparenza e salinità sono risultate correlate positivamente tra loro in tutte stazioni, con significatività un po' più bassa sottocosta. A tutte le distanze la salinità risulta fortemente correlata in senso negativo con i diversi sali nutritivi, mentre la trasparenza presenta lo stesso comportamento per i sali di azoto e fosforo e per azoto e fosforo totali. Nelle stazioni a 500m la salinità è risultata inversamente correlata anche al silicio da ortosilicati (data la provenienza esogena), presentando correlazioni negative significative anche con la clorofilla (da CTD e determinata analiticamente); nel 2018 è mancata la correlazione con il fitoplancton totale e le sue componenti principali (diatomee, dinoflaccie e altro fitoplancton).

La presenza di forti correlazioni positive, alle diverse distanze da costa, tra i diversi nutrienti sottolinea la loro origine comune; a conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX (sia quello con clorofilla analitica che quello con clorofilla da fluorimetro) risulta correlato positivamente con quasi tutte le variabili coinvolte con i meccanismi di produzione e di conseguenza appare inversamente correlato a salinità e trasparenza, a tutte le distanze da costa.

	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl. a da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH ₄ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	Azoto tot. (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fosforo tot. (µg/l)	Si-SiO ₄ (µg/l)	Diatomee (cell/l)	Dinoflagellate (cell/l)	Altro fitoplancton (cell/l)	Fitoplancton totale (cell/l)	Chl. a analitica (mg/m ³)	TRIX (Chl da ctd)	TRIX (Chl analisi)
Temp. (°C)	-0.24	0.66	0.43	0.37	-0.01	-0.44	-0.23	-0.21	-0.08	-0.28	0.14	-0.16	0.56	0.15	0.43	0.69	0.51	0.43	0.55
Salin. (PSU)		-0.19	0.03	-0.35	0.59	-0.15	-0.48	-0.66	-0.69	-0.60	-0.82	-0.83	-0.17	-0.10	-0.15	-0.23	-0.30	-0.69	-0.68
OD (%)			0.72	0.68	-0.18	-0.25	-0.14	-0.12	0.02	-0.23	0.17	-0.11	0.69	0.04	0.26	0.68	0.43	0.58	0.57
pH				0.41	0.13	-0.32	-0.24	-0.24	-0.06	-0.47	-0.08	-0.34	0.64	0.17	0.07	0.53	0.32	0.30	0.33
Chl. a da CTD (µg/l)					-0.42	-0.13	0.24	0.19	0.24	0.00	0.41	0.21	0.56	-0.03	0.18	0.53	0.48	0.67	0.63
Trasp. (m)						-0.10	-0.40	-0.44	-0.35	-0.46	-0.61	-0.61	-0.14	0.12	-0.01	-0.10	-0.27	-0.52	-0.47
N-NH ₄ (µg/l)							0.47	0.58	0.57	0.53	0.27	0.47	-0.16	-0.14	-0.13	-0.20	-0.26	0.15	0.05
N-NO ₂ (µg/l)							0.73	0.74	0.44	0.62	0.71	0.03	-0.05	0.21	0.15	0.24	0.42	0.39	
N-NO ₃ (µg/l)								0.90	0.68	0.68	0.91	-0.03	0.08	0.12	0.05	0.10	0.54	0.48	
Azoto tot. (µg/l)									0.61	0.74	0.82	0.12	0.07	0.13	0.17	0.18	0.60	0.56	
P-PO ₄ (µg/l)										0.61	0.81	-0.17	-0.21	-0.16	-0.24	-0.12	0.20	0.13	
Fosforo tot. (µg/l)											0.79	0.18	-0.04	0.09	0.19	0.35	0.71	0.69	
Si-SiO ₄ (µg/l)													-0.01	-0.01	0.06	0.03	0.12	0.56	0.49
Diatomee (cell/l)														-0.06	0.07	0.79	0.49	0.50	0.52
Dinoflagellate (cell/l)															0.15	0.12	0.06	0.09	0.15
Altro fitoplancton (cell/l)																0.66	0.28	0.29	0.35
Fitoplancton totale (cell/l)																	0.55	0.56	0.61
Chl. a analitica (mg/m ³)																		0.47	0.61
TRIX (Chl da ctd)																			0.97

Tabella 18: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa nel 2018. Correlazioni marcate significative al livello $p < .050$. N=53 (Eliminazione casewise dati mancanti⁴)

⁴ Nella applicazione "eliminazione casewise dei dati mancanti" vengono inclusi nell'analisi i soli casi che non contengono dato mancante in alcuna delle variabili (colonne) selezionate per l'analisi. Nel caso delle correlazioni, come impostazione predefinita, le correlazioni sono calcolate escludendo i casi che contengono dati mancanti in una qualunque delle variabili selezionate (tutte le correlazioni si basano sullo stesso insieme di dati).

