



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



AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E PROTEZIONE AMBIENTALE DEL VENETO

---

**PROGRAMMA OPERATIVO INTERREG II ITALIA – SLOVENIA MISURA 1.5  
“INTERVENTI PER LA TUTELA DELLE ACQUE”  
(REGIONE DEL VENETO D.G.R. 1401 del 27/04/1999)**

**DISTRIBUZIONE DEI PARAMETRI IDROLOGICI, DEI NUTRIENTI DISCIOLTI,  
DELLA BIOMASSA FITOPLANCTONICA E DEI PARAMETRI MICROBIOLOGICI E  
CHIMICI.**

*A cura di:*

A. Baroni (\*), S. Ancona (°), C. Bresolin (°), S. De Boni (°), A. Lonigo (°), C. Scarpa (°), A.R.  
Zogno (°).

(\* Dipartimento di Medicina Ambientale e Sanità Pubblica, Università degli Studi, Padova

(°) Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	3
2	MATERIALI E METODI .....	3
3	RISULTATI 2000 .....	11
3.1	Controllo dell'eutrofizzazione.....	11
3.1.1	Trasparenza.....	12
3.1.2	Temperatura.....	14
3.1.3	Salinità.....	14
3.1.4	Concentrazione Idrogenionica .....	16
3.1.5	Ossigeno Disciolto.....	17
3.1.6	Azoto Ammoniacale .....	19
3.1.7	Azoto Nitrico .....	20
3.1.8	Azoto Nitroso .....	21
3.1.9	Silicio da Ortosilicati .....	22
3.1.10	Fosforo da Ortofosfati.....	24
3.1.11	Fosforo Totale .....	25
3.1.12	Rapporto Azoto Inorganico - Fosforo Inorganico.....	26
	Clorofilla a.....	26
3.1.13	Indice trofico TRIX .....	29
3.1.14	Fitoplancton .....	31
3.1.15	Parametri chimici nelle acque e nei molluschi .....	45
3.1.16	Parametri microbiologici nelle acque e nei molluschi .....	46
3.1.17	Rinvenimento di aggregati mucilluginosi e segnalazione della presenza di meduse.....	48
3.2	DISCUSSIONE .....	49
4	RISULTATI 2001 .....	55
4.1	Controllo dell'eutrofizzazione.....	55
4.1.1	Trasparenza.....	57
4.1.2	Temperatura.....	58
4.1.3	Salinità.....	59
4.1.4	Concentrazione Idrogenionica .....	61
4.1.5	Ossigeno Disciolto.....	62
4.1.6	Azoto Ammoniacale .....	63
4.1.7	Azoto Nitrico .....	64
4.1.8	Silicio da Ortosilicati .....	66
4.1.9	Fosforo da Ortofosfati.....	67
4.1.10	Fosforo Totale .....	69
4.1.11	Rapporto Azoto Inorganico - Fosforo Inorganico.....	70
4.1.12	Clorofilla a.....	70
4.1.13	Indice trofico TRIX .....	73
4.1.14	Fitoplancton .....	74
4.1.15	Parametri chimici nelle acque e nei molluschi .....	88
4.1.16	Parametri microbiologici nelle acque e nei molluschi .....	89
4.2	DISCUSSIONE .....	90
4.3	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	95
	BIBLIOGRAFIA.....	100

## **1 INTRODUZIONE**

L'attività di Monitoraggio della fascia costiera dell'Alto Adriatico, nell'ambito del Programma Operativo INTERREG II Italia – Slovenia contestualmente ai “Programmi Integrati Comunitari”, si è svolta regolarmente nei due anni, 2000 e 2001, oggetto di questo studio. L'attività si è articolata su due programmi che hanno previsto rispettivamente:

- il controllo dell'insorgenza delle fioriture algali e dello stato trofico del sistema costiero
- la conoscenza dello stato degli ecosistemi marini ed il monitoraggio dei bivalvi.

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.

Nel presente lavoro vengono presi in considerazione i dati raccolti nel corso degli anni 2000 e 2001 secondo i protocolli del programma di ricerca Intercomunitario Interreg II Italia-Slovenia misura 1.5 - "Interventi per la Tutela delle Acque". Il reticolo delle stazioni, poste rispettivamente alla distanza di 500 m (1--), 0.5 mn (2--) e 2 mn (3--) dalla costa, è fissato dal medesimo programma operativo approvato dalla Regione del Veneto con deliberazione della Giunta Regionale n. 1401 del 27.04.99.

## **2 MATERIALI E METODI**

I dati di seguito presentati sono relativi alle campagne di rilevamento e misura, effettuate da gennaio 2000 a dicembre 2001 su stazioni predeterminate (Tab. 1), poste a diverse distanze dalla costa (500 m, 0.5 mn e 2 mn), lungo 16 transetti dislocati lungo l'intero tratto di mare della regione, dalla foce del Tagliamento a quella del Po di Levante (Fig. 1). Per cinque di questi transetti, denominati “stazioni faro-pesca” (08, 24, 40, 56 e 72), è stato previsto il campionamento anche lungo la colonna d'acqua (quota intermedia e fondo) mediante bottiglie Niskin.

