



REGIONE DEL VENETO
A.R.P.A.V.



AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E PROTEZIONE AMBIENTALE DEL VENETO

REGIONE DEL VENETO

A.R.P.A.V. - DIREZIONE AREA TECNICO SCIENTIFICA

OSSERVATORIO REGIONALE ACQUE

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI ROVIGO

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI VENEZIA

CONVENZIONE

MINISTERO DELL'AMBIENTE – REGIONE DEL VENETO
(D.G.R. 3971 del 15/12/2000)

“PROGRAMMA DI MONITORAGGIO PER IL CONTROLLO
DELL'AMBIENTE MARINO-COSTIERO PROSPICIENTE
LA REGIONE DEL VENETO. TRIENNIO 2001-2003”

(Rapporto Gennaio 2002 – Dicembre 2002)

A. Ferronato (°), M. Vazzoler (°), S. Ancona (°), C. Bresolin (°), S. De Boni (°), A.R. Zogno (°),
E. Aimo^, G. Sanavio^^, C. Soccorso (*),

° ARPAV - ORAC

^ Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia

^^ Dipartimento ARPAV Provinciale di Rovigo

* Regione del Veneto – Geologia e Ciclo dell'acqua

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELL'AREA COSTIERA..... | 6 |
| 3 | MATERIALI E METODI | 6 |
| 4 | RISULTATI | 10 |
| 4.1 | CONTROLLO DELL'EUTROFIZZAZIONE..... | 10 |
| 4.2 | TRASPARENZA..... | 10 |
| 4.3 | TEMPERATURA..... | 12 |
| 4.4 | SALINITÀ | 13 |
| 4.5 | CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA | 14 |
| 4.6 | OSSIGENO DISCIOLTO | 15 |
| 4.7 | AZOTO AMMONIACALE | 16 |
| 4.8 | AZOTO NITRICO..... | 17 |
| 4.9 | AZOTO NITROSO | 19 |
| 4.10 | AZOTO TOTALE..... | 20 |
| 4.11 | SILICIO DA ORTOSILICATI | 21 |
| 4.12 | FOSFORO DA ORTOFOSFATI | 23 |
| 4.13 | FOSFORO TOTALE..... | 24 |
| 4.14 | CLOROFILLA A | 25 |
| 4.15 | INDICE TROFICO TRIX..... | 27 |
| 4.16 | FITOPLANCTON..... | 30 |
| 4.16.1 | <i>Analisi quantitativa</i> | <i>30</i> |
| 4.16.2 | <i>Analisi qualitativa</i> | <i>35</i> |
| 4.16.3 | <i>Ricerca di specie potenzialmente tossiche.....</i> | <i>37</i> |
| 4.17 | MESOOZOPLANCTON | 38 |
| 4.17.1 | <i>Analisi quantitativa</i> | <i>38</i> |
| 4.17.2 | <i>Analisi qualitativa</i> | <i>40</i> |
| 4.18 | RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI E SEGNALAZIONE DELLA PRESENZA DI MEDUSE..... | 41 |
| 5 | DISCUSSIONE | 45 |
| 6 | CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE | 51 |
| 6.1 | VARIABILI IDROBIOLOGICHE | 51 |
| 6.2 | RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI..... | 52 |

1 PREMESSA

Le attività di sorveglianza e monitoraggio della qualità delle acque marine rientrano in programmi obbligatori che sono disciplinati da precise disposizioni di legge su tutto il territorio nazionale. In Veneto tali compiti sono stati affidati dalla Regione alla Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale (A.R.P.A.V.). L'Agenzia sviluppa l'attività necessaria tramite le proprie strutture territoriali e tecnico-laboratoristiche denominate Dipartimenti Provinciali per l'Ambiente (DAP) afferenti all'Area Tecnico Scientifica, avvalendosi anche di Istituzioni esterne in relazione a particolari indagini.

In considerazione dell'importanza strategica delle risorse idriche sia interne che marino costiere è stata costituita nell'ambito dell'Area Tecnico Scientifica una struttura denominata "Osservatorio Regionale Acque – ORAC" con una struttura specifica dedicata all'ambiente marino costiero che, nel tema specifico della sorveglianza e del monitoraggio del mare, svolge le seguenti attività:

- Indirizzo e coordinamento delle attività di monitoraggio svolte dai Dipartimenti Provinciali e da altri Enti coinvolti;
- Garanzia di esecuzione dei compiti in tema di acque derivanti dalle normative di settore, dalla partecipazione a programmi, studi e ricerche in ambito regionale, nazionale e internazionale;
- Predisposizione di programmi di monitoraggio e relativi aggiornamenti;
- Raccolta, elaborazione ed interpretazione periodica dei dati acquisiti al fine di fornire agli Enti interessati informazioni aggiornate sulla balneabilità delle spiagge venete e sullo stato delle acque marino costiere;
- Gestione dell'unità operativa sul campo per le attività sul mare: esecuzione prelievi e rilievi a mare, sorveglianza fenomeni anomali, interventi in emergenza su mezzo nautico attrezzato;
- Esecuzione di attività in ambito sovregionale e transfrontaliero (Progetto Interreg);
- Attività di sviluppo, ricerca e valorizzazione della risorsa mare in ambito regionale.

Nell'ambito di tali obiettivi l'Osservatorio Regionale Acque, con la collaborazione dei DAP di Venezia e Rovigo per quanto attiene alle determinazioni analitiche, sta eseguendo le attività di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero previste dalla Convenzione sottoscritta da Regione del Veneto con il Ministero dell'Ambiente in data 15/12/2000 (D.G.R. 3971). Il programma, iniziato nel giugno 2001, prevede lo svolgimento di attività di

campionamento lungo cinque transetti costituiti da tre stazioni ciascuno (Fig. 1), con campagne di misura a cadenza quindicinale, per il monitoraggio di acqua, biota, sedimenti e benthos (SFBC) (Regione del Veneto - ARPAV, 2002) .

Nel presente rapporto vengono presi in considerazione i dati raccolti nel corso dell'anno 2002 secondo i protocolli previsti dal "Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero prospiciente la Regione del Veneto" nell'ambito della Convenzione sopracitata.

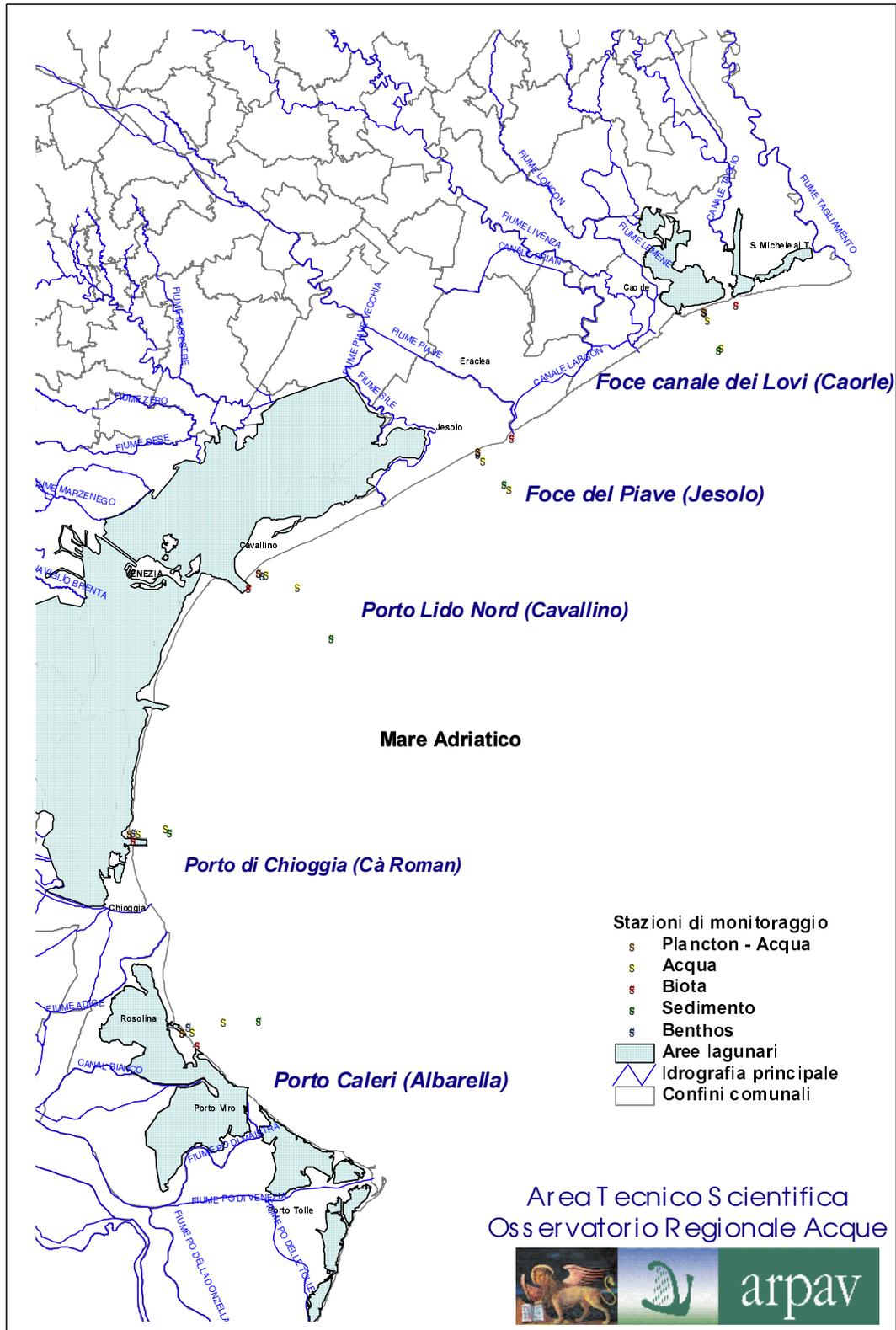


Figura 1: Dislocazione dei transetti lungo l'arco di costa della Regione Veneto

2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELL'AREA COSTIERA

La costa veneta si estende per circa 160 Km, suddivisa tra le province di Venezia (con i comuni di San Michele al Tagliamento, Caorle, Eraclea, Jesolo, Cavallino-Treporti, Venezia e Chioggia) e di Rovigo (con i comuni di Rosolina, Porto Viro e Porto Tolle).

L'ambiente costiero del Veneto rappresenta un ecosistema di dimensioni limitate e ridotti scambi con il bacino dell'Alto Adriatico. Esso viene, quindi, fortemente influenzato sia dalla variabilità meteorologica ed idrodinamica sia dalle peculiari caratteristiche proprie, quali ad esempio la scarsa profondità dei fondali unita alla fine granulometria dei sedimenti, gli scambi con le acque della Laguna di Venezia e i contributi dei numerosi fiumi, di diversa portata, che attraversano la Regione, i cui bacini convogliano al mare scarichi di provenienza agricola, civile ed industriale. Inoltre, esiste la presenza di un fronte costiero che contribuisce, assieme alle correnti principali dirette verso sud, a distribuire entro un settore ristretto il carico solido e disciolto iniettato dai fiumi.

3 MATERIALI E METODI

I dati di seguito presentati sono relativi alle campagne di rilevamento e misura, effettuate da gennaio a dicembre 2002 su stazioni predeterminate, poste a diverse distanze dalla costa (500 m, 0,5 mn e 2 mn), lungo 5 transetti dislocati lungo il tratto di mare da Caorle ad Albarella. (Fig. 1 e Tab. 1).

| Staz. | Localizzazione | Transetto | Lat. gradi | Lat. primi | Lat. secondi | Long. gradi | Long. primi | Long. secondi | Prof. (m) | Dist. (m) |
|----------------------------------------|-------------------------------|-----------|------------|------------|--------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-----------|
| ACQUA E PLANCTON (in grassetto) | | | | | | | | | | |
| 1080 | Foce canale dei Lovi (Caorle) | 08 | 45 | 37 | 00 | 012 | 56 | 35 | 2,0 | 500 |
| 2080 | Foce canale dei Lovi (Caorle) | 18 | 45 | 36 | 34 | 012 | 56 | 51 | 4,5 | 926 |
| 3080 | Foce canale di Lovi (Caorle) | 18 | 45 | 35 | 18 | 012 | 57 | 39 | 13,0 | 3704 |
| 1240 | Foce del Piave (Jesolo) | 24 | 45 | 31 | 06 | 012 | 41 | 33 | 2,5 | 500 |
| 2240 | Foce del Piave (Jesolo) | 24 | 45 | 30 | 42 | 012 | 41 | 49 | 6,5 | 926 |
| 3240 | Foce del Piave (Jesolo) | 24 | 45 | 29 | 19 | 012 | 43 | 30 | 15,0 | 3704 |
| 1400 | Porto Lido Nord (Cavallino) | 40 | 45 | 26 | 01 | 012 | 27 | 00 | 3,0 | 500 |
| 2400 | Porto Lido Nord (Cavallino) | 40 | 45 | 25 | 57 | 012 | 27 | 29 | 6,5 | 926 |
| 3400 | Porto Lido Nord (Cavallino) | 40 | 45 | 25 | 19 | 012 | 29 | 27 | 13,0 | 3704 |
| 1560 | Porto di Chioggia (Cà Roman) | 56 | 45 | 14 | 22 | 012 | 18 | 00 | 2,5 | 500 |
| 2560 | Porto di Chioggia (Cà Roman) | 56 | 45 | 14 | 23 | 012 | 18 | 31 | 5,0 | 926 |
| 3560 | Porto di Chioggia (Cà Roman) | 56 | 45 | 14 | 22 | 012 | 20 | 19 | 16,0 | 3704 |
| 1720 | Porto Caleri (Albarella) | 72 | 45 | 05 | 13 | 012 | 20 | 52 | 2,0 | 500 |
| 2720 | Porto Caleri (Albarella) | 72 | 45 | 05 | 15 | 012 | 21 | 27 | 3,5 | 926 |
| 3720 | Porto Caleri (Albarella) | 72 | 45 | 05 | 38 | 012 | 23 | 33 | 13,5 | 3704 |

Tabella 1: Ubicazione, coordinate geografiche (ED 50), profondità e distanza dalla riva delle stazioni monitorate

Il controllo è stato svolto con cadenza quindicinale durante tutto l'anno, osservando un periodo di rispetto di una settimana tra un campionamento e l'altro; nel mese di dicembre non è stato possibile effettuare la prima campagna a causa delle avverse condizioni meteo climatiche.

Il calendario dei campionamenti è riportato in tabella 2.

| CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI | | | |
|-------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------|
| CAMPAGNA | MESE | GIORNI | ANNO |
| <i>Campagna 01A</i> | <i>Gennaio</i> | <i>7,8,9</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 01B</i> | <i>Gennaio</i> | <i>21,22,23</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 02A</i> | <i>Febbraio</i> | <i>4,5,6</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 02B</i> | <i>Febbraio</i> | <i>18,19,20,21</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 03A</i> | <i>Marzo</i> | <i>11,12,13</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 03B</i> | <i>Marzo</i> | <i>25,26,28</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 04A</i> | <i>Aprile</i> | <i>3,8,15</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 04B</i> | <i>Aprile</i> | <i>17,18,23</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 05A</i> | <i>Maggio</i> | <i>6,7,8</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 05B</i> | <i>Maggio</i> | <i>21,22,23</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 06A</i> | <i>Giugno</i> | <i>3,4,5</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 06B</i> | <i>Giugno</i> | <i>17,18,19</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 07A</i> | <i>Luglio</i> | <i>1,8,9</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 07B</i> | <i>Luglio</i> | <i>17,18,22</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 08A</i> | <i>Agosto</i> | <i>5,6,7</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 08B</i> | <i>Agosto</i> | <i>19,20,22</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 09A</i> | <i>Settembre</i> | <i>4,5,9</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 09B</i> | <i>Settembre</i> | <i>16,17,18</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 10A</i> | <i>Ottobre</i> | <i>1,2,3</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 10B</i> | <i>Ottobre</i> | <i>15,16,21</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 11A</i> | <i>Novembre</i> | <i>8</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 11B</i> | <i>Novembre</i> | <i>28,29</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 12A</i> | <i>Dicembre</i> | <i>Non effettuata</i> | <i>2002</i> |
| <i>Campagna 12B</i> | <i>Dicembre</i> | <i>16,18,19,20</i> | <i>2002</i> |

Tabella 2: Calendario delle campagne di rilevamento e misura, anno 2002

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, pH e clorofilla); nei campioni d'acqua prelevati sono state eseguite le analisi previste (Tab. 3).

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

Le variabili fisico-chimiche sono state registrate, in tempo reale, mediante sonda multiparametrica Idronaut Ocean Seven Mod. 316 CTD, lungo tutta la colonna d'acqua ad ogni metro. La determinazione della clorofilla a è stata determinata mediante l'uso di un fluorimetro modello Seapoint associato alla sonda. Il limite di rilevabilità per la clorofilla a è di 0.02 µg/l.

I valori di ossigeno disciolto (O.D.) sono stati determinati per via potenziometrica.

Le concentrazioni di nutrienti disciolti (azoto ammoniacale, azoto nitroso e nitrico, silicio da ortosilicati e fosforo da ortofosfati) sono state determinate, su campioni di acqua filtrata e subito congelata in ghiaccio secco; i limiti di rilevabilità, espressi in µgdm⁻³ sono: 0.55 per l'azoto ammoniacale, 0.11 per l'azoto nitroso, 0.8 per l'azoto nitrico, 0.62 per silicio da ortosilicati e 0.03 per il fosforo da ortofosfati.

Le determinazioni delle concentrazioni di fosforo e azoto totale sono state effettuate su campioni di acqua marina non filtrata, congelati subito al momento del prelievo. I limiti di rilevabilità, espressi in µgdm⁻³, sono rispettivamente per il fosforo di 0.03 e per l'azoto di 0.8.

Tutte le analisi di tipo chimico sono state effettuate presso il Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia.

Nei grafici di seguito riportati, le concentrazioni di tutti i nutrienti analizzati (µgdm⁻³) vengono espresse come µM.

I campioni di fitoplancton raccolti per l'analisi quali-quantitativa sono stati fissati, al momento del prelievo, con Liquido di Lugol; i conteggi di abbondanza sono stati effettuati in tutti i campioni prelevati alle stazioni a 500 m di distanza dalla costa secondo il metodo Uthermöhl (1958).

I campioni di mesozooplancton per l'analisi quali-quantitativa sono stati raccolti, a 500 m dalla costa, utilizzando una rete standard WP-2 con vuoto di maglia di 200 µm e sono stati fissati, al momento del prelievo, con formaldeide al 37% neutralizzata con tetraborato di sodio.

I conteggi di abbondanza sia per il fitoplancton che per il mesozooplancton sono stati effettuati dal Dipartimento ARPAV Provinciale di Rovigo.