	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl. a da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH ₄ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	Azoto tot. (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fosforo tot. (µg/l)	TRIX (Chl da ctd)
Temp. (°C)	-0.16	0.60	0.40	0.46	0.07	-0.31	-0.31	-0.32	-0.27	-0.37	0.02	0.32
Salin. (PSU)		-0.10	0.06	-0.43	0.72	-0.14	-0.47	-0.51	-0.62	-0.48	-0.89	-0.78
OD (%)			0.80	0.77	-0.23	-0.11	-0.24	-0.23	-0.14	-0.32	0.05	0.51
pH				0.54	-0.11	-0.17	-0.23	-0.25	-0.18	-0.44	-0.11	0.29
Chl. a da CTD (µg/l)					-0.49	-0.03	0.13	0.02	0.17	-0.10	0.43	0.72
Trasp. (m)						-0.22	-0.34	-0.39	-0.53	-0.38	-0.75	-0.71
N-NH ₄ (µg/l)							0.40	0.57	0.52	0.64	0.29	0.26
N-NO ₂ (µg/l)								0.74	0.78	0.61	0.56	0.42
N-NO ₃ (µg/l)									0.93	0.86	0.64	0.44
Azoto tot. (µg/l)										0.81	0.75	0.59
P-PO ₄ (µg/l)											0.63	0.32
Fosforo tot. (µg/l)												0.78

Tabella 19: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni a 0,5 mn (926 m) dalla costa nel 2018. Correlazioni marcate significative al livello $p < .050$. N=63 (Eliminazione casewise dati mancanti)

	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl. a da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH ₄ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	Azoto tot. (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fosforo tot. (µg/l)	TRIX (Chl da ctd)
Temp. (°C)	-0.12	0.60	0.36	0.44	0.05	-0.27	-0.42	-0.23	-0.17	-0.14	0.12	0.36
Salin. (PSU)		-0.13	-0.15	-0.33	0.64	-0.41	-0.62	-0.76	-0.73	-0.59	-0.85	-0.67
OD (%)			0.69	0.86	-0.33	-0.17	-0.24	-0.20	0.00	-0.20	0.20	0.56
pH				0.44	-0.26	-0.06	-0.11	-0.06	0.19	-0.18	0.24	0.45
Chl. a da CTD (µg/l)					-0.52	-0.03	-0.03	0.01	0.14	-0.01	0.42	0.66
Trasp. (m)						-0.32	-0.45	-0.48	-0.54	-0.40	-0.68	-0.61
N-NH ₄ (µg/l)							0.58	0.59	0.61	0.42	0.37	0.31
N-NO ₂ (µg/l)								0.85	0.72	0.59	0.52	0.35
N-NO ₃ (µg/l)									0.86	0.75	0.73	0.53
Azoto tot. (µg/l)										0.59	0.76	0.60
P-PO ₄ (µg/l)											0.66	0.39
Fosforo tot. (µg/l)												0.74

Tabella 20: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni a 2 mn (3704 m) dalla costa nel 2018. Correlazioni marcate significative al livello $p < .050$. N=63 (Eliminazione casewise dati mancanti)

Alla matrice dei dati ottenuta nel periodo indagato 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 chimico-fisiche e biologiche, individua alcune combinazioni lineari di esse, in grado di spiegare da sole la maggior parte della variabilità del sistema. Tale analisi è stata effettuata sui dati di superficie rilevati nel 2018 presso le stazioni a 500 m (Tab. 21 e Fig. 41), presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale e la clorofilla in laboratorio, considerando tutte le campagne effettuate. Come precedentemente accennato non è stato ricompreso il valore outlier di clorofilla *a* determinata analiticamente.

Le prime due componenti estratte hanno spiegato quasi il 70% della varianza totale del fenomeno, la prima componente rende conto del 43.15% di tale varianza (Tab. 21).