Stazione	Transetto	Localizzazione	Prof.	Lat.	Long.	Distanza dalla costa
101	01	S. Michele al Tagliamento (Ve) - foce f. Tagliamento, fronte faro	3,0	45 38 05 N	13 06 18 E	500 metri
201	01		6,5	45 37 58 N	13 06 45 E	0,5 miglia nautiche
301	01		13,5	45 36 32 N	13 07 14 E	2,0 miglia nautiche
108	08	Caorle (Ve) - fronte spiaggia Brussa	2,0	45 37 00 N	12 56 58 E	500 metri
208	08		4,5	45 36 57 N	12 56 85 E	0,5 miglia nautiche
308	08		13,0	45 35 30 N	12 57 65 E	2,0 miglia nautiche
110	10	Caorle (Ve) - fronte zona Colonie	2,0	45 36 87 N	12 54 10 E	500 metri
210	10		4,5	45 36 10 N	12 54 40 E	0,5 miglia nautiche
310	10		11,5	45 34 75 N	12 54 27 E	2,0 miglia nautiche
115	15	Caorle (Ve) - fronte Porto S. Margherita	2,5	45 34 93 N	12 51 17 E	500 metri
215	15		6,0	45 34 53 N	12 51 43 E	0,5 miglia nautiche
315	15		13,5	45 33 17 N	12 52 32 E	2,0 miglia nautiche
124	24	Jesolo (Ve) - fronte Villaggio Marzotto	2,5	45 31 10 N	12 41 55 E	500 metri
224	24		6,5	45 30 70 N	12 41 82 E	0,5 miglia nautiche
324	24		15,0	45 29 32 N	12 43 50 E	2,0 miglia nautiche
132	32	Cavallino-Treporti (Ve) - fronte campeggio Villa al Mare	2,5	45 28 63 N	12 34 77 E	500 metri
232	32		6,5	45 28 08 N	12 35 10 E	0,5 miglia nautiche
332	32		16,0	45 26 87 N	12 35 88 E	2,0 miglia nautiche
140	40	Cavallino-Treporti (Ve) - fronte campeggio Marina di Venezia	3,0	45 26 08 N	12 27 07 E	500 metri
240	40		6,5	45 25 95 N	12 27 48 E	0,5 miglia nautiche
340	40		13,0	45 25 32 N	12 29 45 E	2,0 miglia nautiche
147	47	Venezia Lido - fronte spiaggia Excelsior	2,0	45 24 12 N	12 22 08 E	500 metri
247	47		4,5	45 23 95 N	12 22 57 E	0,5 miglia nautiche
347	47		9,0	45 23 32 N	12 24 57 E	2,0 miglia nautiche
153	53	S. Pietro in Volta (Ve) - fronte Porto Malamocco	5,0	45 19 07 N	12 19 18 E	500 metri
253	53		6,0	45 19 08 N	12 19 80 E	0,5 miglia nautiche
353	53		12,0	45 19 08 N	12 21 95 E	2,0 miglia nautiche
156	56	Pellestrina (Ve) - fronte spiaggia Caroman	2,5	45 14 37 N	12 18 00 E	500 metri
256	56		5,0	45 14 38 N	12 18 52 E	0,5 miglia nautiche
356	56		16,0	45 14 37 N	12 20 48 E	2,0 miglia nautiche
159	59	Chioggia (Ve) - fronte spiaggia Sottomarina Nord	2,5	45 13 10 N	12 18 10 E	500 metri
259	59		5,0	45 13 10 N	12 18 67 E	0,5 miglia nautiche
359	59		16,0	45 13 12 N	12 20 80 E	2,0 miglia nautiche
162	62	Chioggia (Ve) - fronte spiaggia Sottomarina Sud	2,5	45 11 55 N	12 18 70 E	500 metri
262	62		5,0	45 11 60 N	12 19 23 E	0,5 miglia nautiche
362	62		17,0	45 11 57 N	12 21 35 E	2,0 miglia nautiche
164	64	Chioggia (Ve) - fronte Residence Magnolia	2,5	45 10 52 N	12 19 62 E	500 metri
264	64		9,5	45 10 52 N	12 20 17 E	0,5 miglia nautiche
364	64		19,0	45 10 50 N	12 22 32 E	2,0 miglia nautiche
168	68	Rosolina (Ro) - fronte Villaggio Nord	2,5	45 08 12 N	12 19 82 E	500 metri
268	68		8,5	45 08 12 N	12 20 37 E	0,5 miglia nautiche
368	68		16,5	45 08 13 N	12 22 50 E	2,0 miglia nautiche
172	72	Rosolina (Ro) - fronte Hotel Capo Nord	2,0	45 05 22 N	12 20 87 E	500 metri
272	72		3,5	45 05 25 N	12 21 45 E	0,5 miglia nautiche
372	72		13,5	45 05 63 N	12 23 55 E	2,0 miglia nautiche
177	77	Porto Viro (Ro) - fronte Scanno Cavallari	2,0	45 04 02 N	12 22 32 E	500 metri
277	77		4,0	45 03 97 N	12 22 88 E	0,5 miglia nautiche
377	77		13,5	45 05 30 N	12 24 98 E	2,0 miglia nautiche