Tutte le analisi sono state eseguite seguendo le metodiche previste dalle "Metodologie analitiche di riferimento ICRAM" indicate da Ministero dell'Ambiente.

Le unità di misura di ciascuna variabile sono riportate in tabella 3.

L'indice trofico "TRIX" (Vollenweider R.A. *et al.*, 1998) è stato applicato al set di dati raccolti, come indicato dal D.Lgs. 152/99. Questo indice, in fase di interpretazione dei risultati ottenuti ed al fine di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi, permette di fornire un quadro complessivo dello stato

chimico e biologico delle acque marino-costiere mediante la formulazione della loro classificazione trofica.

Al fine di poter effettuare delle valutazioni anche di tipo statistico sull'insieme dei dati, i valori risultati inferiori al limite di rilevabilità sono stati sostituiti con il valore corrispondente alla metà del rispettivo limite.

| Simbolo | Parametro | Unità di misura |
|----------------|--------------------------------------------|-----------------------------|
| Data | data di campionamento | GG.MM.AAAA. |
| Staz. | stazione | riferimento numerico |
| Prof. | profondità di campionamento | metri |
| Ora | ora (T.M.E.C.) | Hh:mm |
| D.S. | Disco Secchi | metri |
| T | temperatura | gradi centigradi |
| S | salinità | PSU |
| pH | pH | unità di pH |
| OD% | saturazione percentuale ossigeno disciolto | 10 ² |
| -NH3 | azoto ammoniacale disciolto | µM |
| -NO2 | azoto nitroso disciolto | µM |
| -NO3 | azoto nitrico disciolto | µM |
| Ntot | azoto totale disciolto | µM |
| -SiO4 | silicio da ortosilicati disciolto | µM |
| -PO4 | fosforo da ortofosfati disciolto | µM |
| Ptot | fosforo totale | µM |
| Clor.a | clorofilla a (da sonda) | µg dm ⁻³ |
| Fito Tot. | fitoplancton totale da conteggio | cellule/l |
| Diato | diatomee totali | cellule/l |
| Dino | dinoflagellati totali | cellule/l |
| Altro fito | altro fitoplancton totale | cellule/l |
| Meso. Tot | mesozooplancton totale da conteggio | individui/m ³ |
| Copepodi | copepodi totali | individui/m ³ |
| Cladoceri | cladoceri totali | individui/m ³ |
| Altro meso | altro mesozooplancton totale | individui/m ³ |
| LAT. | Latitudine | gradi primi secondi (ED 50) |
| LONG. | Longitudine | gradi primi secondi (ED 50) |
| TRIX | indice trofico trix | numero |

Tabella 3: Parametri considerati e relative unità di misura

4 RISULTATI

4.1 Controllo dell'eutrofizzazione

Nell'anno 2002 sono state attuate le campagne di monitoraggio previste dalla Convenzione, con la raccolta di dati acquisiti direttamente in campo e di analisi prodotte in laboratorio.

Nella tabella 4 vengono riportati i dati riassuntivi per ciascuna variabile calcolati in superficie su tutte le stazioni del monitoraggio.

| | N | MEDIA | MEDIANA | MINIMO | MASSIMO | D.S. |
|------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|--------|----------|-----------|
| <i>N-NH3</i> (μM) | 330 | 0,61 | < L.R. | < L.R. | 7,37 | 0,94 |
| <i>N-NO2</i> (μM) | 330 | 0,40 | 0,28 | < L.R. | 2,67 | 0,39 |
| <i>N-NO3</i> (μM) | 330 | 16,21 | 10,94 | < L.R. | 132,50 | 17,70 |
| <i>N TOTALE</i> (μM) | 330 | 35,91 | 31,34 | 3,80 | 151,90 | 22,33 |
| <i>P-PO4</i> (μM) | 330 | 0,07 | < L.R. | < L.R. | 1,29 | 0,13 |
| <i>P TOTALE</i> (μM) | 330 | 0,58 | 0,50 | < L.R. | 2,47 | 0,45 |
| <i>Si-SiO4</i> (μM) | 330 | 10,04 | 7,12 | < L.R. | 53,90 | 9,41 |
| TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$) | 330 | 16,36 | 16,64 | 2,90 | 27,08 | 7,33 |
| PH | 330 | 8,20 | 8,21 | 7,91 | 8,49 | 0,08 |
| SALINITA' (PSU) | 330 | 31,74 | 33,24 | 9,21 | 37,51 | 4,84 |
| OSSIGENO DISCIOLTO (%) | 330 | 92,33 | 91,55 | 73,40 | 126,10 | 7,87 |
| CLOROF. <i>a</i> ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) | 330 | 0,93 | 0,60 | 0,10 | 6,50 | 0,87 |
| TRASPARENZA (m) | 330 | 2,71 | 2,50 | 0,10 | 13,00 | 1,44 |
| DIATOMEAE (cell/l) | 110 | 1979476,5 | 1646321,0 | 48114 | 9289186 | 1717804,9 |
| DINOFLAGELLATAE (cell/l) | 110 | 41599,2 | 18694,5 | 0 | 872224 | 95519,5 |
| ALTRO FITOPL. (cell/l) | 110 | 1312697,7 | 890571,5 | 82861 | 6672514 | 1339725,6 |
| FITOPL. TOTALE (cell/l) | 110 | 3334486,9 | 2702841,0 | 169857 | 11600579 | 2395049,6 |
| CLADOCERI (individui/ m^3) | 109 | 292,2 | 38,0 | 0 | 2896 | 541,6 |
| COPEPODI (individui/ m^3) | 109 | 725,9 | 448,0 | 8 | 7377 | 1008,3 |
| ALTRO MESOZOPL. (individui/ m^3) | 109 | 366,0 | 167,0 | 3 | 6151 | 701,2 |
| MESOZOPL. TOTALE (individui/ m^3) | 109 | 1384,1 | 994,0 | 60 | 7657 | 1391,9 |
| INDICE TROFICO TRIX | 330 | 4,49 | 4,54 | 2,02 | 6,41 | 0,84 |

Tabella 4: Numerosità, media, mediana, minimo, massimo e deviazione standard calcolati per i dati relativi alla superficie, anno 2002.

4.2 Trasparenza

I valori di trasparenza nell'anno 2002 sono risultati compresi tra un massimo di 13.00 m (stazione 3560 nella prima campagna di agosto – 08A) ed un minimo di 0.10 m (stazione 3720 nella seconda campagna di novembre – 11B) giustificabile come conseguenza delle abbondanti

precipitazioni verificatesi nel mese (Fig. 2) vista la localizzazione della stazione in prossimità della foce del Po di Levante. Il valore medio annuale è stato di 2.71 m.

In figura 2 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento.

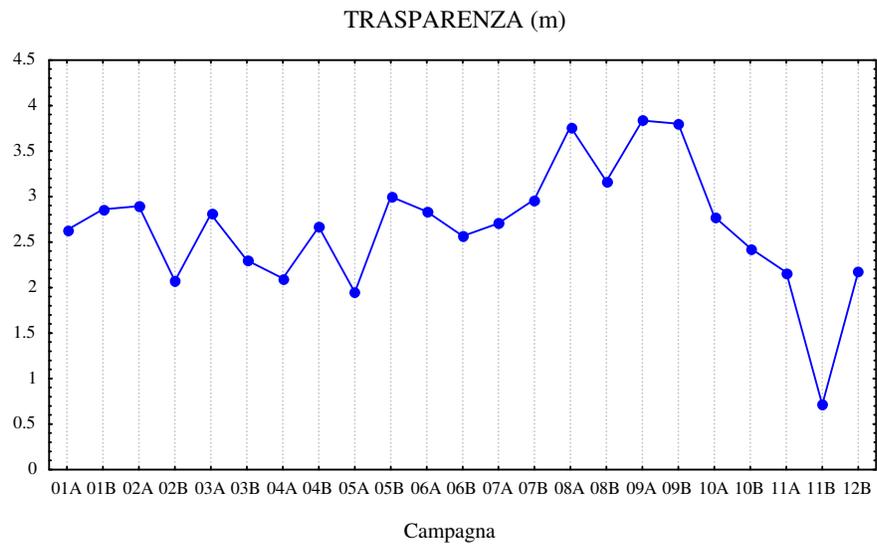


Figura 2: Valori medi di trasparenza per campagna di rilevamento e misura.

La distribuzione dei valori medi annui per ciascuna stazione, riportata in figura 3, mostra una diminuzione del valore medio lungo la costa da nord (trans. 08) verso sud (trans. 72) e, inoltre, un marcato gradiente positivo spostandosi verso le stazioni più esterne meno soggette all'influenza fluviale; tale gradiente risulta meno marcato nella zona a sud di Chioggia ove sono presenti le foci dei maggiori fiumi della regione.

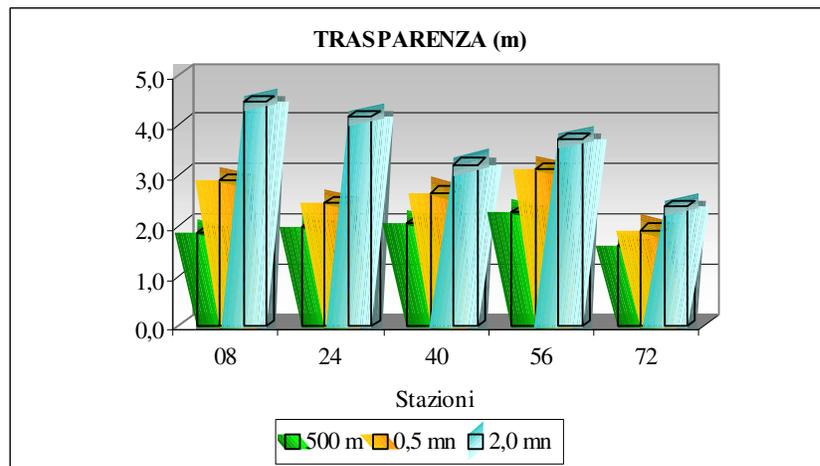


Figura 3: Valori medi annuali di trasparenza (m) per ciascuna stazione.

4.3 Temperatura

In superficie il valore medio annuale è stato di 16.36°C, con un minimo di 2.90°C (stazione 1720, prima di gennaio – 01A) ed un massimo di 27.08°C (stazione 3080, seconda di giugno – 06B).

La distribuzione delle temperature medie in superficie è riportata in figura 4, mentre in figura 5 si mostrano i valori medi annui per ciascuna stazione.

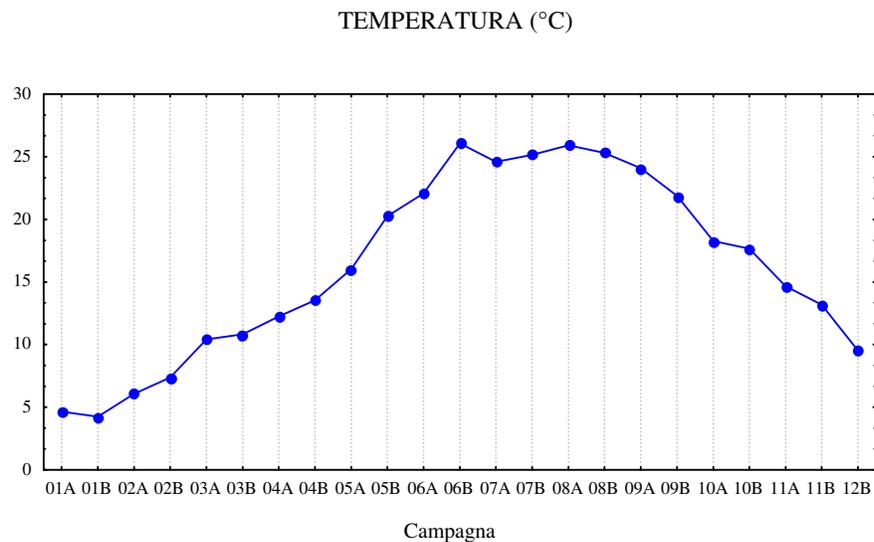


Figura 4: Valori medi di temperatura (°C) per campagna di rilevamento.

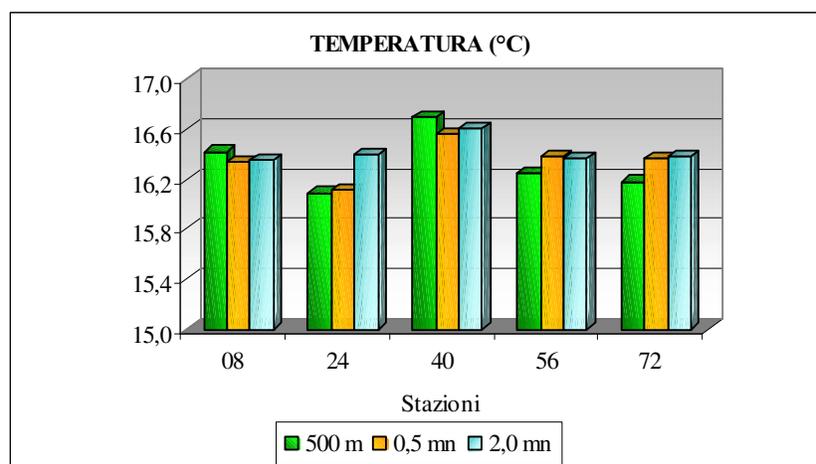


Figura 5: Valori medi annui di temperatura (°C) per ciascuna stazione

4.4 Salinit 

In superficie la salinit  media   stata di 31.74 PSU, con un valore minimo assoluto di 9.21 PSU (stazione 1240, seconda campagna di novembre – 11B) e un massimo di 37.51 PSU (stazione 2400, prima campagna di febbraio – 02A).

In figura 6 si riporta l'andamento delle salinit  medie in superficie per campagna di rilevamento; le abbondanti precipitazioni in corrispondenza del mese di novembre hanno determinato la presenza di acque fortemente diluite soprattutto nelle zone antistanti i fiumi.

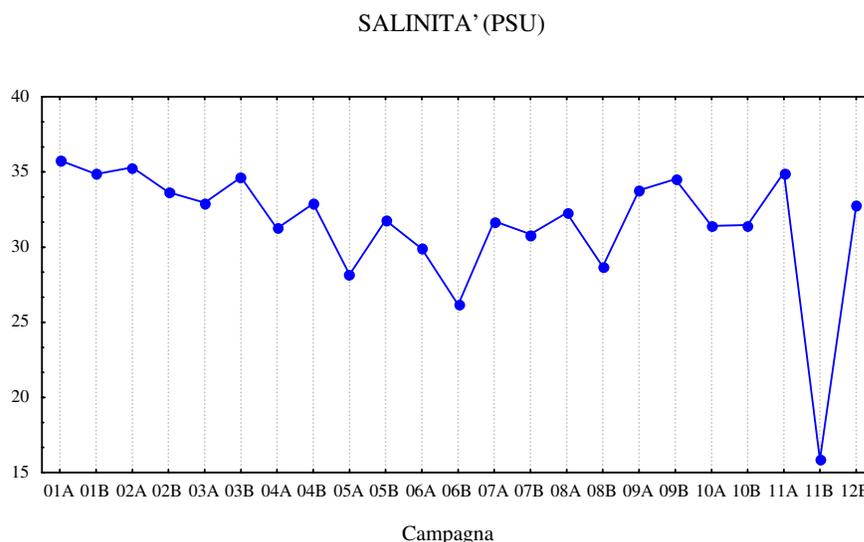


Figura 6: Salinit  medie (PSU) in superficie per campagna di rilevamento.

In superficie, la distribuzione dei valori medi per stazione lungo l'intero tratto di costa considerato (Fig. 7), mostra come la zona antistante la Laguna di Venezia (trans. 40 e 56), non direttamente interessata da apporti di acque dolci, presenti valori medi di salinit  pi  elevati. La zona posta a sud del Porto di Chioggia presenta salinit  medie nettamente inferiori come conseguenza della presenza di fiumi di notevole portata (Brenta, Adige, Po di Levante). Valori di salinit  intermedi caratterizzano, infine, il tratto di mare compreso tra la foce del fiume Tagliamento e la Bocca di Porto di Venezia-Punta Sabbioni (trans. 08 e 24), zona interessata da foci di corsi d'acqua minori (Fig. 1).

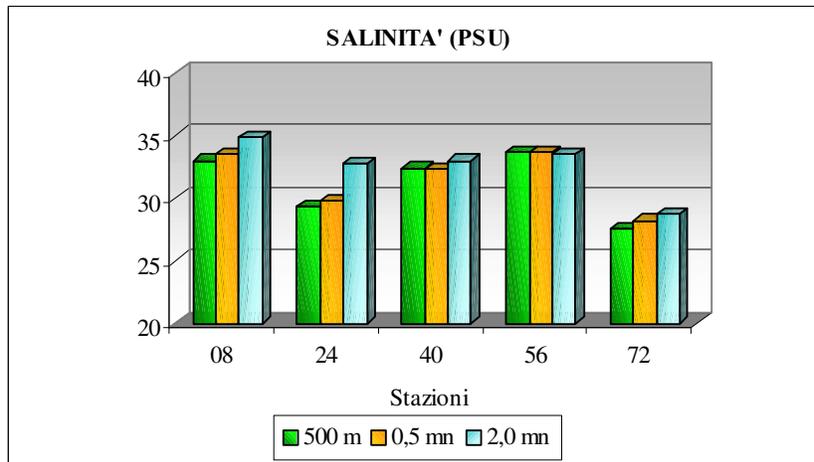


Figura 7: Valori medi annui di salinità (PSU) per ciascuna stazione

4.5 Concentrazione Idrogenionica

Rappresenta il parametro che, grazie all'azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, ha espresso la più ristretta variabilità in superficie, con un valore medio di 8.20 unità di pH (Fig. 8). Il valore massimo è stato di 8.49 unità di pH (stazione 1720, seconda di agosto – 08B) e il minimo 7.91 unità di pH (stazione 2400, prima di aprile – 04A).

In figura 8 si riporta la distribuzione dei valori medi di pH per ciascuna campagna di rilevamento, mentre in figura 9 si mostrano i valori medi annui per ciascuna stazione.