	Fattore 1	Fattore 2
Autovalore	6.041	3.659
% Totale varianza	43.149	26.133
Temperatura (°C)	0.169	0.825
Salinità (PSU)	0.798	-0.362
Ossigeno disciolto (%)	0.097	0.852
pH (unità)	0.317	0.696
Trasparenza (m)	0.615	-0.228
Azoto ammoniacale (µg/l)	-0.565	-0.413
Azoto nitroso (µg/l)	-0.785	0.005
Azoto nitrico (µg/l)	-0.919	-0.036
Azoto totale (µg/l)	-0.886	0.113
Fosforo da ortofosfati (µg/l)	-0.805	-0.271
Fosforo totale (µg/l)	-0.841	0.313
Silicio da ortosilicati (µg/l)	-0.971	-0.006
Fitoplancton totale (cell/l)	-0.033	0.843
Clorofilla a da analisi (mg/m ³)	-0.154	0.719

Tabella 21: Autovalori e pesi fattoriali relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni a 500 m. Pesii Fattoriali (Non ruotati). Estrazione: Componenti Principali (Pesi marcati sono >.700). Dati mancanti eliminati casewise (63 casi elaborati, 53 casi validi). Matrice correlazioni calcolata per 14 variabili

La *prima componente* descrive l'effetto di interferenza che l'apporto continentale produce sull'acqua della fascia costiera, alterandone le caratteristiche peculiari di salinità e trasparenza. Il vettore bipolare che esprime questa componente all'estremo inferiore vede collocati campioni di acqua ad elevato contenuto in sali nutrienti (coefficiente di autovettore con segno negativo) e a quello superiore campioni a salinità elevate (coefficiente con segno positivo) (Tab. 21 e Fig. 41). La *seconda componente*, espressa da un vettore bipolare, individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate; in esso infatti emerge, per il proprio contributo, l'Ossigeno disciolto, il Fitoplancton totale e la clorofilla, unitamente alla temperatura. Come già osservato negli anni precedenti, le variabili si sono ancora una volta spontaneamente aggregate evidenziando i tre aspetti fondamentali dell'ecosistema marino costiero: componente pelagica, rappresentata dalla salinità; componente continentale con elevate concentrazioni di macronutrienti; risultante biologica, caratterizzata da fitoplancton totale, ossigenazione, clorofilla.

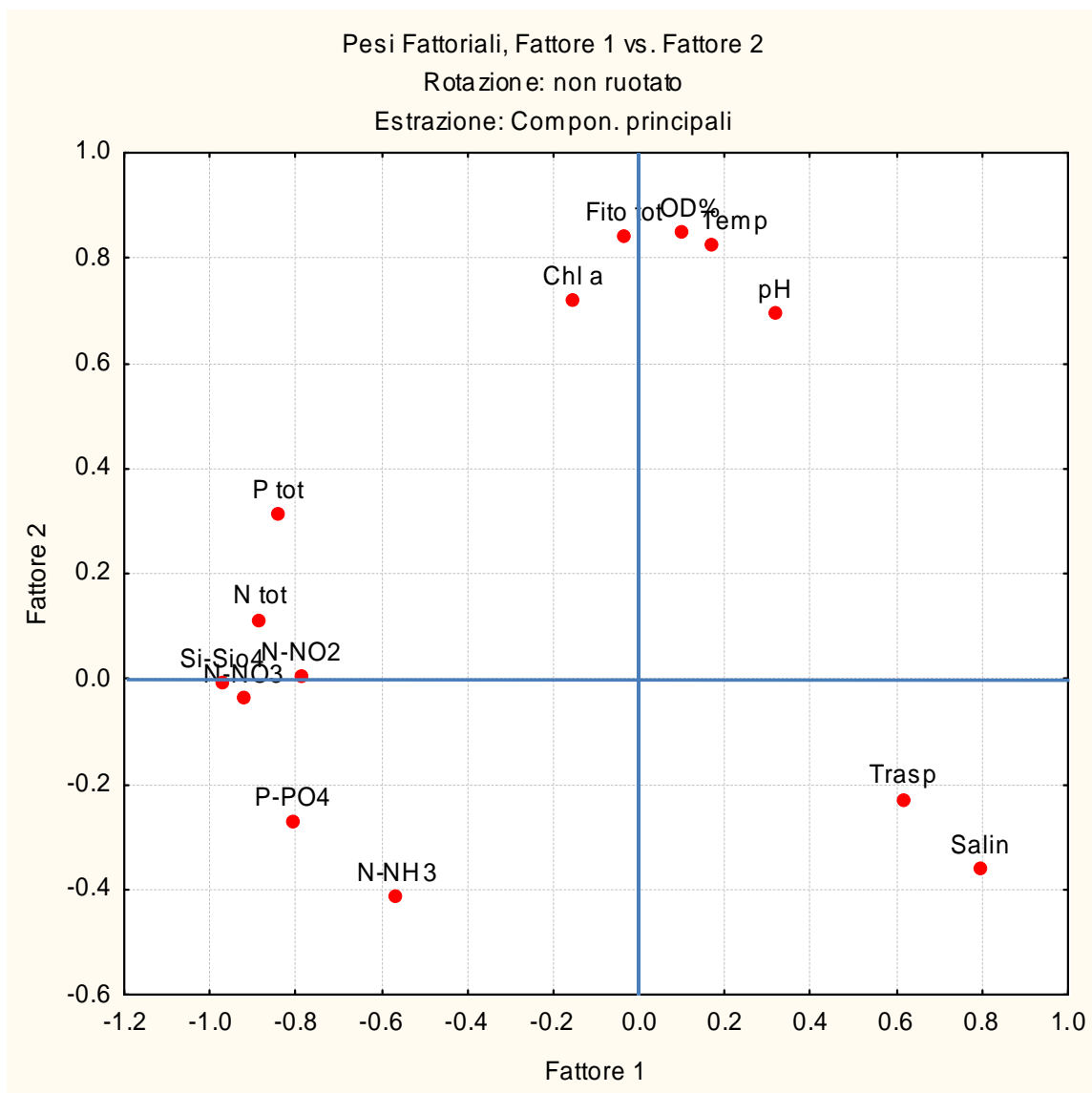


Figura 41: Ordinamento dei parametri fisico-chimici e biologici analizzati nel 2018 (stazioni a 500 m)

9 RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2018

9.1 Rinvenimento di aggregati mucilluginosi e altri fenomeni in colonna d'acqua

Nella campagna di monitoraggio condotta durante il mese di giugno, con ausilio della telecamera subacquea è stata rilevata la presenza di microfocchi di mucillagine lungo tutta la colonna che è risultata torbida, mentre il fondo risultava pulito. Il fenomeno ha interessato tutte le stazioni della parte centrale (transetti 053 loc. Pellestrina, 056 loc. Ca'Roman e 064 loc. Isola Verde) e meridionale della costa veneta (transetti 072 loc. Albarella, 601 loc. Pila e 082 loc. Barricata)

Nel corso della successiva campagna di luglio, si registrava colonna limpida e fondo pulito in tutta l'area centro settentrionale, con presenza di fiocchi, filamenti e nastri di materiale mucilluginoso nell'area a sud della laguna di Venezia (transetti 064-Isola Verde, 072-Albarella, 601-Pila) a partire da circa 2 metri di profondità fino a 1 metro dal fondo. La stessa situazione si è rilevata anche ad agosto e a settembre, con microfocchi e fiocchi e qualche filamento di materiale mucilluginoso lungo la colonna d'acqua nell'area a sud della

laguna di Venezia già ad un miglio da costa; a settembre risultavano interessate dal fenomeno anche le stazioni più a largo di fronte alla laguna di Venezia.

La campagna di novembre è stata condizionata da consistenti apporti fluviali dovuti alle eccezionali precipitazioni del 27-30 ottobre; non sono stati registrati aggregati mucillaginosi ma era presente una intensa torbidità in colonna fino al fondo su tutte le stazioni della costa veneta, in particolare in corrispondenza delle stazioni situate in prossimità delle foci fluviali (Fig. 42).