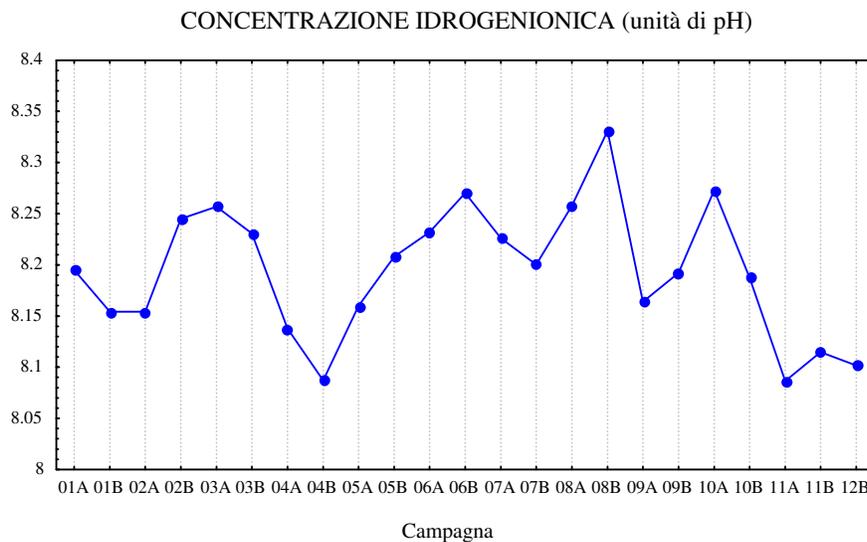


Figura 8: Valori medi di pH in superficie per campagna di rilevamento.

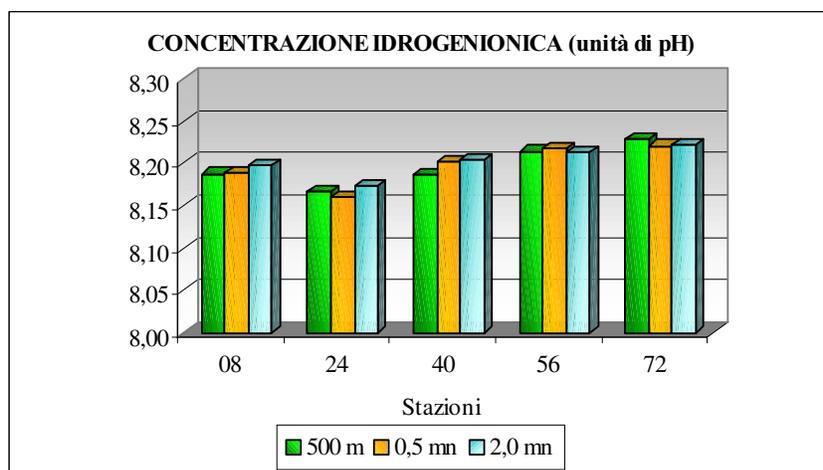


Figura 9: Valori medi annui di pH per ciascuna stazione.

4.6 Ossigeno Disciolto

In superficie il valore medio annuale è stato di 92.33%, con un minimo di 73.40% (stazione 2720, seconda di novembre – 11B) ed un massimo di 126.10% (stazione 2720, seconda di agosto – 08B).

La figura 10 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie. I valori si mantengono mediamente al disotto del livello di saturazione per quasi tutto l'anno ad eccezione della seconda campagna di giugno e di agosto con valori più bassi durante il periodo autunnale; in figura 11 è riportata la variabilità dei valori di concentrazione dell'ossigeno disciolto calcolata per ciascuna stazione; si può chiaramente notare come i valori più elevati si registrino nelle stazioni dei transetti 40, 56 e 72.

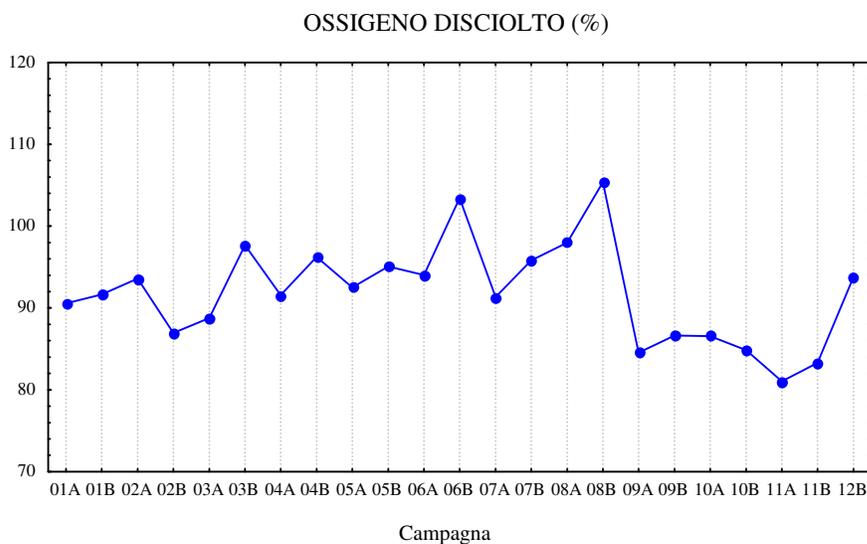


Figura 10: Valori medi di ossigeno disciolto (%) in superficie per campagna di rilevamento.

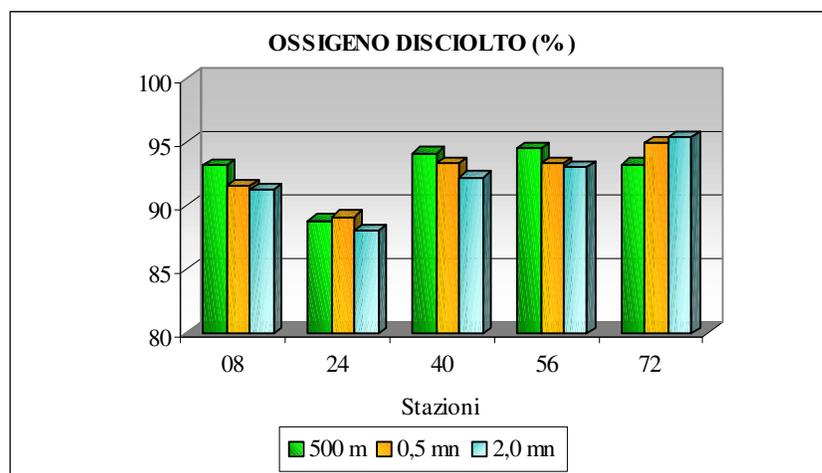


Figura 11: Valori medi annui di ossigeno disciolto (%) per ciascuna stazione.

4.7 Azoto Ammoniacale

In superficie la concentrazione media annuale di azoto ammoniacale è stata di $0.61 \mu\text{M}$ con un massimo di $7.37 \mu\text{M}$ (stazione 1400, prima campagna di aprile – 04A) e valori minimi inferiori al limite di rilevabilità dello strumento ($0.55 \mu\text{M}$) nel 75.8% dei casi. La figura 12 mostra l'andamento dei valori medi di concentrazione per campagna di rilevamento, con le concentrazioni maggiori nella prima campagna di aprile e particolarmente nella seconda di novembre.

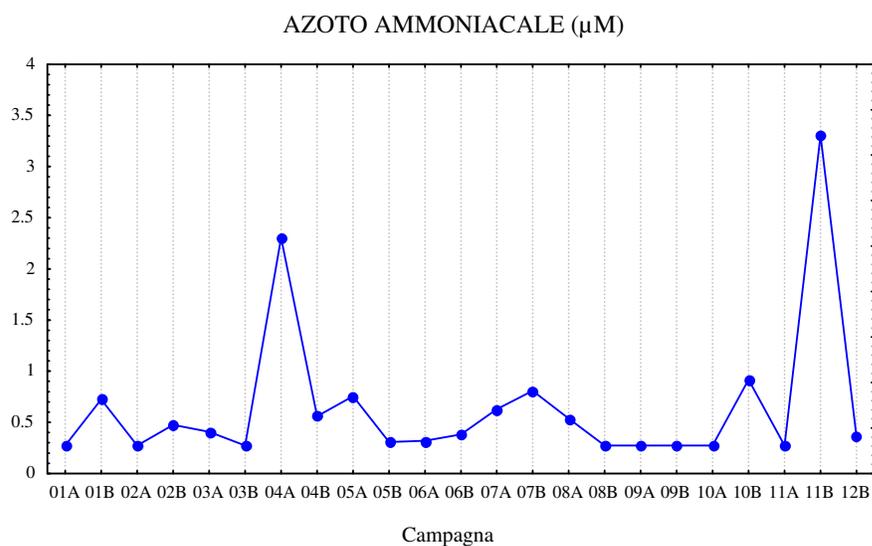


Figura 12: Valori medi di azoto ammoniacale (µM) in superficie per campagna di rilevamento.

Il riscontro di valori per stazione più elevati nei transetti 24 e 72 (Fig. 13) è da mettere in relazione con la presenza degli sbocchi dei fiumi a maggiore portata che attraversano la regione.

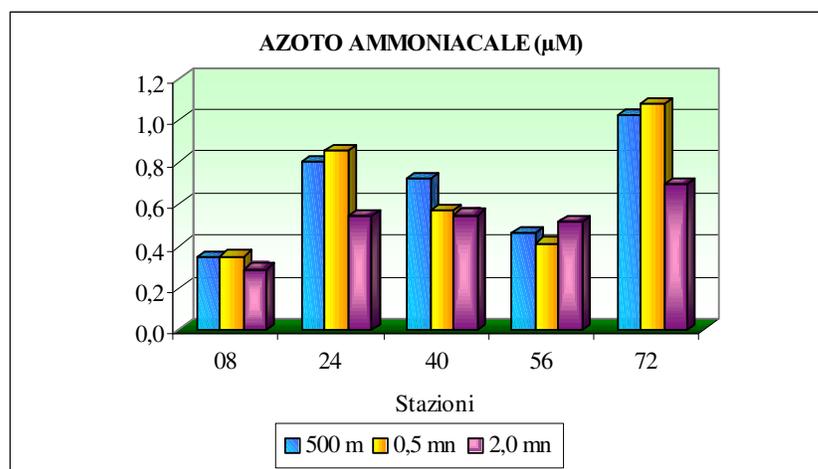


Figura 13: Valori medi annui di azoto ammoniacale (µM) per ciascuna stazione.

4.8 Azoto Nitrico

In superficie la concentrazione media annuale di azoto nitrico è stata di 16.21 µM con un massimo di 132.50 µM (stazione 1240, prima di aprile – 04A) e con valori minimi inferiori al limite di rilevabilità (0.8 µM) nel 2.7% dei casi. In figura 14 è riportato l'andamento delle

concentrazioni medie in superficie per ciclo di rilevamento; tale andamento si sviluppa in modo tipicamente stagionale con valori minimi nel periodo estivo. I picchi di concentrazione (aprile e novembre) si sono sempre registrati in conseguenza a fenomeni di precipitazioni a conferma dell'origine esogena di tale nutriente.

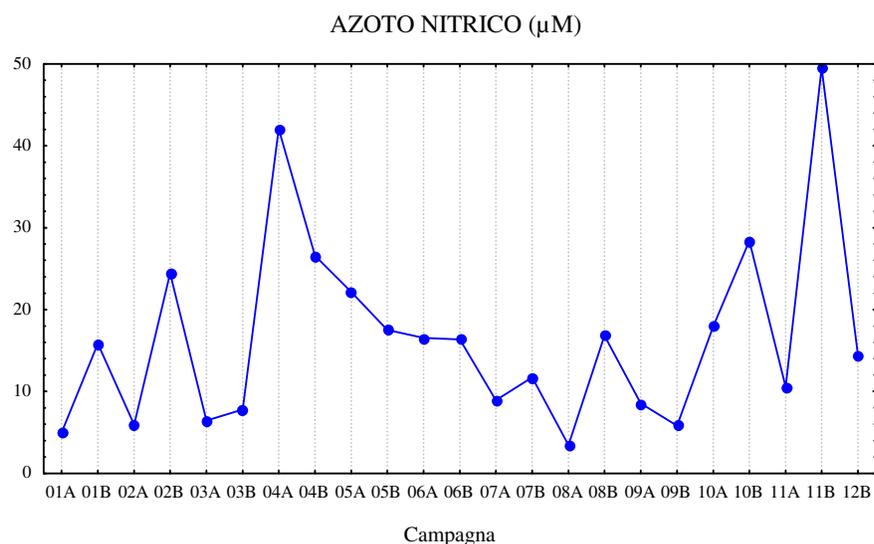


Figura 14: Valori medi di azoto nitrico (µM) in superficie per campagna di rilevamento.

La distribuzione dei valori di concentrazione lungo la costa è riportata in figura 15, mostrando anche per questo parametro valori più elevati presso i transetti 24 e 72.

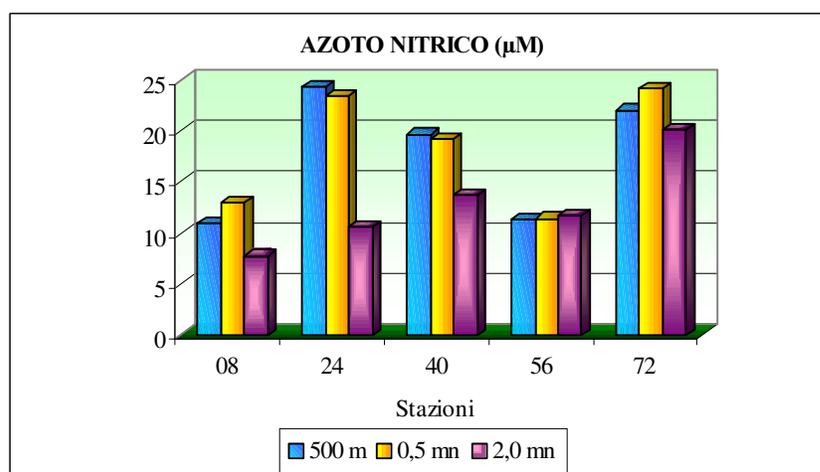


Figura 15: Valori medi annui di azoto nitrico (µM) per ciascuna stazione.

4.9 Azoto nitroso

Nel corso dell'anno 2002 la concentrazione media in superficie di questo nutriente è stata di $0.40 \mu\text{M}$ con un massimo di $2.67 \mu\text{M}$ (stazione 1240, nella prima di aprile – 04A), e con minimi inferiori al limite di rilevabilità ($0.11 \mu\text{M}$) nel 17.3% dei casi.

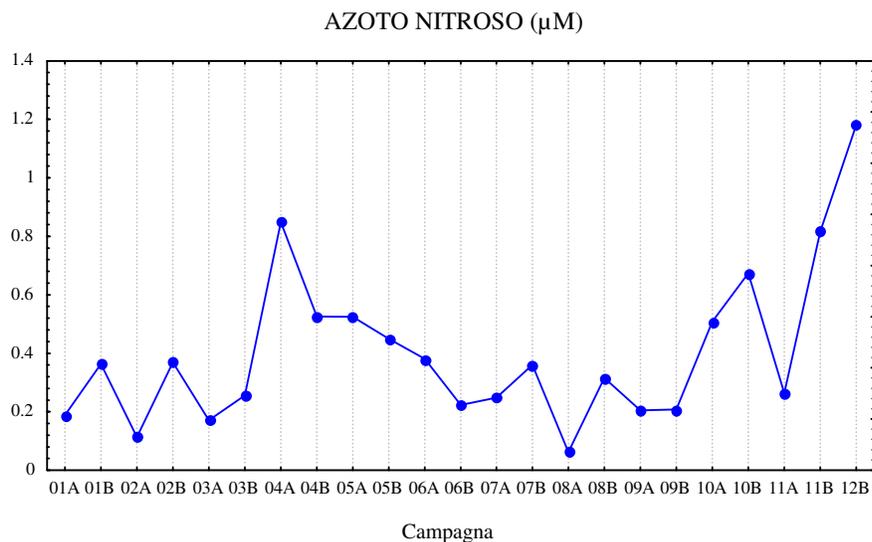


Figura 16: Valori medi di azoto nitroso (μM) in superficie per campagna di rilevamento.

L'andamento temporale dei nitriti ha presentato concentrazioni medie più alte in particolare nell'ultimo mese dell'anno (Fig. 16). Come per gli altri macronutrienti i transetti 24 e 72 ancora una volta hanno presentato i valori più elevati soprattutto nelle stazioni più vicine alla costa (Fig. 17).

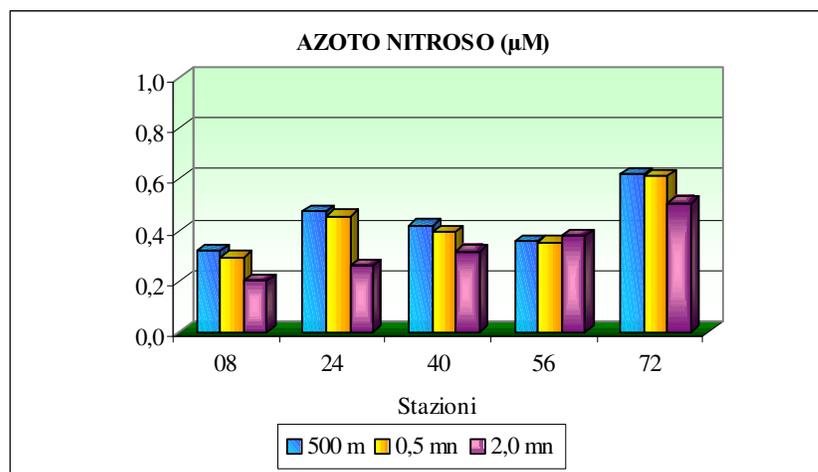


Figura 17: Valori medi annui di azoto nitroso (μM) per ciascuna stazione.

4.10 Azoto totale

In superficie la concentrazione media annuale è risultata pari a 35.91 μM , con un massimo di 151.90 μM (stazione 1240, prima campagna di aprile – 04A) e con un minimo di 3.80 μM (stazione 3240, prima campagna di marzo – 03A).

Anche per l'azoto totale si rilevano due picchi di concentrazione corrispondenti a quelli già evidenziati per i precedenti macronutrienti (Fig. 18); in particolare le concentrazioni più elevate nella seconda campagna di novembre sono da imputarsi alle intense precipitazioni che hanno caratterizzato i giorni precedenti il campionamento.

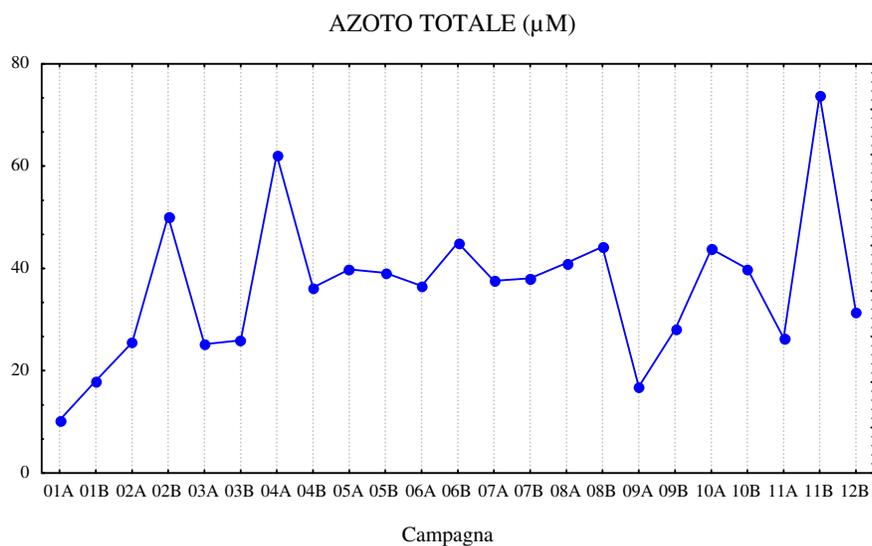


Figura 18: Valori medi di azoto totale (μM) in superficie per campagna di rilevamento.

In figura 19 si riporta la distribuzione dei valori medi annuali nelle stazioni monitorate evidenziando la stessa distribuzione già rilevata per i precedenti macronutrienti.

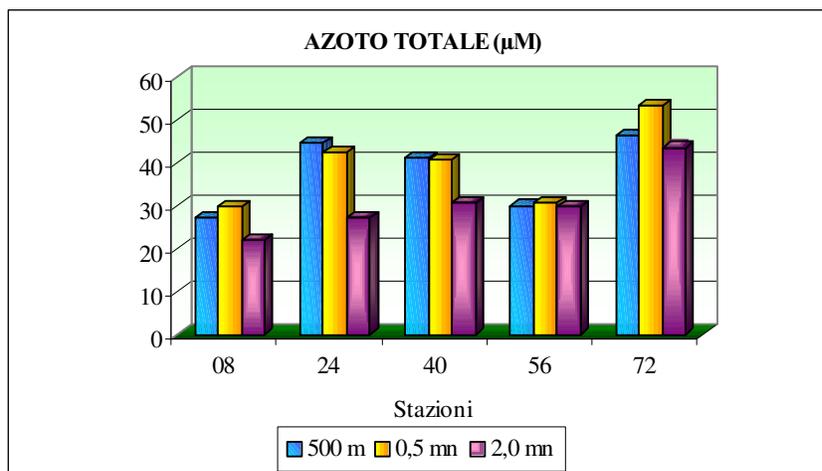


Figura 19: Valori medi annui di azoto totale (μM) per ciascuna stazione.

4.11 Silicio da Ortosilicati

In superficie la concentrazione media annuale è stata di $10.04 \mu\text{M}$, con un massimo di $53.90 \mu\text{M}$ (stazione 3720, nella prima campagna di luglio – 07A) e valori minimi, inferiori al limite di rilevabilità dello strumento ($0.62 \mu\text{M}$), nel 7.0% dei casi.

Analogamente a quanto già detto per l'azoto totale, sono stati rilevati picchi di massima concentrazione in corrispondenza ai periodi di maggiore precipitazione con il massimo assoluto nella seconda campagna di novembre (Fig. 20). L'andamento del silicio è apparso in parte sovrapponibile a quello dell'azoto totale (Fig. 18), particolarmente per quanto riguarda la seconda campagna di novembre, condizionata, come già riportato, da forti piovosità e conseguenti elevati afflussi di acqua dolce e basse salinità medie (Fig. 6).

Entrambi questi parametri, inoltre, hanno mostrato una forte correlazione inversa con la salinità (azoto totale - salinità $r = -0.66$ e silicio - salinità $r = -0.74$ per $p < 0.05$).

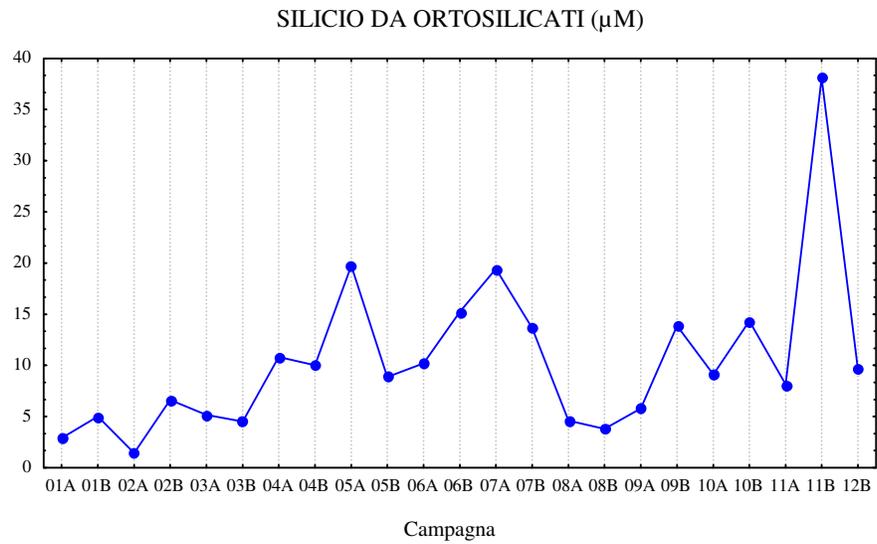


Figura 20: Valori medi di silicio da ortosilicati (μM) in superficie per campagna di rilevamento.

La forte influenza fluviale appare ancora una volta evidente e condiziona la distribuzione spaziale già vista per i precedenti macronutrienti (Fig. 21).

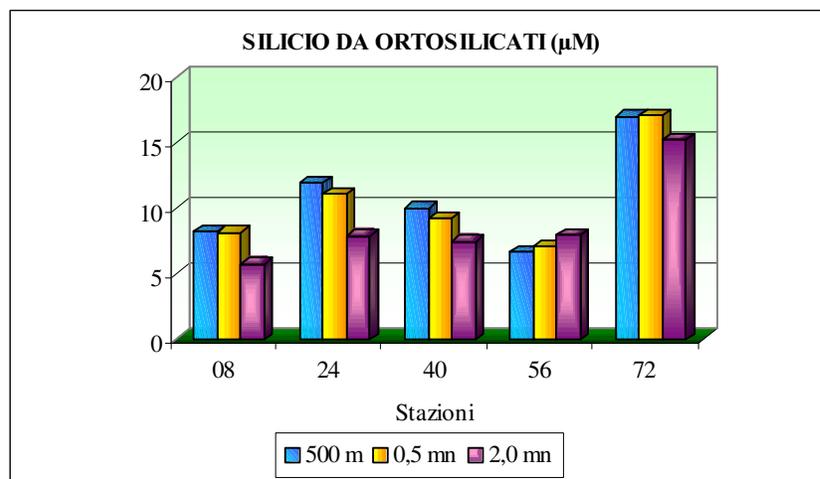


Figura 21: Valori medi annui di silicio da ortosilicati (μM) per ciascuna stazione.

4.12 Fosforo da Ortofosfati

In superficie la concentrazione media annuale è stata di $0.07 \mu\text{M}$, con un massimo di $1.29 \mu\text{M}$ (stazione 3720, seconda campagna di luglio – 07B). I valori minimi sono risultati al di sotto del limite di rilevabilità ($0.03 \mu\text{M}$) nel 57.9% dei casi analizzati.

La distribuzione stagionale delle concentrazioni di fosforo da ortofosfati ha mostrato un andamento non ben definito, legato al ciclo di questo elemento (Fig. 22), con un picco nella seconda campagna di novembre.

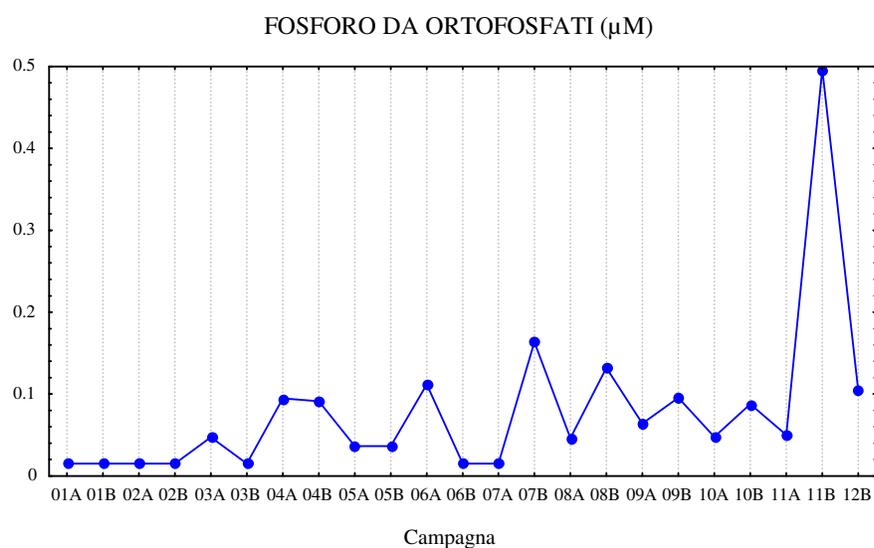


Figura 22: Valori medi di silicio da fosforo da ortofosfati (μM) in superficie per campagna di rilevamento.

La distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati lungo la costa (Fig. 23) evidenzia come, presso i transetti 24 e 72 posti rispettivamente in corrispondenza delle foci di Piave e Po di Levante, si siano registrati i valori più elevati; per tutti i transetti non si rileva un gradiente ben definito allontanandosi dalla costa.

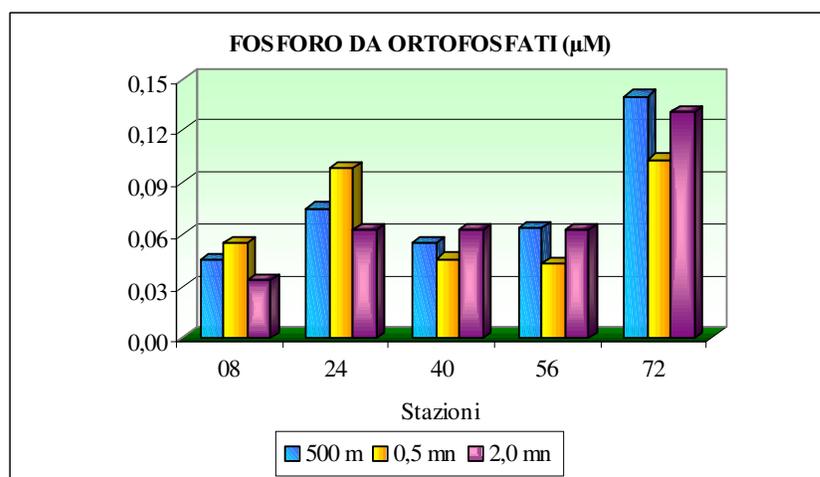


Figura 23: Valori medi annui di fosforo da ortofosfati (µM) per ciascuna stazione.

4.13 Fosforo Totale

In superficie la concentrazione media annuale è risultata pari a 0,58 µM, con un massimo di 2,47 µM (stazione 2080, seconda campagna di dicembre – 12B) e con il 13,6% dei casi di valori inferiori al limite di rilevabilità (0,03 µM).

In superficie i valori medi per ciclo di rilevamento (Fig. 24) hanno mostrato un andamento discontinuo, con valori medi nettamente più bassi nei primi mesi dell'anno.

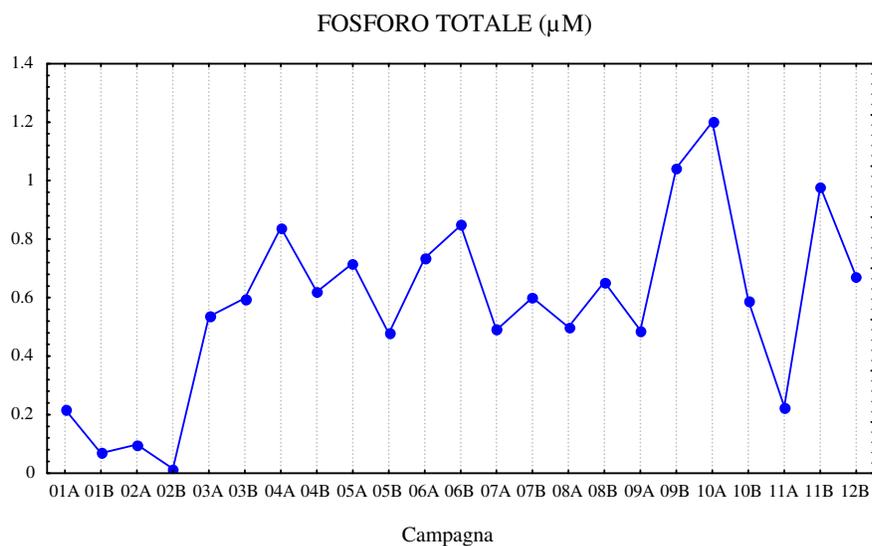


Figura 24: Valori medi di silicio da fosforo totale (µM) in superficie per campagna di rilevamento.

In figura 25 sono riportate le distribuzioni dei valori medi annui per ciascuna stazione; il transetto 72 spicca nettamente per le concentrazioni più elevate.

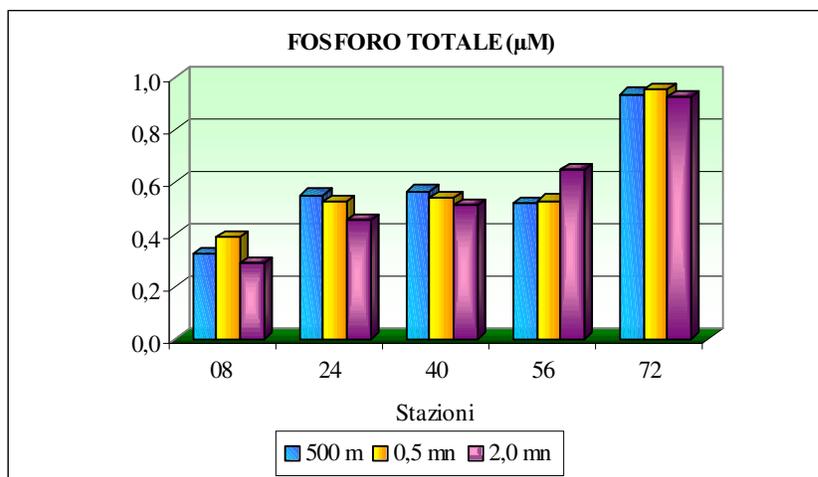


Figura 25: Valori medi annui di fosforo totale (µM) per ciascuna stazione.

4.14 Clorofilla a

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla *a* è stata di $0.93 \mu\text{g}/\text{dm}^3$, con un valore minimo di $0.10 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ rilevato in 5 casi ed un massimo di $6.5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ (stazione 2720, prima campagna di febbraio – 02A).

La distribuzione dei valori medi di clorofilla *a* per campagna di rilevamento (Fig. 26) presenta un andamento fortemente condizionato dagli eventi verificatisi nel corso dell'anno in particolare per quanto riguarda il periodo estivo e autunnale. Il trend annuale risulta infatti contraddistinto dalla presenza dei valori più alti nei mesi di agosto e ottobre; particolare è il picco registrato nella prima campagna di febbraio.

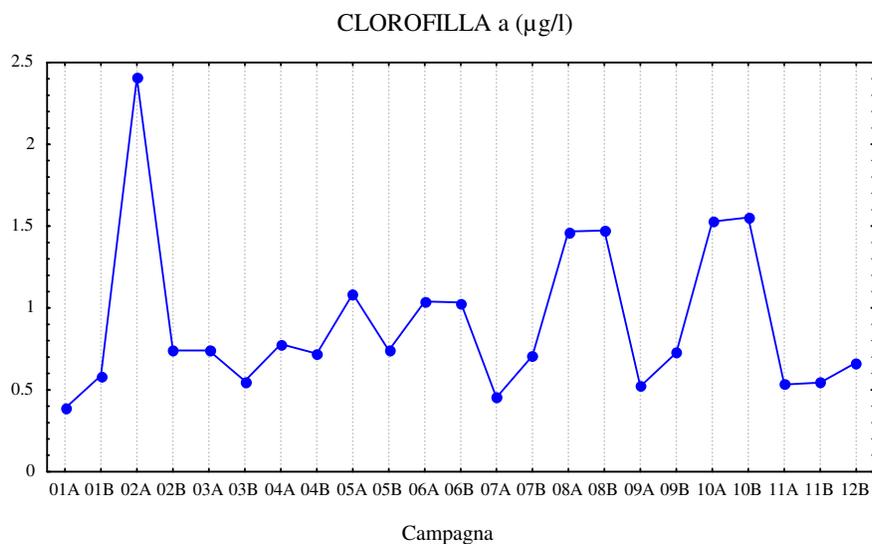


Figura 26: Valori medi di clorofilla a (µg/l) in superficie per campagna di rilevamento.

In figura 27 sono riportate le concentrazioni medie annuali per ciascuna stazione, mentre in figura 28 è rappresentata la distribuzione dei valori per ciascun transetto; ancora una volta si può osservare come le concentrazioni a sud del Porto di Chioggia appaiano le più elevate, analogamente a quanto si osserva per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 33), e con un più ampio spettro di distribuzione.

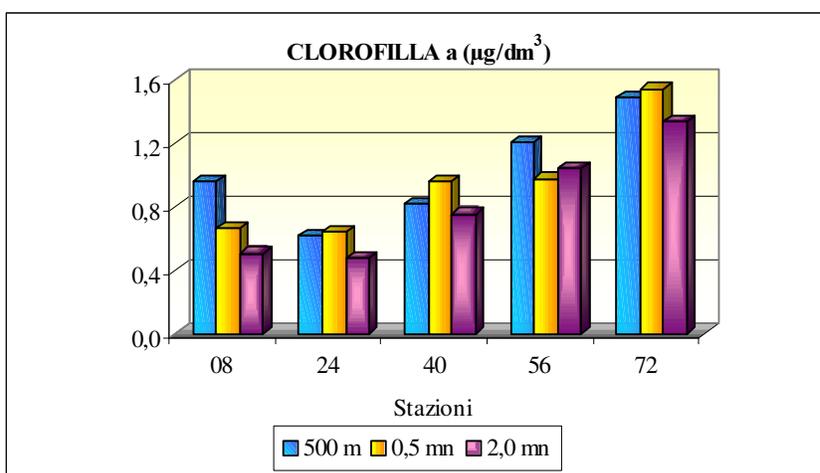


Figura 27: Valori medi annui di clorofilla a (µg/l) per ciascuna stazione.