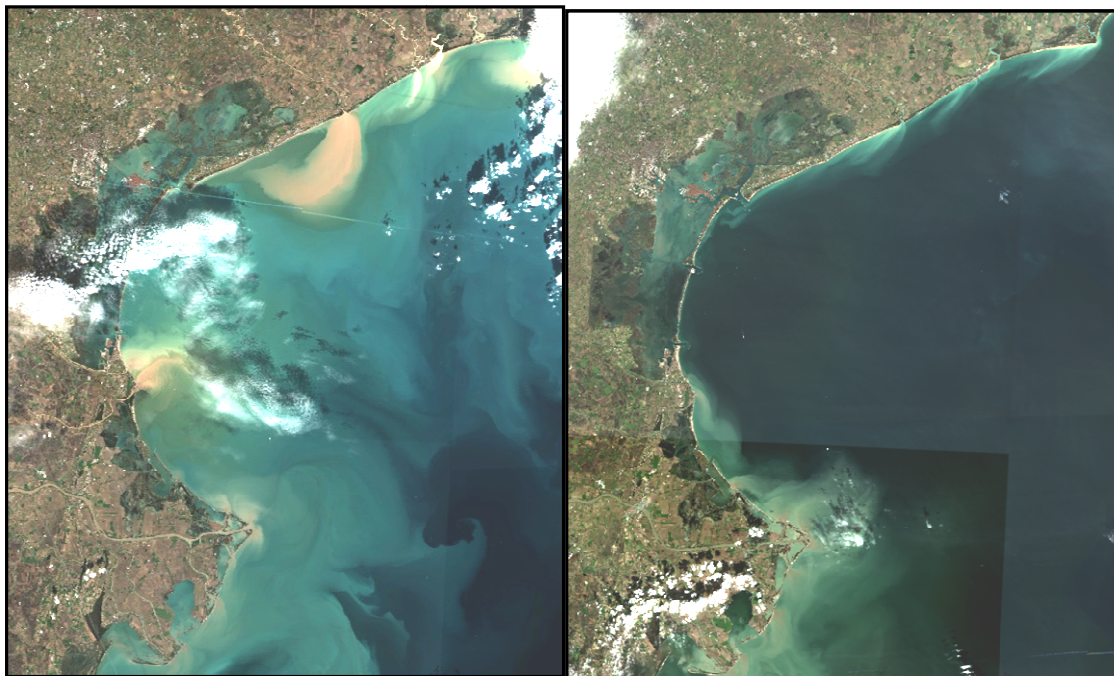


Figura 42: Immagini satellitari Sentinel-2 del 31/10/2018 e del 15/11/2018. Fonte: E.U. Copernicus Marine Service Information

9.2 Segnalazione presenza di meduse e ctenofori

Nella campagna di campionamento condotta durante il mese di agosto sono stati avvistati nei pressi della stazione 10080 (Caorle, loc. Brussa) due esemplari di medusa *Rhizostoma pulmo* con dimensione dell'ombrello di circa 20/25 cm; la stessa specie veniva avvistata anche nella stazione 30400 (Cavallino Treporti) con presenza di tre esemplari con dimensione dell'ombrello variabile dai 10 ai 15 cm.

Durante la stessa campagna di agosto nella stazione 20530 (Venezia-Pellestrina) sono stati avvistati alcuni esemplari di Noce di mare *Mnemiopsis leidyi* (di dimensione variabile tra 4 e 8 cm) in concentrazione media di 3-4 esemplari per metro quadro. Altri avvistamenti di tale specie sono avvenuti a settembre nelle stazioni a nord della costa veneta fra Jesolo e Cavallino Treporti in particolare nei pressi delle stazioni 10240 (2 esemplari per m², con dimensioni di circa 4-6 cm) e 30400 (2 esemplari per m² di dimensioni fra 5 e i 8 cm).

Sempre a settembre presso stazione al largo 40530 (Venezia-Pellestrina) sono stati avvistati 6 esemplari di *Cotylorhiza tuberculata* di piccole e medie dimensioni.

Durante la campagna di monitoraggio per la microalghe bentoniche e molluschi svoltasi il 2 agosto si segnalava la presenza di alcuni esemplari di Noce di mare *Mnemiopsis leidyi* con densità di 3 esemplari per m², con dimensioni medie di 5 cm, nei pressi della stazione 10241 (Jesolo).

Altri avvistamenti sono avvenuti durante le campagne di monitoraggio per la Strategia Marina, in dettaglio a luglio nella stazione 70530 (al largo loc. Pellestrina) avveniva

l'avvistamento di un esemplare di *Cotylorhiza tuberculata* con ombrello di circa 30-35 cm e di 2 esemplari di *Rhizostoma pulmo* con ombrello di circa 20-25 cm.

A settembre nelle stazioni 60530 (al largo loc. Pellestrina) e 70720 (al largo di Albarella) si segnalava l'avvistamento di 2-3 grandi esemplari di *Cotylorhiza tuberculata* con ombrello di dimensione compresa fra i 40 e 50 cm di diametro. Sempre nella stessa campagna avveniva l'avvistamento di alcuni esemplari di Noce di mare (*Mnemiopsis leidyi*) con densità di 3 esemplari per m² nelle stazioni 50720 e 70720 (al largo di Albarella), con grandezze comprese fra i 4-6 cm.

9.3 Fioriture algali

Nel mese di giugno durante la campagna di misure effettuate il giorno 04/06/2018 alla stazione 30720 (a 3704m da Albarella) i parametri misurati con sonda multiparametrica presentavano valori elevati di ossigeno (160-170%), e di clorofilla (da 10 a 12 µg/l), pertanto è stato effettuato il prelievo di un campione superficiale per il sospetto di una possibile fioritura algale. Il campione presentava una densità totale di fitoplancton pari a 1453647 cell/l; le specie/gruppi maggiormente presenti erano *Chaetoceros* spp. (734761 cell/l), *Chaetoceros curvisetus* (222242 cell/l) e Cryptophyceae indet. (154209 cell/l).

Il fenomeno si ripresentava alla stazione 26010 (926m dalla foce del Po di Pila) dove sono stati registrati valori elevati di ossigeno (189.3%), e di clorofilla (18 µg/l), anche in questa stazione si è provveduto ad effettuare il prelievo di un campione superficiale; esso presentava una densità totale di fitoplancton pari a 1145229 cell/l, le specie/gruppi maggiormente presenti erano *Chaetoceros curvisetus* (687137 cell/l) e *Chaetoceros* spp. (63498 cell/l).

Durante la campagna di agosto, il giorno il 07/08/2018 sempre nella stazione 30720 (Albarella) i parametri misurati dalla sonda multiparametrica nella zona interessata mostravano valori elevati di ossigeno (192%) e di clorofilla (10 µg/l). Il campione prelevato in loco presentava una densità totale di fitoplancton pari a 3474239 cell/l; le specie/gruppi maggiormente presenti erano Cryptophyceae indet. (117925 cell/l), *Chaetoceros diversus* (222242 cell/l), e *Thalassionema nitzschioides* (442217 cell/l).

9.4 Fenomeni ipossici

Nel corso dell'anno 2018 le indagini ispettive eseguite non hanno rilevato importanti situazioni di carenza di ossigeno al fondo, se non in occasione della campagna di Agosto: il giorno 07/08/2018 alle stazioni 20720, 30720, 40720 (Albarella), 16010, 26010 e 36010 (Po di Pila), 10820, 20820 (Po di Tolle) le percentuali di ossigenazione al fondo sono risultate in media comprese nel range 61-68%, con valori di pH di poco superiori a 8 unità. Il fenomeno era più marcato nella stazione 30820 (3704m dalla foce del Po di Tolle) dove la sonda multiparametrica ha rilevato il valore più basso di ossigeno (circa 52%) a 14.5 m di profondità. Si è provveduto ad effettuare un campione al fondo che alle analisi rivelava una concentrazione di azoto ammoniacale pari a 22.48µg/l e una concentrazione piuttosto elevata di fosforo da ortofosfati pari a 345.4 µg/l.

9.5 Segnalazione mammiferi e tartarughe marini

Nel corso della campagna di marzo, il giorno 05/03/2018 durante la navigazione, sono stati avvistati in lontananza quattro esemplari adulti di *Tursiops truncatus* in prossimità della stazione 30530 (a 3.7 km da Venezia-Pellestrina).

Altri avvistamenti sono avvenuti durante le campagne di monitoraggio della Strategia Marina; in particolare si segnala l'avvistamento, durante la campagna di luglio

(24/07/2018), alla stazione 70530 (al largo di Pellestrina) di un gruppo composto da una ventina di individui, sia giovani che adulti, di *Tursiops truncatus*.

10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività istituzionali che ARPAV conduce sulle acque marino-costiere, l'attività di campionamento nell'anno 2018 è stata condotta sulla Rete Regionale del Veneto come previsto dal programma di ricerca e monitoraggio, con lo sforzo operativo di rispettare le modalità e i tempi previsti compatibilmente con le condizioni meteorologiche (Tab. 1).

Nel dettaglio, dall'analisi dei dati raccolti si può evidenziare quanto segue per quanto riguarda le variabili idrobiologiche:

- le condizioni meteorologiche ed idrodinamiche unitamente agli apporti continentali (Fig. 2) hanno manifestato, come sempre, una azione primaria su trasparenza e salinità (Figg. 4, 5, 8 e 9); queste ultime presentano generalmente un gradiente positivo con l'allontanamento dalla costa, particolarmente evidente nelle aree prossime a foci fluviali

- gli apporti fluviali hanno condizionato l'andamento dei valori di salinità in superficie, soprattutto nella zona costiera meridionale, con le foci dei principali fiumi, e in particolare nell'area antistante il delta del Po dove il transetto 082 risulta caratterizzato dai più bassi valori di salinità anche nella stazione più esterna (Fig. 9); per contro i transetti localizzati nell'area antistante la laguna di Venezia (053, 056) hanno mostrato valori medi di salinità elevati in tutte le stazioni

- per quanto attiene l'ossigeno disciolto, i valori in superficie si sono mantenuti mediamente sopra alla saturazione, scendendo di poco sotto nei mesi di marzo e novembre; i valori al fondo si sono mantenuti sempre al di sotto delle saturazioni superficiali, eccetto a maggio, con valori più bassi nel periodo estivo (giugno, luglio e agosto)

- per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni di tutti i nutrienti lungo la costa, si evidenzia come i valori più elevati siano stati rilevati come sempre nei transetti localizzati nel tratto meridionale di costa (064, 072, 601 e 082) ad ulteriore riprova dell'effetto dei fiumi sfocianti nella zona (Figg. 17, 19, 21, 23, 25)

- anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra abbondanze maggiori nelle stazioni localizzate a sud della foce dell'Adige (in particolare alle stazioni 10720 e 40720 del transetto 072 di Rosolina-Albarella e 40530 al largo di Venezia, Figg. 35 e 38)