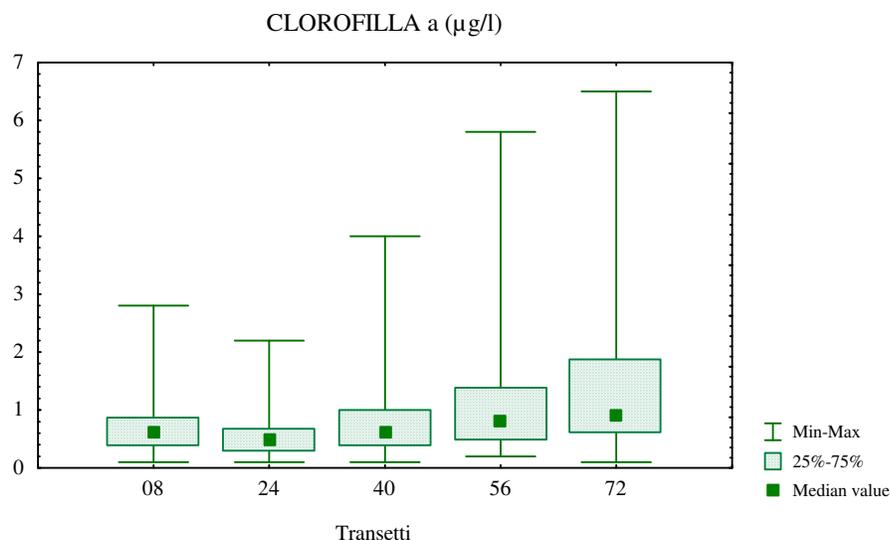


Figura 28: Box & Whisker Plot dei valori di concentrazione di clorofilla a (µg/l) per ciascun transetto.

4.15 Indice trofico TRIX¹

L'indice classifica lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità (Tab. 5), 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 (µg/l);

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

N = Azoto minerale disciolto (µg/l);

P = Fosforo totale (µg/l);

¹ 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 trofic condition of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trofic scale, turbidity and generalized water quality index" di R. A. Vollenweider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi, (1998).

| INDICE DI TROFIA | STATO TROFICO | COLORE |
|------------------|---------------|--------|
| 2-4 | Elevato | Blu |
| 4-5 | Buono | Verde |
| 5-6 | Mediocre | Giallo |
| 6-8 | Scadente | Rosso |

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

I dati dell'attività del 2002 evidenziano, per le acque di superficie, un valore medio annuale di indice trofico pari a 4.49, classe "buono", con un minimo di 2.02 (stazione 3080, prima campagna di febbraio) ed un massimo di 6.41 (stazione 1720, seconda campagna di agosto).

In figura 29 sono riportati gli andamenti dei valori medi dell'indice trofico per ciascuna campagna: si può osservare che i valori medi risultano compresi nelle due classi "elevato" e "buono" ad eccezione delle campagne di ottobre e della seconda di novembre con valori compresi nella classe "mediocre".

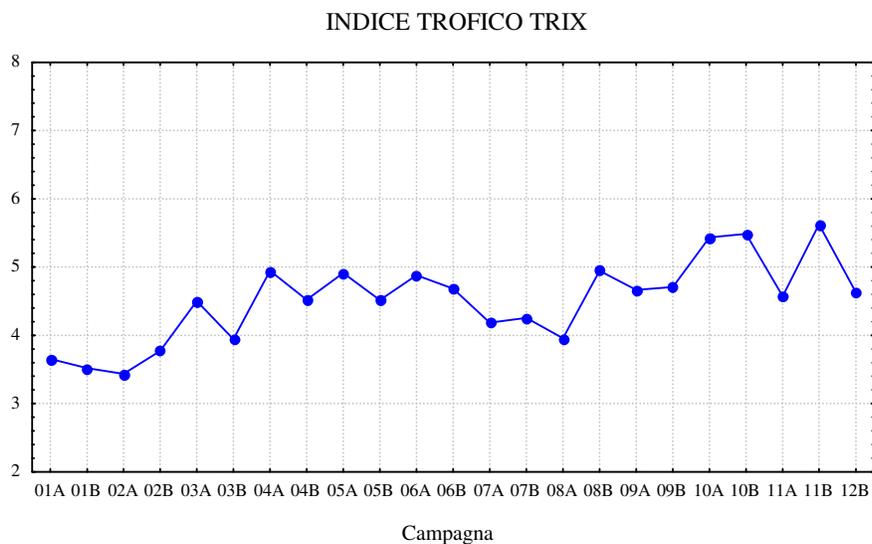


Figura 29: Valori medi di TRIX in superficie per campagna di rilevamento.

La distribuzione dei valori per ciascuna stazione (Fig. 30) mostra come i valori più elevati siano stati riscontrati nel tratto meridionale della costa veneta, in cui risulta maggiore l'afflusso di acque fluviali cariche di macronutrienti tali da sostenere un'intensa attività biologica.

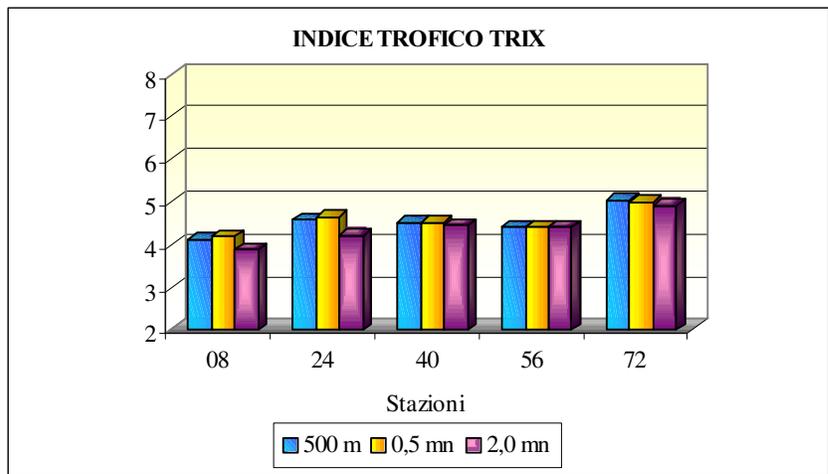


Figura 30: Valori medi annui di TRIX per ciascuna stazione.

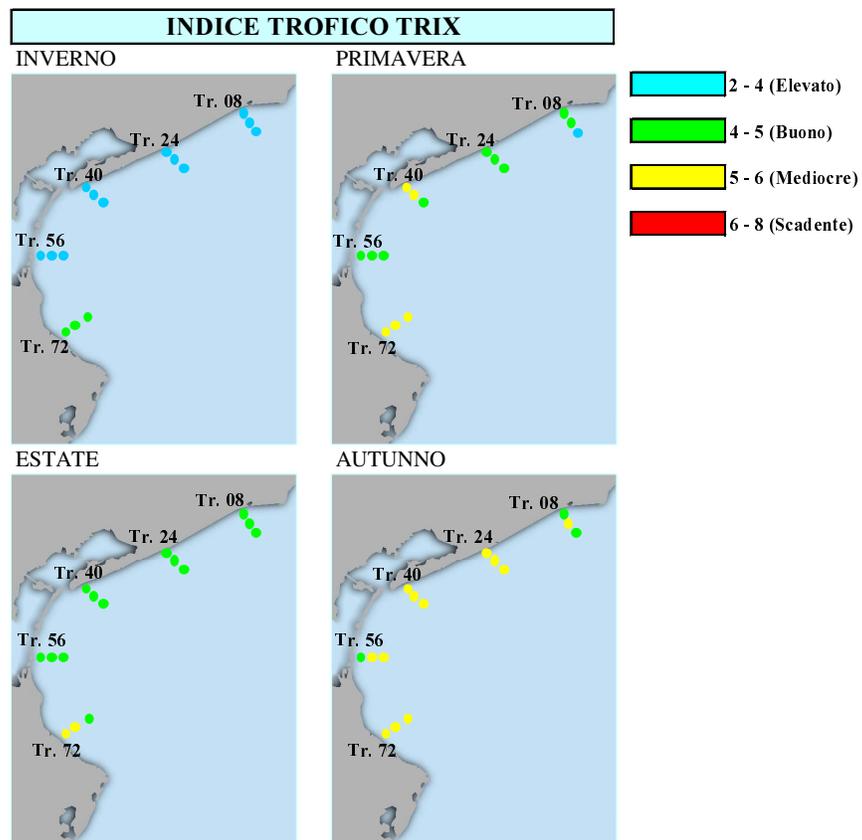


Figura 31: Distribuzione dei valori medi stagionali di TRIX per ciascuna stazione.

Come si può osservare in figura 31, nella stagione invernale i valori medi di TRIX risultano compresi nella classe “elevato” ad eccezione delle stazioni del transetto 72; nel complesso tutte le stazioni nelle stagioni successive (primavera ed estate) peggiorano di una classe fino a raggiungere in autunno una distribuzione di valori quasi sempre compresa nella classe “mediocre” senza comunque raggiungere mai la classe “scadente”.

4.16 Fitoplancton

Nel corso delle campagne di rilevamento e misura del 2002 è stata analizzata la componente fitoplanctonica di 110 campioni.

4.16.1 Analisi quantitativa

Come più volte ribadito, nelle acque costiere le condizioni stagionali di stabilità verticale della colonna d’acqua sono nettamente meno pronunciate e più transitorie rispetto a quelle delle acque al largo, ed i processi di trasporto risultano molto attivi per la presenza di input esterni come il cospicuo apporto di acque interne. In aggiunta, le condizioni meteorologiche in grado di modificare, soprattutto in ambienti a ridotta batimetria, le caratteristiche chimico-fisiche di una massa d’acqua e la componente biologica in essa contenuta, rendono l’ambiente costiero estremamente variabile.

Nel corso del 2002 le indagini sulla componente fitoplanctonica sono state effettuate nelle sole stazioni poste in prossimità della costa (500 m).

Durante l’anno è stato possibile evidenziare, per la componente fitoplanctonica, un andamento stagionale delle abbondanze che si discosta leggermente da quello tipico degli anni precedenti caratterizzato da massimi nel periodo estivo, minimi nel periodo invernale e ripresa vegetativa nel periodo primaverile. Dal grafico riportato in figura 32 si nota infatti come i massimi si riscontrino soprattutto durante il mese di giugno che ha presentato una intensa fase di caldo anomalo; si è infatti registrato un andamento termico tardo primaverile - estivo inusuale con valori massimi assoluti raggiunti nella seconda decade di giugno e valori più bassi in luglio e agosto.

L’altra anomalia che si riscontra dal grafico è la presenza di valori di fitoplancton molto elevati tra fine di ottobre e novembre giustificabili dalle piovosità sopra la media nei mesi di settembre e ottobre (con conseguente aumentato apporto di nutrienti), cui è seguito un novembre eccezionalmente mite, il più caldo degli ultimi quaranta anni (centro Meteorologico di Teolo).

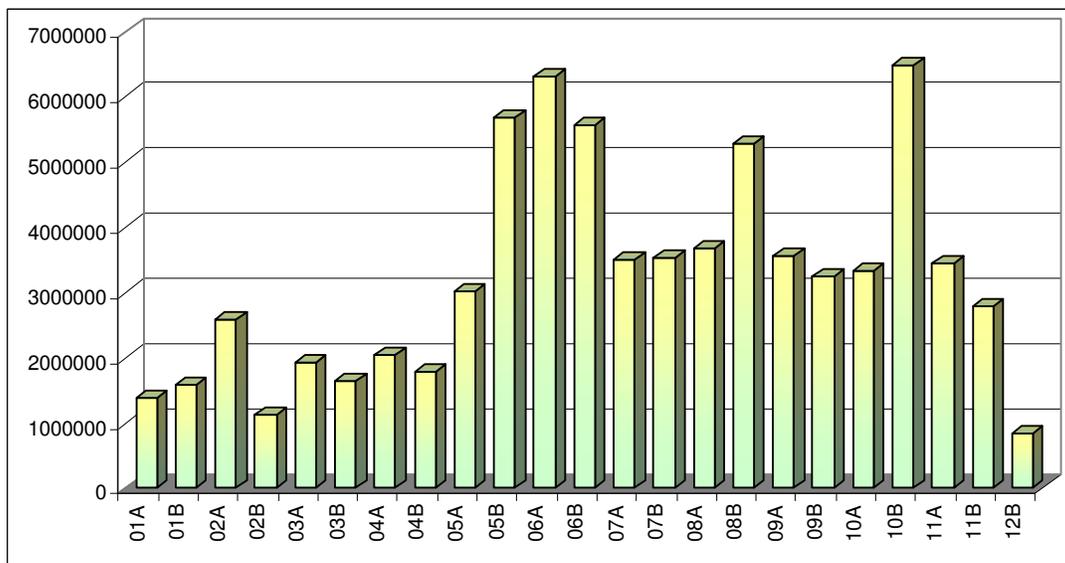


Figura 32: Andamento delle abbondanze medie per campagna di campionamento nell'anno 2002 (esprese in cell/l).

L'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un minimo assoluto di $169857 \text{ celldm}^{-3}$ (rinvenuto nella stazione 1080 nella seconda campagna di aprile) ed un massimo assoluto pari a $11600579 \text{ celldm}^{-3}$ (rinvenuto nella stazione 1720 durante la prima campagna di rilevamento e misure di Maggio).

La distribuzione spaziale dei popolamenti fitoplanctonici, lungo il litorale veneto, ha presentato un gradiente positivo in direzione nord-sud, con valori di abbondanza più elevati in corrispondenza del transetto 72, quest'ultimo fortemente influenzato dagli apporti fluviali di Adige (da Nord) e Po di Levante (Fig. 33).

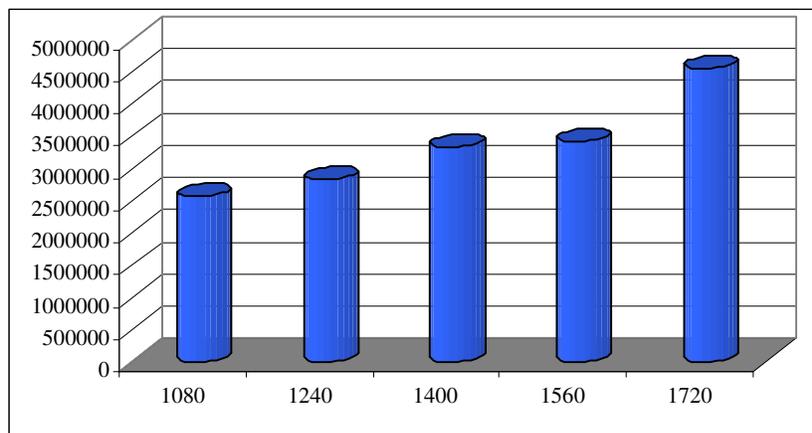


Figura 33: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie in tutte le stazioni (esprese in cell/l).

Nelle figure 34-38 sono riportate le distribuzioni delle abbondanze dei principali gruppi tassonomici per ogni stazione nelle varie campagne di monitoraggio; in generale il taxa maggiormente rappresentato, in tutti i casi, è quello delle Diatomee.

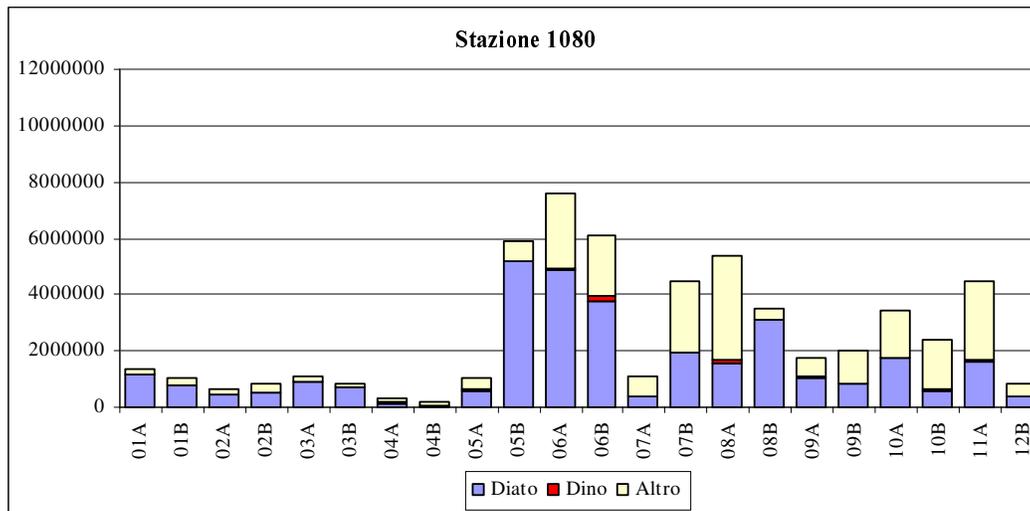


Figura 34: Distribuzione temporale delle abbondanze dei principali gruppi tassonomici nella stazione 1080 (esprese in cell/l).

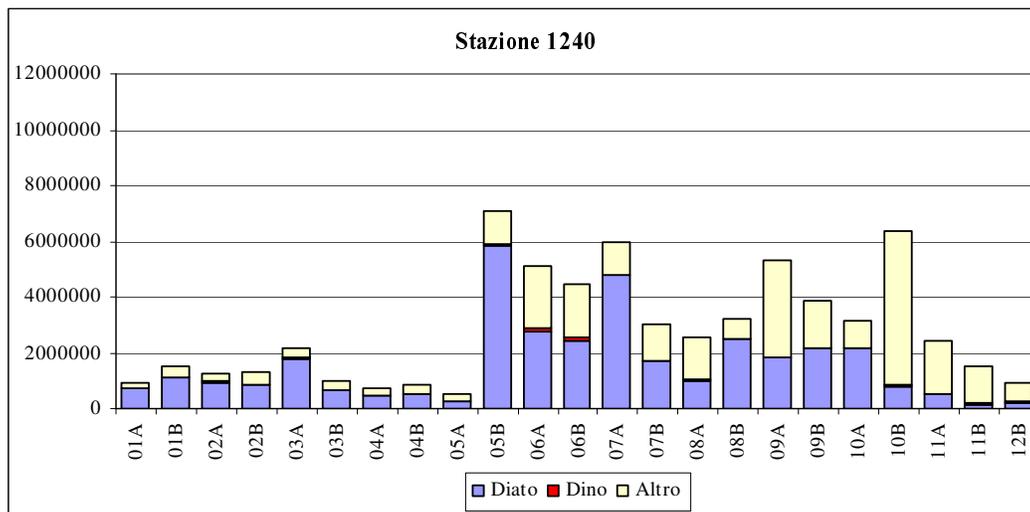


Figura 35: Distribuzione temporale delle abbondanze dei principali gruppi tassonomici nella stazione 1240 (esprese in cell/l).