- per quanto riguarda le alghe potenzialmente tossiche non è mai stato superato il valore limite di abbondanza per *Dinophysis* spp. indicato nei D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/l (molluschicoltura), inoltre non si è verificato alcun superamento per il limite di $10 \cdot 10^6$ cell/l per *Alexandrium* spp. consigliato dal Ministero della Sanità con circolare del 31.7.1998 per la balneazione

- inoltre, sono state di scarsa entità nel periodo estivo le situazioni di anomalia dell'ecosistema indagato rilevate nel corso delle campagne in mare, con assenza di fioriture algali importanti e rara presenza di mucillagini in forma di fiocchi lungo la colonna d'acqua, ipossia a luglio nell'area meridionale di costa senza vi siano state conseguenze sugli ecosistemi delle aree interessate

- per quanto riguarda gli aspetti chimici, nella matrice acqua non sono stati osservati superamenti di SQA-MA relativamente agli inquinanti delle Tab. 1/A (acqua) e 1/B del D.Lgs. 172/2015; per quanto riguarda invece la matrice biota (pesci) si rilevano superamenti del relativo SQA per i parametri mercurio e PBDE (Tab. 1/A).

Come sempre nelle acque della fascia costiera i cicli delle diverse variabili ecologiche si differenziano notevolmente rispetto a quelli delle acque di mare aperto, per la presenza di

cospicui apporti di acque interne e per la variabilità meteoroclimatica, fattori che, in ambienti a ridotta batimetria, possono influire marcatamente sia sulle caratteristiche chimico-fisiche del corpo idrico che sulla componente biologica in esso contenuta. Tali sviluppi sono stati riscontrati anche nell'anno 2018: le fluttuazioni meteorologiche occorse a carico del sistema costiero veneto nel periodo indagato hanno esercitato una influenza sugli andamenti specifici di alcune variabili, modificandone, talvolta in modo sensibile, le caratteristiche più tipiche.

Si riconferma ancora una volta l'evidenza dell'estrema variabilità e complessità del sistema costiero indagato, aspetti riconducibili all'influenza di diversi fattori, tra cui le condizioni idrobiologiche e fisiche dell'intero bacino, l'alternarsi delle stagioni, le condizioni meteorologiche e la collocazione geografica delle stazioni in relazione alle pressioni del territorio retrostante.

11 BIBLIOGRAFIA CITATA E ALTRI DOCUMENTI DI APPROFONDIMENTO

Aleffi F., Della Seta G., Goriup F., Landri P., Orel G., 1996. *Fattori climatici ed edafici e popolamenti bentonici dell'Adriatico Settentrionale e del Golfo di Trieste*. Regione Emilia Romagna, Provincia di Ravenna, Autorità di bacino del fiume Po. Atti del Convegno "Evoluzione dello stato trofico in Adriatico: analisi degli interventi attuati e future linee di intervento". Marina di Ravenna, 28-29 settembre 1995.

Bonne W., Rekecki A., Vincx M., 2003. Chapter IV: *Impact assessment of sand extraction on subtidal sandbanks using macrobenthos*. In: Benthic copepod communities in relation to natural and anthropogenic influences in the North Sea. Ph.D Thesis of W. Bonne, Ghent University, Biology Department, Marine Biology Section, Belgium, 207–226 p.

Borja A., Franco J., Perez V., 2000. *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments*. Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114.

Borja, A., J. Franco, V. Valencia, J. Bald, I. Muxika, M.J. Belzunce, O. Solaun, 2004. *Implementation of the European Water Framework Directive from the Basque Country (northern Spain): a methodological approach*. Marine Pollution Bulletin, 48(3-4): 209-218.

Borja A., Josefson A.B., Miles A., Muxika I., Olsgard F., Phillips G., Rodriguez J.G., Rygg B., 2007. *An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive*. Marine Pollution Bulletin 55 (2007) 42–52.

Caselli C., Ponti M., Abbiati M., 2003. *Valutazione della qualità ambientale della laguna costiera Pialassa Baiona attraverso lo studio dei suoi popolamenti bentonici*. XIII Congresso Società Italiana di Ecologia, Como, 8–10 Settembre 2003, poster.

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*.

Circolare Ministero della Sanità, 9 Aprile 1998. *Aggiornamento delle metodiche analitiche per la determinazione dei parametri previsti nel decreto interministeriale 17 Giugno 1988 concernente 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*.

Commissione europea. Decisione 20 settembre 2013, n. 2013/480/Ue. *Decisione che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione e che abroga la decisione 2008/915/Ce*. (Guue 8 ottobre 2013 n. L 266)

D.G.R. Veneto n. 1468, 7 giugno 2002. *Progetto di monitoraggio integrato dell'ambiente marino costiero e delle acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs 152/99 e s.m.i.)*. BUR Veneto n. 69, 16 luglio 2002.

D.G.R. Veneto n. 3971, 15 Dicembre 2000. *Convenzione tra il Ministero dell'Ambiente e la Regione del Veneto per la realizzazione di un programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero prospiciente la regione.*

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 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 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

Decreto del Ministro della Sanità, di concerto con il Ministro dell'Ambiente, 17 giugno 1988. *Criteri per la definizione dei programmi di sorveglianza algale per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie.* G.U. n. 149 del 27/06/1988 pagg. 7-8

Decreto Legislativo, 10 dicembre 2010, n. 219. *Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.* G.U. n. 296 del 20/12/2010

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, 13 Ottobre 2015 n. 172. *Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.* G.U. 27/10/2015, n. 250.

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

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.

Forni G., Occhipinti Ambrogi A., 2004. *Applicazione del Coefficiente biotico (Borja et al., 2000) ad una comunità macrobentonica nel Nord Adriatico.* Biol. Mar. Medit. (2004), 11 (2): 202-209.

Gorostiaga J.M., Borja A., Díez I., Francés G., Pagola-Cardé S., Sáiz-Salinas J.I., 2004. *Recovery of benthic communities in polluted systems*. In: A. Borja and M. Collins (Eds.) *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Elsevier Oceanography Series, 70: 549–578, Elsevier, Amsterdam.

Grall J., Glemarec M., 1997. *Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44 (Suppl. A), 43–53.

ICRAM-ANPA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento*. ICRAM - ANPA

International Council for the Exploration of the Sea (ICES), 2004. *Report of the Study Group on Ecological Quality Objectives for Sensitive and for Opportunistic Benthos Species*. 22–24 March 2004. ICES, Copenhagen

ISPRA, 2012. *Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Classificazione dello Stato Ecologico dei Corpi Idrici delle Acque Marino Costiere*. Luglio 2012.

ISPRA, IRSA-CNR, Istituto Superiore di Sanità, 2016. *Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D.Lgs. 172/2015)*. Manuali e Linee Guida 143/2016

ISPRA, 2018. *Criteri tecnici per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere. Elemento di Qualità Biologica: Fitoplancton*. Aprile 2018.

Istituto Superiore di Sanità, 2004. *Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici*. A cura di E. Menichini e G. Viviano, Rapporto ISTISAN 04/15

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

Legge 12 giugno 1993 n. 185. *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 13 aprile 1993 n. 109 recante Modifiche al D.P.R. 8/06/1982 n. 470 concernente attuazione della direttiva (CEE) n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione*. G.U. n. 137 del 14/06/1993 pagg. 17-18

Legge 28 luglio 2004 n. 192. *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 4 giugno 2004 n. 144 recante Differimento della disciplina sulla qualità delle acque di balneazione*. G.U. n. 180 del 03/08/2004

Legge 31 dicembre 1982 n. 979. *Disposizioni per la difesa del mare*. Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 16 del 18/01/1993

Margalef R., 1958. *Information theory in ecology*. *Gen. Syst.*, 3, 36-71.

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

Muxika I., Á. Borja, J. Bald, 2007. *Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive*. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 16-29.

Regione del Veneto - ARPAV, 2015. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2014. Analisi dei dati osservati nell'anno 2014*. A cura di Parati P., Zogno A.R., Bartenor A., Fassina D., Marchesini V.

Regione del Veneto - ARPAV, 2016. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2015. Analisi dei dati osservati nell'anno 2015*. A cura di Parati P., Zogno A.R., Bartenor A., Fassina D., Marchesini V.

Regione del Veneto - ARPAV, 2017. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2016. Analisi dei dati osservati nell'anno 2016*. A cura di Parati P., Zogno A.R., Bartenor A., Fassina D.

Regione del Veneto - ARPAV, 2018. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2017. Analisi dei dati osservati nell'anno 2017*. A cura di Parati P., Zogno A.R., Bartenor A., Fassina D.

Shannon C.E., Weaver W., 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Univ. Illinois Press.

Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G. e Rinaldi A., 1998. *Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index*. *Environmetrics*, 9, 329-357.

Centro Veneto Acque Marine e Lagunari
Via Rezzonico, 41 - 35131 Padova – Italy
Tel. +39 049 7393726-727
e-mail: ooa@arpa.veneto.it



ARPAV

Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto
Direzione Generale
via Ospedale Civile, 24
35121 Padova
Italy
Tel. +39 049 8239 301
Fax +39 049 660966
e-mail: urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpa.vv.it
www.arpa.veneto.it