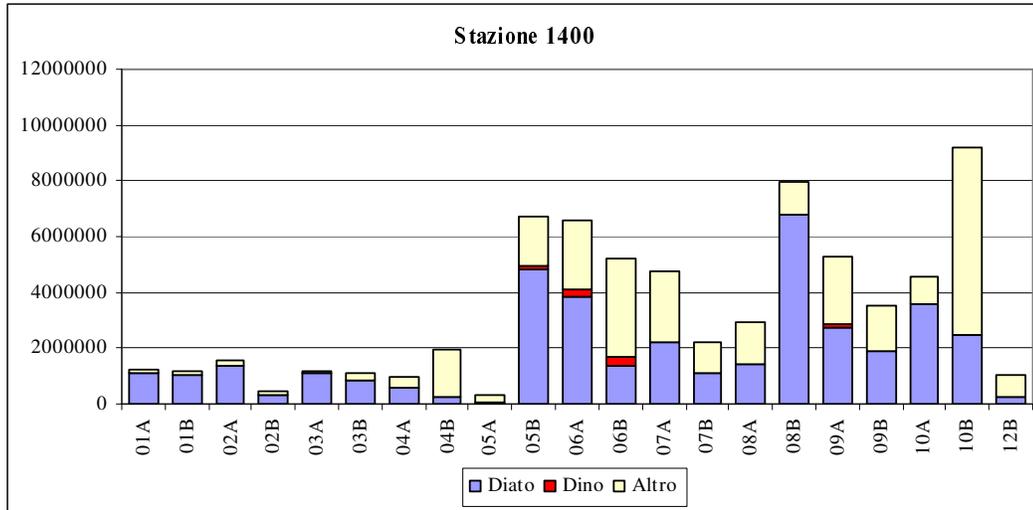


Figura 36: Distribuzione temporale delle abbondanze dei principali gruppi tassonomici nella stazione 1400 (esprese in cell/l).

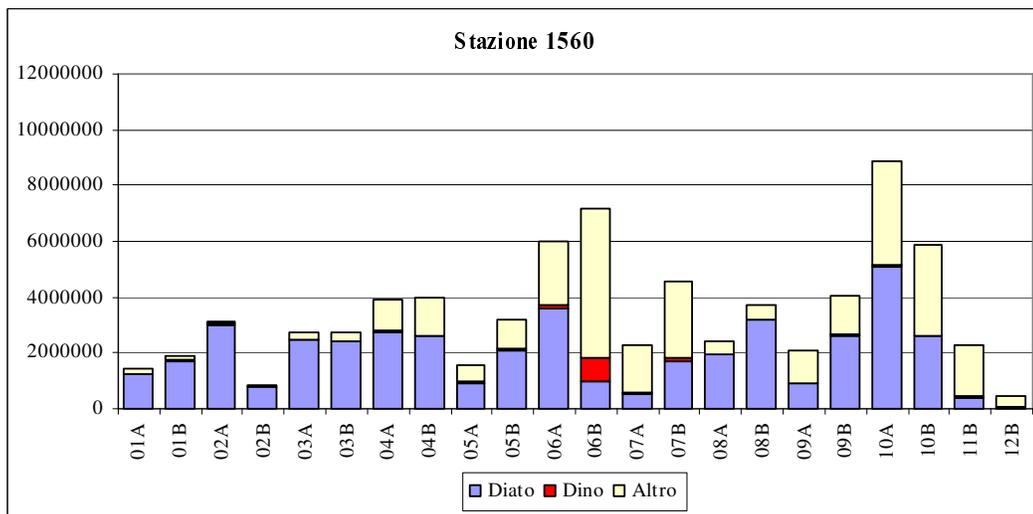


Figura 37: Distribuzione temporale delle abbondanze dei principali gruppi tassonomici nella stazione 1560 (esprese in cell/l).

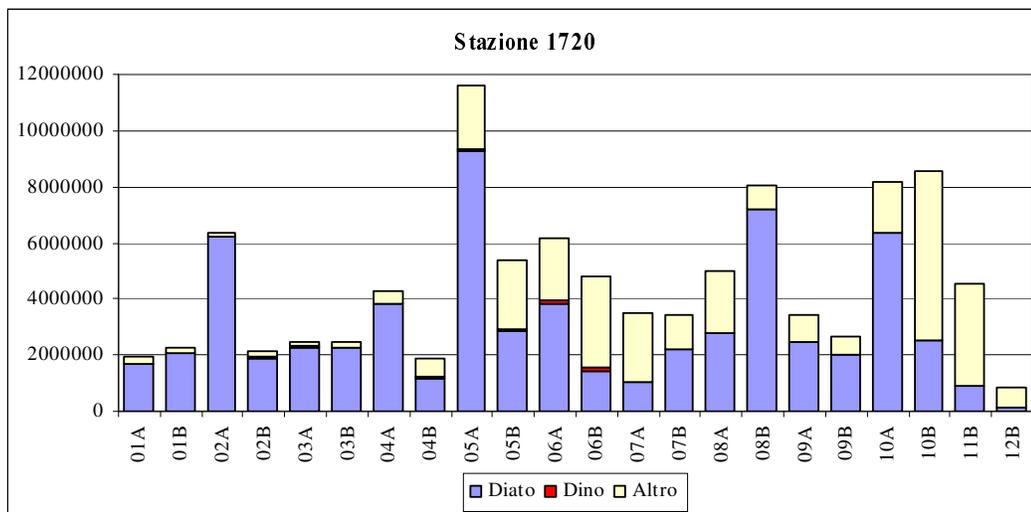


Figura 38: Distribuzione temporale delle abbondanze dei principali gruppi tassonomici nella stazione 1720 (esprese in cell/l).

In figura 39 sono riportate le distribuzioni medie per stagione del taxa maggiormente rappresentato, quello delle Diatomeae; si può osservare durante la primavera la più ampia distribuzione dei valori su tutte le stazioni monitorate rispetto alle altre stagioni.

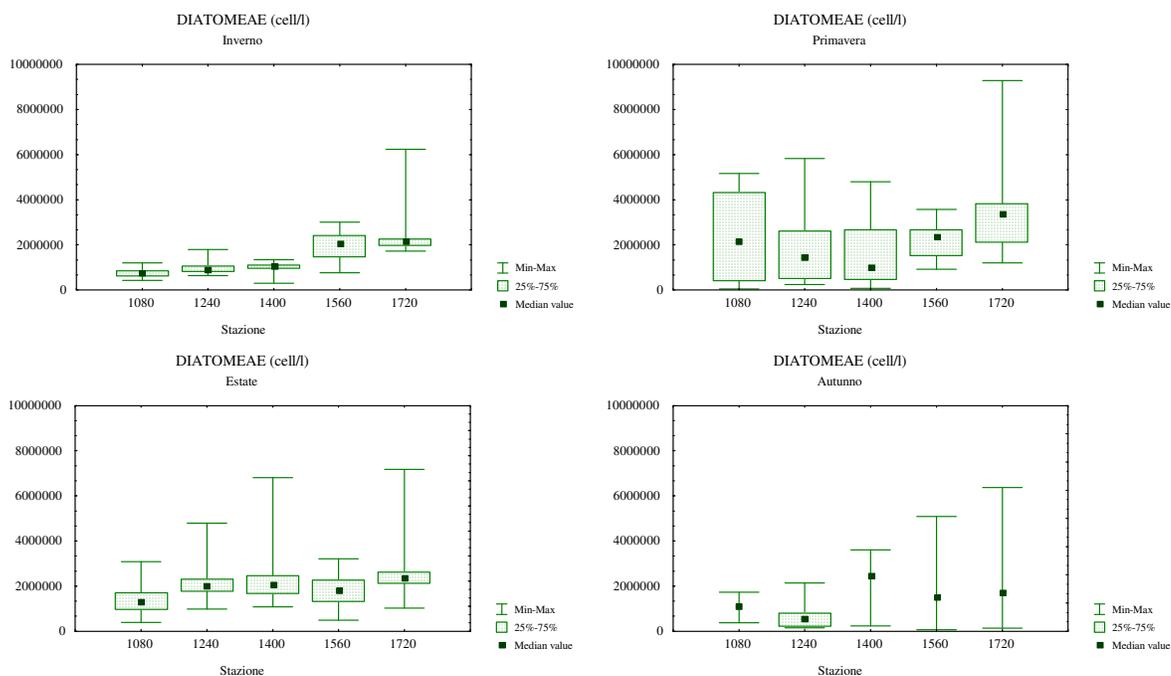


Figura 39: Box & Whisker Plot delle distribuzioni medie per stagione delle Diatomeae.

Più in dettaglio in figura 40 si riporta la distribuzione media per campagna di campionamento relativa alla classe dei Dinoflagellati i cui valori più elevati sono stati rilevati nel periodo tardo primaverile.

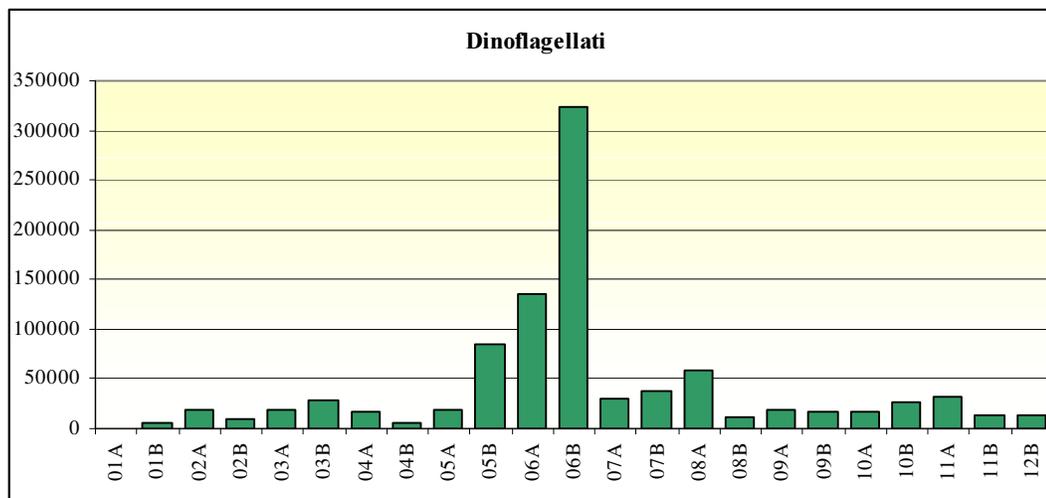


Figura 40: Distribuzione temporale delle abbondanze medie dei Dinoflagellati (esprese in cell/l).

4.16.2 Analisi qualitativa

L'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

DINOFLAGELLATAE

Prorocentrum micans Ehr.
 Prorocentrum minimum (Pav.) Sch.
 Gyrodinium sp.
 Scrippsiella trochoidea (Stein) Loeb.
 Protoperidinium tuba Sch..
 Protoperidinium sp.
 Dinoflagellatae indeterminate

DIATOMEAE

Melosira sulcata (Ehr.) Kutz.
 Skeletonema costatum (Grev.) Cl.
 Thalassiosira sp.
 Cyclotella glomerata Bachm.
 Cyclotella spp
 Leptocylindrus sp.
 Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle.
 Rhizosolenia spp.
 Chaetoceros simplex Cl.
 Chaetoceros brevis Schutt.

Chaetoceros cfr. compressus Laud.
 Chaetoceros curvisetus Cl.
 Chaetoceros socialis Laud.
 Chaetoceros teres Cl.
 Chaetoceros tenuissimus Meunier
 Chaetoceros sp.
 Cerataulina pelagica (Cl.) Hendey
 Hemiaulus Hauckii Grun.
 Fragilaria sp.
 Thalassionema sp.
 Asterionellopsis glacialis (Castr.) Round.
 Cocconeis sp.
 Navicula cancellata Donk.
 Navicula sp.
 Pleurosigma sp.
 Amphora angusta Greg.
 Amphora veneta K.
 Amphora sp.
 Nitzschia longissima (Breb. In Kutz.) Ralf. In Pritc.
 Nitzschia sp.
 Pseudonitzschia delicatissima complex (Cl.) Heiden in Heiden & Kolbe
 Pseudonitzschia seriata complex (Cl.) Hasle
 Cylindrotheca closterium (Ehr.) Lewin & Reim.
 Pennatae indeterminate
 Diatomeae indeterminate

ALTRO FITOPLANCTON

Cryptophyceae indeterminate
 Coccolitinae indeterminate
 Meringosphaera mediterranea Lohm.
 Dictyocha sp.
 Euglena sp.
 Prasinophyceae indeterminate
 Ankistrodesmus sp.
 Fitoplancton indeterminato

Sono state rinvenute 50 specie di cui 43 a livello di genere o specie e 6 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

| | | |
|--------------------|----|-------|
| Diatomee | 35 | (70%) |
| Dinoflagellate | 7 | (14%) |
| Altro fitoplancton | 8 | (16%) |

4.16.3 Ricerca di specie potenzialmente tossiche

L'attività di monitoraggio ha esteso i controlli di sorveglianza algale anche alle stazioni marino costiere poste in prossimità della costa (500 m), ai fini dell'ottenimento della deroga ai valori limiti del parametro Ossigeno Disciolto previsti dal DPR 470 secondo le indicazioni di cui al Decreto Ministero della Sanità 17 giugno 1988 e alle Circolari del Ministero della Sanità 9 aprile 1998 e 31 luglio 1998. L'attività ha previsto la ricerca delle seguenti specie potenzialmente tossiche:

Dinophysis spp.
Lingulodinium polyedrum
Gonyaulax grindley
Alexandrium spp.
Pseudo-nitzschia spp.

Nelle figure 41 e 42 si riportano le distribuzioni medie per campagna di monitoraggio delle due uniche specie riscontrate nel periodo indagato: *Dinophysis* spp., *Pseudo-nitzschia* spp..

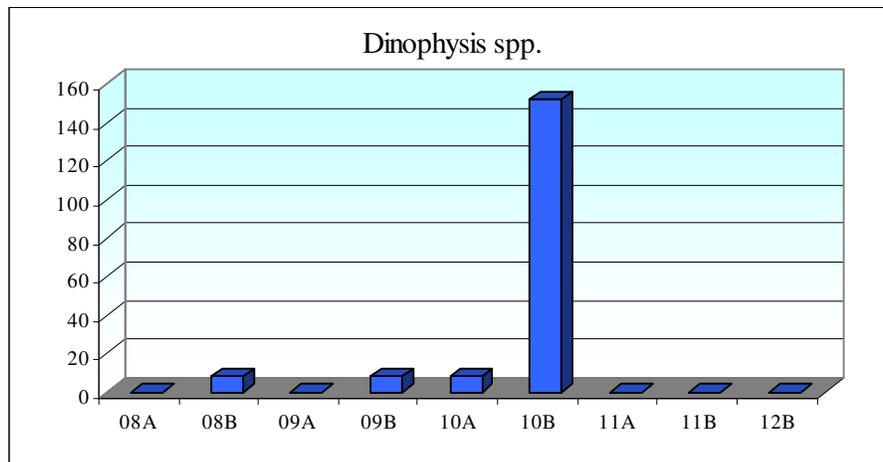


Figura 41: Distribuzione temporale delle abbondanze medie per campagna di *Dinophysis* spp. (esprese in cell/l).

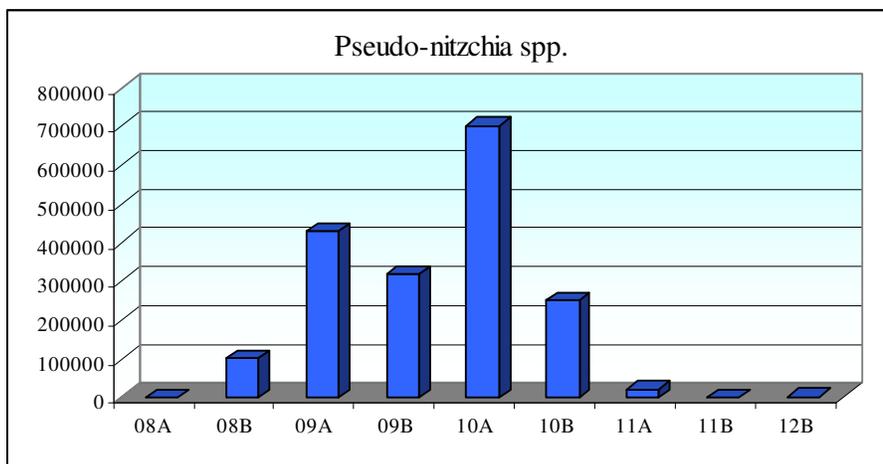


Figura 42: Distribuzione temporale delle abbondanze medie per campagna di *Pseudo-nitzschia* spp. (esprese in cell/l).

Nel corso del 2002 non è mai stato superato il valore limite di abbondanza per *Dinophysis* spp. indicato nel D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/dm³ (molluschicoltura) e neanche il limite di 10*10⁶ cell/l per *Alexandrium* spp. indicato dalla Circolare M.S. del 31.7.1998 (balneazione).

4.17 Mesozooplankton

Nel corso delle campagne di rilevamento e misura del 2002 è stata analizzata la componente mesozooplanktonica di 109 campioni, prelevati nelle stazioni poste a 500 m dalla costa.

4.17.1 Analisi quantitativa

L'intervallo di variazione delle abbondanze di mesozooplankton è risultato compreso tra un minimo assoluto di 60 individui/m³ (rinvenuto nella stazione 1560 nella seconda campagna di luglio) ed un massimo assoluto pari a 7657 individui/m³ (rinvenuto nella stazione 1080 durante la seconda campagna di Aprile).

La distribuzione delle abbondanze dei principali gruppi tassonomici di mesozooplankton per ciascuna campagna di campionamento è riportata in figura 43; si può notare come la componente costituita dai Copepodi sia presente durante tutto il corso dell'anno ma in minore

quantità durante il periodo tardo primaverile – estivo, dove diventa predominante la componente dei Cladoceri.

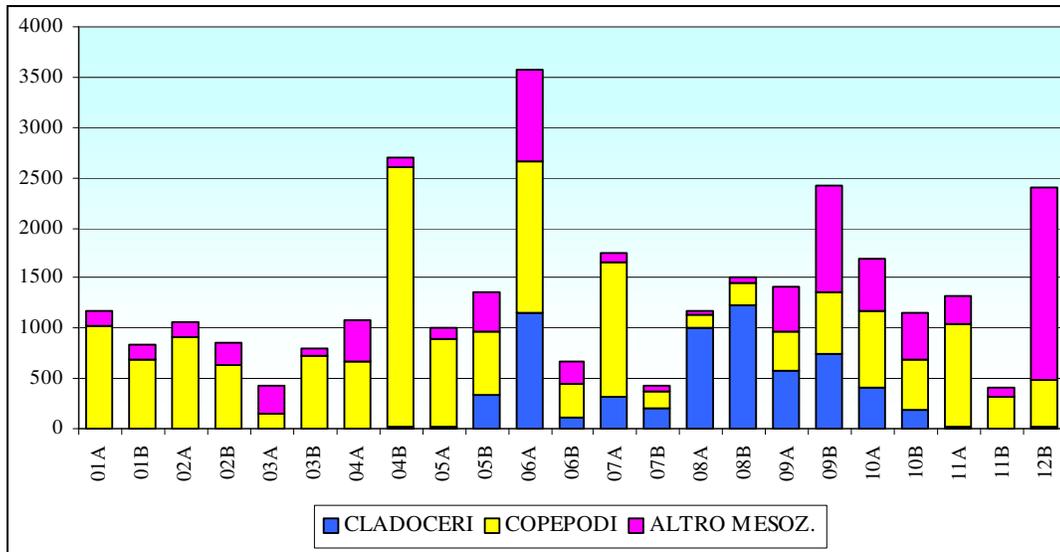


Figura 43: Distribuzione temporale delle abbondanze dei principali gruppi tassonomici (individui/m³).

Le tre componenti analizzate presentano una distribuzione proporzionalmente uniforme nelle stazioni di campionamento, ad eccezione della stazione 1080 che presenta una netta prevalenza di Copepodi (Fig. 44).

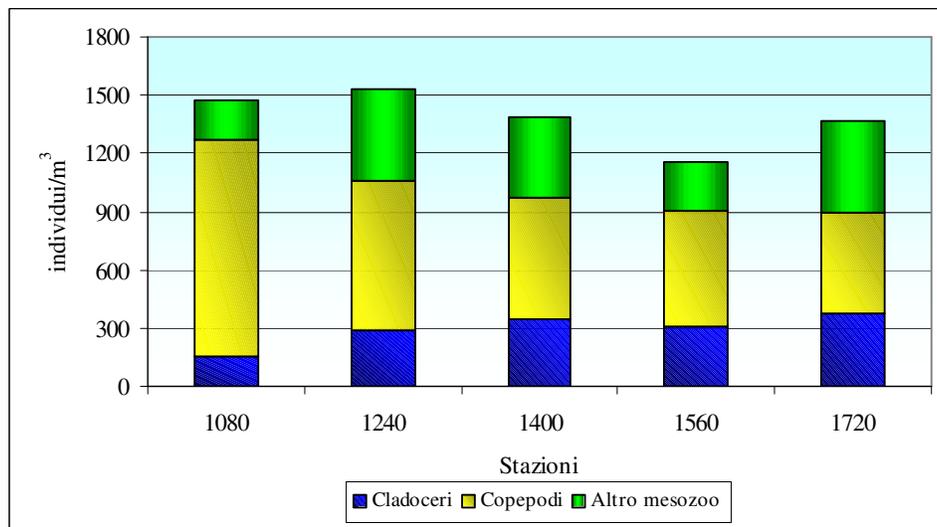


Figura 44: Abbondanze medie di mesozooplankton per stazione di campionamento (individui/m³).

4.17.2 *Analisi qualitativa*

L'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

COPEPODI

| | |
|---------------------------|-----------------------|
| Acartia clausi | Ctenocalanus spp. |
| Acartia danae | Eucalanus spp. |
| Acartia spp. | Euterpina acutifron |
| Acartia tonsa | Euterpina spp. |
| Acartia tonsa Dana | Farranula spp. |
| Altri Copepodi | Harpacticoida spp. |
| Arpacticoidi spp. | Labidocera spp. |
| Calanoidi spp. | Monstrilloida spp. |
| Calanus spp. | Oithona nana |
| Calocalanus spp. | Oithona similis |
| Candacia spp. | Oithona spp. |
| Centropages kroyeri | Oncaea mediterranea |
| Centropages ponticus | Oncaea scottodicarloi |
| Centropages spp. | Oncaea spp. |
| Centropages typicus | Paracalanus denudatus |
| Ciclopodi spp. | Paracalanus nanus |
| Clausocalanus arcuicornis | Paracalanus parvus |
| Clausocalanus furcatus | Paracalanus spp. |
| Clausocalanus spp. | Pseudocalanus spp. |
| Clitemnestra spp. | Sapphirinidae sp. |
| Copepodi larve | Temora longicornis |
| Copepodide | Temora spp. |
| Corycaeus spp. | Temora stylifera |

ALTRO MESOZOOPLANCTON

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| Appendicolarie | Isopodi indeterminati |
| Asteroidea larve | Lamellibranchi larve |
| Briozoi larve | Nemertini larve |
| Cirripedi larve | Ophiuroidea larve |
| Copepodi larve | Ostracoda |
| Crostacei indeterminati | Pesci larve + uova |
| Crostacei larve | Phoronis sp. larve |
| Decapodi larve | Policheti larve |
| Doliolidi | Sagitta spp. |
| Echinodermi larve | Salpa spp. |
| Gasteropodi larve | Sifonofori |
| Idromeduse | Tardigradi |
| Insetti larve | Uova indeterminati |

CLADOCERI

Evadne spinifera
Evadne spp.
Evadne tergestina
Penilia avirostris
Podon spp
Cladoceri indeterminati

Sono state rinvenute 78 specie di cui 74 a livello di genere o specie e 4 sono state identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

| | | |
|-----------------------|----|-------|
| Copepodi | 46 | (59%) |
| Cladoceri | 6 | (8%) |
| Altro mesozooplancton | 26 | (33%) |

4.18 Rinvenimento di aggregati mucillaginosi e segnalazione della presenza di meduse

Il fenomeno “mucillagini” verificatosi durante l’estate 2002, lungo l’arco di costa della Regione Veneto, è stato monitorato da ARPAV, nel corso della sua evoluzione, con campagne in mare quindicinali (con rilevamenti e osservazioni straordinarie per mezzo di telecamere subacquee ed apparecchiature fotografiche) e voli di ricognizione aerea, effettuati nella fascia di mare compresa tra i 500 m ed i 10 Km di distanza dalla costa, ben oltre quindi la fascia coperta dalle stazioni di monitoraggio.

Il fenomeno è stato inoltre valutato, in ambito di bacino, attraverso regolari incontri tecnici di coordinamento con Friuli Venezia Giulia, Slovenia e Croazia.

Si riporta di seguito un riassunto dell’andamento presentato da tale fenomeno.

Le prime segnalazioni riguardanti gli stadi iniziali di produzione di materiale gelatinoso risalgono alla **fine del mese di maggio** quando si segnala la presenza diffusa, su tutti i transetti monitorati, di “neve marina”, localizzata in prossimità della fascia più esterna (a circa 2 miglia di distanza dalla costa) lungo la colonna d’acqua al di sotto dei 5-7 metri; si segnala inoltre che, nella zona antistante il litorale di Caorle, già all’inizio del mese, erano state osservate le prime forme di aggregazione della mucillagine. Il fenomeno della neve

marina, che si estende comunque anche **nella prima quindicina di giugno** lungo tutto l'arco di costa, appare localizzato prevalentemente al disotto dei 5 metri di profondità ed evolve progressivamente verso forme filamentose e di macrofiocchi **nella seconda quindicina del mese di giugno**, localizzandosi sempre più verso gli strati superficiali e precisamente tra i 3 ed i 9 metri di profondità. Gli aggregati gelatinosi osservati presentano dimensioni che non superano i 10-20 cm: più in particolare tale fenomeno risulta maggiormente evidente lungo l'arco di costa antistante Cavallino e foce Piave, dove si osserva la presenza diffusa di forme filamentose ed aggregati anche di apprezzabili dimensioni. Condizioni di notevole stabilità della colonna d'acqua ed il perdurare dell'alta pressione atmosferica caratterizzano tale periodo.

A cavallo tra la fine di giugno e gli inizi di luglio si assiste al susseguirsi di molteplici perturbazioni atmosferiche che, anche se di lieve entità, determinano un rimescolamento della colonna d'acqua, impartendole caratteristiche idrologiche omogenee, in particolare nella zona più prossima alla costa.

A partire dai **primi di luglio** si iniziano ad osservare i primi affioramenti superficiali sottoforma di veri e propri fronti mucilluginosi, che si dispongono parallelamente a tutto l'arco di costa, ad una distanza di circa un miglio nautico dalla stessa; più al largo, invece, si notano numerose chiazze di materiale gelatinoso distribuite in modo discontinuo sulla superficie. Nel medesimo periodo si assiste ad una evoluzione del fenomeno anche lungo la colonna d'acqua: gli strati compresi tra i 2 e i 15 metri di profondità, caratterizzati sino a questo momento dalla presenza di neve marina, sono ora interessati da una progressiva aggregazione del materiale gelatinoso che assume forma di nuvole, nastri e ragnatele anche di notevoli dimensioni. Tale situazione è probabilmente da ricondursi al perdurare delle condizioni meteomarine di estrema stabilità che hanno favorito l'aggregazione e l'affioramento del materiale. In particolare, in alcuni punti, le osservazioni subacquee hanno evidenziato anche la presenza di "falsi fondi" costituiti da estese stratificazioni gelatinose e localizzati tra i 7-10 metri di profondità in corrispondenza del termocline. Gli eventi di bora verificatisi tra il 12 ed il 15 luglio hanno determinato una momentanea regressione del fenomeno a causa del rimescolamento degli strati superficiali e la conseguente disaggregazione del materiale distribuito nei primi 10 metri di profondità; il falso fondo, osservato precedentemente, subisce un progressivo approfondimento accompagnato dalla sedimentazione del materiale presente in colonna. In corrispondenza delle zone a sud di

Chioggia si osserva la presenza di materiale già depositato sul fondo che risulta distribuito a macchia di leopardo ed in stato di decomposizione.

Le osservazioni e le riprese subacquee effettuate a partire da **metà luglio** rilevano tuttavia la presenza diffusa di fiocchi e filamenti di nuova e recente formazione, più precisamente localizzati nello strato compreso tra la superficie ed i primi 10 m di profondità. In tutte le stazioni monitorate si assiste ad una complessiva tendenza alla riaggregazione di tale nuovo materiale ed alla conseguente risalita dello stesso verso gli strati superficiali; il materiale di più vecchia formazione continua la sua fase di sedimentazione al fondo.

Le perturbazioni meteomarine occorse tra la fine di luglio ed i primi giorni di agosto hanno determinato una remissione del fenomeno; per tutto il **mese di agosto** infatti l'attività di sorveglianza permette di evidenziare la totale scomparsa degli affioramenti lungo l'arco di costa. Relativamente alla prima quindicina del mese rimane da segnalare la presenza di neve marina e di qualche filamento nei punti di indagine più al largo, a 10 km di distanza dalla costa, nello strato d'acqua compreso tra i 3 e i 7 metri di profondità. Tra i 7 e 10 metri gli aggregati invece tendono ancora ad addensarsi e i filamenti si intrecciano a dare ragnatele, che scompaiono però negli ultimi metri. La situazione al fondo è caratterizzata dalla sporadica presenza di aggregati depositati in modo disomogeneo, limitatamente alle zone più al largo. Non sono stati segnalati fenomeni di ipossia o anossia. Anche per la seconda quindicina di agosto viene riconfermato quanto sopra descritto, con la segnalazione di sporadici filamenti localizzati nello strato compreso tra i 3 e i 9 m di profondità, nelle sole stazioni poste più al largo (2 mn); il fondo appare ancora pulito con lievi fenomeni di sottosaturazione.

Anche le prime osservazioni di **settembre** evidenziano la sola presenza di filamenti di piccole dimensioni limitati alle stazioni poste a 2 mn dalla costa, confermando la continua regressione del fenomeno.



A

B

Figura 45: Agregati mucilluginosi in superficie (A) e filamenti lungo la colonna d'acqua (B).

5 DISCUSSIONE

La fascia costiera veneta, come già descritto, è ricca di sbocchi fluviali il cui apporto svolge un ruolo predominante nel determinare le fluttuazioni delle diverse variabili.

Tutto ciò si evidenzia anche nella presenza di un gradiente positivo allontanandosi dalla costa per le variabili trasparenza e salinità (Figg. 3 e 7) e di uno negativo per l'azoto nitrico (Fig. 15) nutriente tipicamente di provenienza fluviale; tali gradienti risultano assai ridotti o addirittura assenti al transetto 56.

Il silicio da ortosilicati come anche l'azoto nitrico, nutrienti di chiara provenienza esogena, e l'azoto totale hanno presentato gradienti negativi con l'allontanamento dalla costa nei primi tre transetti (Figg. 15, 19 e 21); il transetto 56 si caratterizza, invece, per la presenza di concentrazioni che si mantengono pressoché uniformi anche nelle stazioni più al largo.

Dagli istogrammi si nota, inoltre, che le concentrazioni di tali nutrienti e della clorofilla *a*, così come di fitoplancton (Fig. 46), siano più elevate nel tratto di costa che si trova sotto l'influenza di Brenta, Adige e Po di Levante; per contro i valori medi di salinità e trasparenza risultano minori.

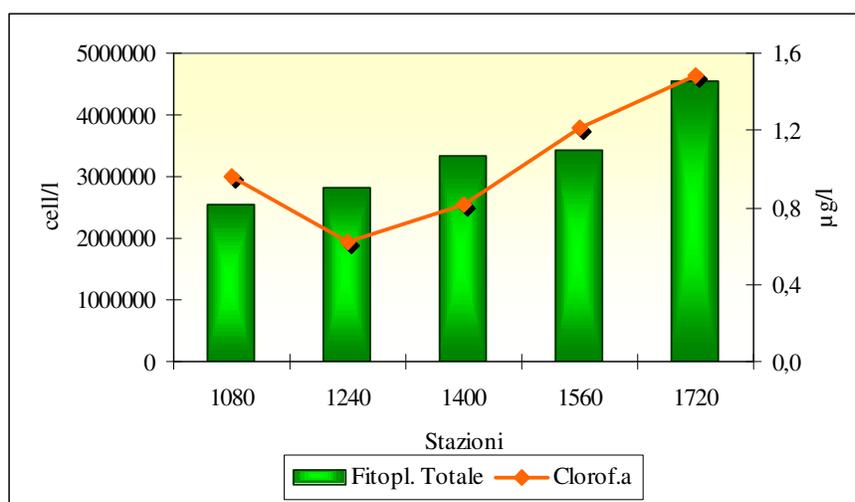


Figura 46: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie e della concentrazione media di Clorofilla *a* lungo la costa.

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 6 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle tabelle 7 e 8 sono riportati i coefficienti per i soli parametri chimici e fisici rispettivamente per le stazioni a 0,5 e 2 mn.

La salinità è risultata strettamente correlata in senso negativo con azoto nitrico e silicio da ortosilicati, a tutte le distanze dalla costa, indicando come l'aumento delle concentrazioni di tali parametri in ambiente costiero coincida con la diminuzione della salinità (Tabb. 6, 7 e 8); la stessa risulta comunque fortemente correlata in senso negativo anche con azoto totale e fosforo totale.

La presenza di forti correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune. La scarsa correlazione tra nutrienti e componente fitoplanctonica (nelle stazioni a 500 m) può essere ricercata nella presenza di elevate concentrazioni di nutrienti che non agiscono in tal caso da fattore limitante (Tab. 6).

L'esistenza di una associazione inversa tra trasparenza e clorofilla *a* si rafforza notevolmente con l'allontanamento dalla costa (a 500 m dalla costa $r = -0.07$, a 0.5 mn $r = -0.17$ e a 2 mn dalla costa $r = -0.24$). La presenza di un legame meno forte nella stazione più vicina alla costa indica come la trasparenza in questa zona sia condizionata pesantemente più dalla presenza di seston che dall'abbondanza di biomassa fitoplanctonica.

A conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX risulta fortemente correlato con tutte le variabili che sono coinvolte con i meccanismi di produzione ad eccezione dell'ossigeno disciolto che nel 2002 si è mantenuto più costante rispetto agli anni precedenti, con scostamenti ridotti dal valore di saturazione.

| | Temp. | Salin. | pH | O.D. % | N-NH ₃ | N-NO ₂ | N-NO ₃ | N tot | Si-SiO ₄ | P-PO ₄ | P tot | Clor <i>a</i> | TRIX | Fito tot | Diato | Dino | Altro fito | Meso tot | Clado | Copep | Altro meso | |
|---------------------|-------|--------------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|-------------|------|
| Trasp. | 0,09 | 0,57 | 0,23 | 0,04 | -0,39 | -0,46 | -0,48 | -0,48 | -0,06 | -0,03 | -0,34 | -0,07 | -0,40 | -0,08 | -0,09 | 0,11 | -0,03 | 0,06 | 0,17 | -0,05 | 0,06 | |
| Temp. | | -0,29 | 0,29 | 0,28 | -0,01 | -0,12 | -0,04 | 0,19 | 0,20 | 0,14 | 0,37 | 0,10 | 0,32 | 0,51 | 0,30 | 0,32 | 0,51 | 0,10 | 0,50 | -0,11 | -0,02 | |
| Salin. | | | -0,07 | -0,12 | -0,47 | -0,42 | -0,56 | -0,68 | -0,76 | -0,46 | -0,59 | -0,19 | -0,65 | -0,46 | -0,37 | -0,17 | -0,34 | 0,06 | -0,10 | 0,10 | 0,05 | |
| pH | | | | 0,32 | -0,38 | -0,41 | -0,33 | -0,14 | -0,22 | -0,19 | 0,04 | 0,25 | 0,03 | 0,36 | 0,43 | 0,20 | 0,08 | -0,14 | 0,29 | -0,24 | -0,16 | |
| O.D. % | | | | | -0,16 | -0,10 | -0,14 | -0,02 | -0,15 | -0,11 | 0,06 | 0,37 | -0,06 | 0,20 | 0,27 | 0,27 | 0,00 | -0,03 | 0,20 | -0,08 | -0,10 | |
| N-NH ₃ | | | | | | 0,67 | 0,77 | 0,72 | 0,58 | 0,55 | 0,48 | -0,01 | 0,44 | -0,03 | -0,09 | -0,09 | 0,07 | -0,11 | -0,09 | -0,04 | -0,10 | |
| N-NO ₂ | | | | | | | 0,83 | 0,72 | 0,52 | 0,38 | 0,52 | 0,08 | 0,60 | 0,09 | 0,04 | -0,11 | 0,11 | 0,01 | -0,19 | 0,01 | 0,14 | |
| N-NO ₃ | | | | | | | | 0,86 | 0,60 | 0,34 | 0,49 | 0,08 | 0,61 | 0,14 | 0,05 | -0,04 | 0,18 | -0,06 | -0,13 | 0,05 | -0,07 | |
| N tot | | | | | | | | | 0,64 | 0,37 | 0,63 | 0,17 | 0,66 | 0,30 | 0,23 | 0,07 | 0,24 | -0,02 | 0,04 | -0,01 | -0,06 | |
| Si-SiO ₄ | | | | | | | | | | 0,59 | 0,62 | -0,02 | 0,58 | 0,25 | 0,05 | 0,03 | 0,37 | -0,04 | -0,04 | -0,04 | 0,00 | |
| P-PO ₄ | | | | | | | | | | | 0,48 | -0,01 | 0,36 | 0,09 | -0,02 | -0,09 | 0,20 | -0,04 | 0,09 | -0,11 | 0,02 | |
| P tot | | | | | | | | | | | | 0,25 | 0,76 | 0,43 | 0,35 | 0,07 | 0,31 | 0,02 | 0,19 | -0,14 | 0,08 | |
| Clor <i>a</i> | | | | | | | | | | | | | 0,37 | 0,52 | 0,55 | 0,08 | 0,22 | -0,03 | 0,12 | -0,06 | -0,07 | |
| TRIX | | | | | | | | | | | | | | 0,52 | 0,38 | 0,10 | 0,45 | 0,09 | 0,15 | -0,04 | 0,12 | |
| Fito tot | | | | | | | | | | | | | | | 0,82 | 0,34 | 0,71 | 0,10 | 0,31 | -0,05 | 0,03 | |
| Diato | | | | | | | | | | | | | | | | 0,07 | 0,18 | 0,14 | 0,31 | 0,03 | 0,00 | |
| Dino | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,45 | 0,02 | 0,08 | -0,03 | 0,01 | |
| Altro fito | | | | | | | | | | | | | | | | | | -0,01 | 0,15 | -0,12 | 0,04 | |
| Meso tot | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,39 | 0,73 | 0,63 | |
| Clado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -0,10 | 0,14 | |
| Cope | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,09 |

Tabella 6: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa.

| | Temp. | Salin. | pH | O.D. % | N-NH ₃ | N-NO ₂ | N-NO ₃ | N tot | Si-SiO ₄ | P-PO ₄ | P tot | Clor <i>a</i> | TRIX |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|
| Trasp. | 0,26 | 0,52 | 0,18 | 0,03 | -0,43 | -0,51 | -0,51 | -0,53 | -0,46 | -0,29 | -0,32 | -0,17 | -0,38 |
| Temp. | | -0,29 | 0,37 | 0,25 | -0,13 | -0,19 | -0,10 | 0,07 | 0,20 | 0,01 | 0,30 | 0,06 | 0,30 |
| Salin. | | | -0,01 | -0,18 | -0,47 | -0,40 | -0,53 | -0,58 | -0,71 | -0,47 | -0,51 | -0,20 | -0,58 |
| pH | | | | 0,43 | -0,44 | -0,42 | -0,35 | -0,08 | -0,19 | -0,28 | 0,15 | 0,32 | 0,07 |
| O.D. % | | | | | -0,24 | -0,13 | -0,11 | 0,08 | -0,11 | -0,14 | 0,15 | 0,39 | -0,05 |
| N-NH ₃ | | | | | | 0,69 | 0,77 | 0,67 | 0,53 | 0,68 | 0,33 | -0,03 | 0,39 |
| N-NO ₂ | | | | | | | 0,84 | 0,69 | 0,52 | 0,53 | 0,48 | 0,08 | 0,53 |
| N-NO ₃ | | | | | | | | 0,83 | 0,59 | 0,52 | 0,38 | 0,09 | 0,57 |
| N tot | | | | | | | | | 0,57 | 0,44 | 0,45 | 0,29 | 0,53 |
| Si-SiO ₄ | | | | | | | | | | 0,42 | 0,53 | 0,02 | 0,53 |
| P-PO ₄ | | | | | | | | | | | 0,34 | 0,00 | 0,43 |
| P tot | | | | | | | | | | | | 0,28 | 0,69 |
| Clor <i>a</i> | | | | | | | | | | | | | 0,33 |

Tabella 7: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 0.5 mn dalla costa.

| | Temp. | Salin. | pH | O.D. % | N-NH ₃ | N-NO ₂ | N-NO ₃ | N tot | Si-SiO ₄ | P-PO ₄ | P tot | Clor <i>a</i> | TRIX |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|
| Trasp. | 0,32 | 0,48 | 0,10 | -0,14 | -0,36 | -0,41 | -0,52 | -0,49 | -0,39 | -0,19 | -0,24 | -0,24 | -0,40 |
| Temp. | | -0,19 | 0,33 | 0,11 | -0,11 | -0,16 | -0,13 | 0,21 | 0,19 | 0,11 | 0,33 | -0,04 | 0,29 |
| Salin. | | | -0,05 | -0,14 | -0,52 | -0,38 | -0,67 | -0,75 | -0,74 | -0,46 | -0,49 | -0,20 | -0,61 |
| pH | | | | 0,29 | -0,32 | -0,32 | -0,22 | 0,08 | -0,13 | -0,14 | 0,14 | 0,18 | 0,02 |
| O.D. % | | | | | -0,23 | -0,01 | 0,02 | 0,22 | -0,04 | -0,11 | 0,04 | 0,35 | -0,11 |
| N-NH ₃ | | | | | | 0,42 | 0,65 | 0,47 | 0,54 | 0,45 | 0,25 | -0,08 | 0,39 |
| N-NO ₂ | | | | | | | 0,67 | 0,49 | 0,41 | 0,31 | 0,43 | 0,12 | 0,55 |
| N-NO ₃ | | | | | | | | 0,77 | 0,59 | 0,34 | 0,40 | 0,15 | 0,63 |
| N tot | | | | | | | | | 0,60 | 0,37 | 0,47 | 0,29 | 0,59 |
| Si-SiO ₄ | | | | | | | | | | 0,44 | 0,45 | 0,01 | 0,51 |
| P-PO ₄ | | | | | | | | | | | 0,37 | -0,03 | 0,30 |
| P tot | | | | | | | | | | | | 0,21 | 0,73 |
| Clor <i>a</i> | | | | | | | | | | | | | 0,29 |

Tabella 8: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 2.0 mn dalla costa.

Alla matrice dei dati ottenuta nel 2002 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 delle sole stazioni a 500 m (Tab. 9 e Fig. 47), le uniche presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale e di mesozooplancton totale.

| | <i>FATTORE 1</i> | <i>FATTORE 2</i> |
|---------------------|------------------|------------------|
| VARIANZA (%) | 39.12 | 17.11 |
| Trasparenza | -0.60 | 0.17 |
| Temperatura | 0.24 | 0.63 |
| Salinità | -0.81 | -0.29 |
| pH | -0.18 | 0.73 |
| O.D. % | -0.04 | 0.56 |
| NH ₃ | 0.75 | -0.39 |
| NO ₂ | 0.79 | -0.34 |
| NO ₃ | 0.83 | -0.29 |
| N TOT | 0.88 | -0.03 |
| SiO ₄ | 0.82 | -0.07 |
| PO ₄ | 0.58 | -0.13 |
| P TOT | 0.79 | 0.26 |
| Clorofilla <i>a</i> | 0.23 | 0.57 |
| TRIX | 0.82 | 0.27 |
| Fito tot | 0.39 | 0.73 |
| Mesozoo tot | -0.02 | 0.05 |

Tabella 9: Autovalori ed autovettori relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni a 500 m, in grassetto i valori > 0.70.

Le prime due componenti estratte hanno spiegato circa il 56% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto di oltre il 39% di tale varianza (Tab. 9).

La prima componente descrive l'effetto di interferenza che l'apporto continentale (macronutrienti) 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 a salinità elevata (coefficiente di autovettore con segno negativo) e a quello superiore campioni ad elevato contenuto in sali nutrienti (coefficiente con segno positivo) (Tab. 9 e Fig. 47).

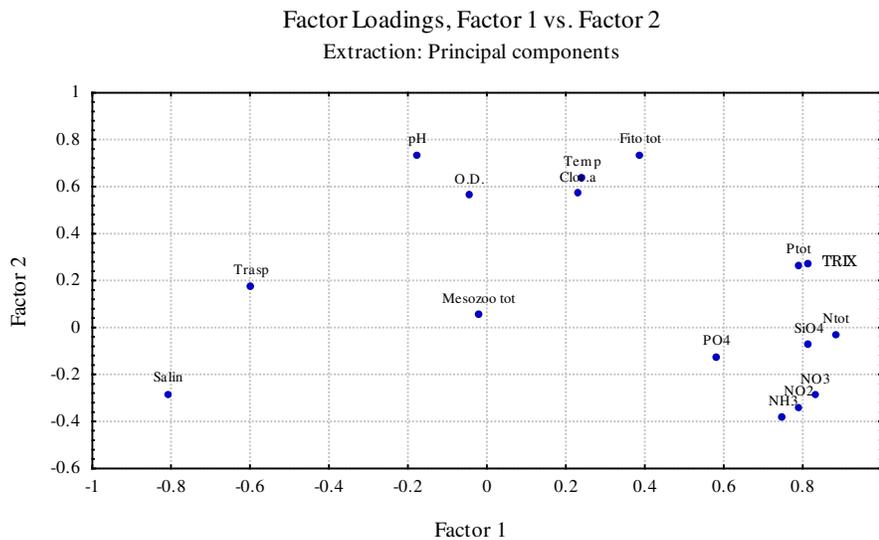


Figura 47: Ordianemnto dei parametri fisico - chimici e biologici analizzati nel 2002.

La seconda componente individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate. In esso infatti emergono, per il proprio contributo, Clorofilla *a* e Fitoplancton totale e le variabili a loro strettamente associate sia in veste di fattore causa (temperatura) che di fattore conseguenza (ossigeno disciolto e pH). Si tratta di un vettore unipolare in quanto il contributo delle variabili è risultato concorde come evidenziato dal segno positivo dei relativi coefficienti di autovettore (Tab. 9).

Una situazione a sé stante è quella del Mesozooplankton totale che appare indifferente a qualsiasi influenza (valori di autovettori prossimi allo zero, Tab. 9), posizione confermata dall'assenza di qualsiasi tipo di correlazione con gli altri parametri (Tab. 6).

La descrizione del sistema costiero osservabile da questa analisi si discosta da quella degli anni precedenti (Baroni *et al.*, 1996-2002), non tanto per la distribuzione dei parametri quanto per il loro peso. Infatti le variabili si sono ancora una volta spontaneamente aggregate evidenziando i tre aspetti fondamentali dell'ecosistema marino costiero:

- componente pelagica, caratterizzata da salinità e trasparenza;
- componente continentale con elevate concentrazioni di macronutrienti, azoto e fosforo totali;
- risultante biologica, caratterizzata da clorofilla *a*, fitoplancton totale, pH, ossigeno disciolto e temperatura.

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attività svolta nell'ambito della Convenzione con il Ministero dell'Ambiente relativamente alle campagne di campionamento dell'anno 2002 è stata condotta sul reticolo di stazioni previsto dal programma di ricerca-monitoraggio nel pieno rispetto delle modalità e dei tempi previsti.

In linea generale, nelle acque della fascia costiera, i cicli stagionali delle diverse variabili ecologiche si differenziano notevolmente rispetto a quelli delle acque di mare aperto. Ciò si può ricondurre alla presenza di cospicui apporti di acque interne ricche di macronutrienti ed alle condizioni meteorologiche che, in ambienti a ridotta batimetria, sono in grado di influire marcatamente sia sulle caratteristiche chimico-fisiche del corpo idrico che sulla componente biologica in esso contenuta.

In particolare, le osservazioni emerse dall'analisi condotta sui dati raccolti permettono di sottolineare che le fluttuazioni meteorologiche occorse a carico del sistema costiero veneto nel 2002 hanno esercitato una marcata influenza sugli andamenti specifici di alcune variabili, modificandone, talvolta in modo anche sensibile, le caratteristiche più tipiche.

Pertanto, e allo scopo di effettuare una lettura maggiormente significativa di quanto emerso dal presente rapporto tecnico, si ricorda che il periodo in esame è stato caratterizzato da condizioni di piovosità mediamente elevate soprattutto nei mesi di aprile e luglio e particolarmente a novembre.

Nel dettaglio, dall'analisi dei dati raccolti si può evidenziare quanto segue:

6.1 Variabili idrobiologiche

- le condizioni meteorologiche ed idrodinamiche nonché gli ingenti apporti continentali hanno esercitato ancora una volta una forte azione sulla trasparenza. Il gradiente positivo che si delinea con l'allontanamento dalla costa, rimane sempre più accentuato nel tratto a nord della Laguna; nel tratto meridionale di costa invece, a causa dell'estendersi dell'influenza fluviale verso il largo, tale gradiente permane in modo meno evidente.

- per quanto concerne la salinità i valori hanno presentato un campo di variazione piuttosto ampio a seguito del maggior apporto di acque di origine continentale. Il gradiente positivo con l'allontanamento dalla costa si mantiene ancora netto nei transetti a nord di Venezia e in misura minore presso il transetto 72, pur attestandosi quest'ultimo su valori medi nettamente inferiori a ulteriore riprova dell'effetto dei fiumi sfocianti nella zona.

- per quanto attiene l'ossigeno disciolto, anche per quest'anno non si sono verificati fenomeni di grave ipossia al fondo (vedi tabelle allegate), in accordo a quanto evidenziato negli ultimi anni di indagine. Complessivamente i valori medi in superficie si sono mantenuti attorno al livello di saturazione.

- durante il 2002 la distribuzione dei valori delle concentrazioni di tutti i nutrienti non ha mostrato un ben definito andamento stagionale, presentando, come già ricordato nei risultati, valori decisamente elevati nel mese di novembre.

- come per i nutrienti anche la componente fitoplanctonica sia qualitativamente che quantitativamente non mostra un andamento stagionale ben definito, probabilmente a seguito delle particolari condizioni meteorologiche verificatesi, presentando dei massimi tra fine ottobre ed inizio novembre.

- la ricerca delle specie potenzialmente tossiche, per la sorveglianza algale, non ha mai evidenziato valori superiori ai limiti di abbondanza indicati nei D.D.M.M. 01.08.1990 e 01.09.1990, pari a 1000 cell/dm³ per *Dinophysis spp* (molluschicoltura) e nella Circolare M.S. del 31.7.1998, pari a 10*10⁶ cell/l, per *Alexandrium spp* (balneazione).

- per quanto riguarda il mesozooplankton, la componente che presenta le maggiori abbondanze è costituita dai Copepodi durante tutto il corso dell'anno, pur non mostrando alcuna correlazione significativa con gli altri parametri (Tab. 6); la classe dei Cladoceri risulta presente nel periodo da maggio a settembre e risulta ben correlata con la temperatura (r= 0.50).

6.2 Rinvenimento di aggregati mucilluginosi

A partire da fine maggio fino a settembre il manifestarsi del fenomeno "mucillagini" ha provocato importanti ripercussioni sull'intero sistema costiero veneto; le campagne di campionamento effettuate in concomitanza a questo periodo hanno permesso di rilevare la presenza di aggregati mucilluginosi sia in superficie che lungo la colonna d'acqua grazie all'ausilio di una telecamera subacquea. Il fenomeno è stato inoltre sistematicamente tenuto sotto controllo non solo con un aumento dell'area di indagine ma anche attraverso ricognizioni aeree. A partire dal mese di agosto e fino a tutto il mese di settembre si è assistito ad una progressiva riduzione del fenomeno, con la scomparsa degli affioramenti lungo l'arco di costa.

BIBLIOGRAFIA

Baroni A., Socal G., De Boni S., Lonigo A., Zammattio A., Zogno A.R., Bernardi Aubry F., Berton A., Bertaggia R., 1996. *Il programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la Regione Veneto. Anno 1995. Rapporto finale.*

Baroni A., Socal G., De Boni S., Lonigo A., Zammattio A., Zogno A.R., Bernardi Aubry F., Berton A., Bertaggia R., 1997. *Il programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la Regione Veneto. Anno 1996. Rapporto finale.*

Baroni A., Socal G., De Boni S., Lonigo A., Zammattio A., Zogno A.R., Bernardi Aubry F., Berton A., Bertaggia R., 1998. *Il programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la Regione Veneto. Anno 1997. Rapporto finale.*

Baroni A., Socal G., Bresolin C., De Boni S., Lonigo A., Zogno A.R., Bernardi Aubry F., Berton A., Bertaggia R., 1999. *Il programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la Regione Veneto. Anno 1998. Rapporto finale.*

Baroni A., Socal G., Bresolin C., De Boni S., Lonigo A., Zogno A.R., Bernardi Aubry F., Berton A., Bertaggia R., 2000. *Il programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la Regione Veneto. Anno 1999. Rapporto finale.*

Baroni A., Ancona S., Bresolin C., De Boni S., Lonigo A., Scarpa C., Zogno A.R., 2001. *Programma di ricerca INTERREG II. Monitoraggio dell'Alto Adriatico. Anno 2000. Rapporto finale.*

Baroni A., Ancona S., Bresolin C., De Boni S., Lonigo A., Scarpa C., Zogno A.R., 2002. *Programma di ricerca INTERREG II. Monitoraggio dell'Alto Adriatico. Anno 2001. Rapporto finale.*

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.

D.G.R. Veneto 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.*

D.P.R. 470/ 8 Giugno 1982. *Attuazione della direttiva (CEE) n° 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione.* G.U. 26/7/1982, n°203.

Decreto Ministero della Sanità, 17 Giugno 1988. *Criteri per la definizione dei programmi di sorveglianza per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie.* G.U. 27/06/1988. n.149.

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

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

Decreto 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.*

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, 18 Agosto 2000 n. 258. *Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128. G. U. 18/09/2000, n. 218. Suppl. Ordinario n. 153/L.*

ICRAM – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2001. *Metodologie analitiche di riferimento. ICRAM*

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

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

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

Regione del Veneto – ARPAV, 2002. *Il litorale veneto territorio pressioni e stato delle acque costiere (Giugno 2001-Maggio 2002).*

Tomas, C.R., Hasle G.R., Steidinger K.A., Syvertsen E.E., Jangen K., Thronsen J. e Heimdal B.R., 1997. *Identifying marine phytoplankton. Academic Press.*

Uthermöhl, H., 1958. *Zur vervollkommnung der qualitativen Phytoplankton methodik. Mitt. Int. Verein. Limnol., 9: 1-38.*

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.

Zammattio, A., De Boni S., Lonigo A., Zogno A.R., Bertaggia R. e Baroni A., 1997. *Il sistema costiero del Veneto: un approccio descrittivo (anni 1991-1994)*. *Acqua-Aria* 8: 109-115.

Zammattio, A. e Perissinotto E., 1995. *Analisi spazio-temporali dei parametri rilevati nell'area costiera veneta dell'Alto Adriatico*. In: Regione del Veneto (Ed.). *Qualità delle acque marine costiere prospicienti la Regione del Veneto (1991-1993)*. Vol III: 85-142.

SITI INTERNET CONSULTATI:

www.arpa.veneto.it