**Tabella 1: Anagrafica stazioni di campionamento (coordinate espresse in WGS84: gradi, primi, secondi centesimali)**

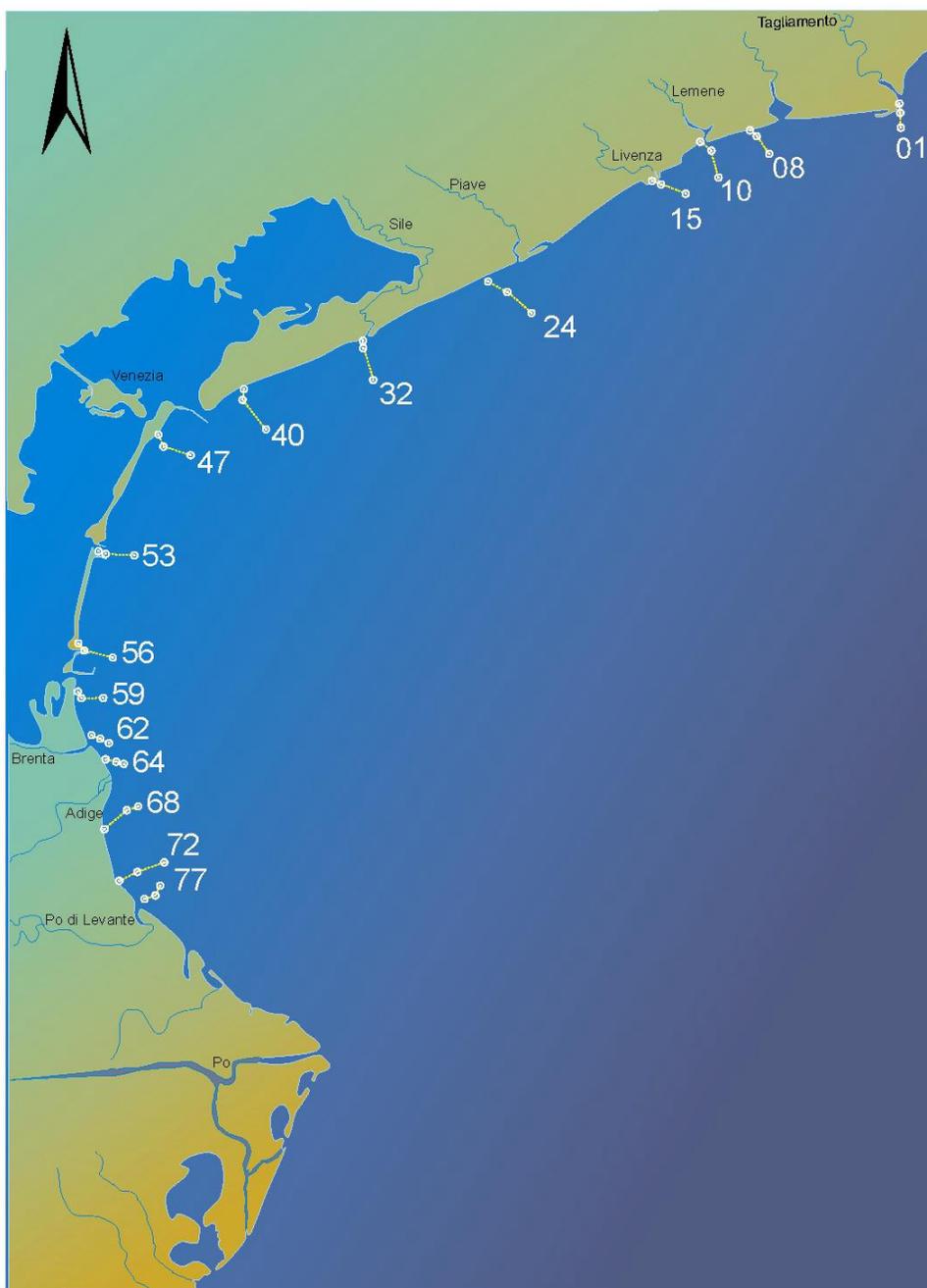


Fig. 1 - Dislocazione dei transetti lungo l'arco di costa della Regione Veneto

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

Il controllo è stato svolto con cadenza mensile nei periodi gennaio-aprile e ottobre-dicembre e con cadenza quindicinale da maggio a settembre. Nella gestione dei campionamenti è stato osservato un periodo di rispetto di 48 ore in caso di condizioni meteorologiche avverse (piogge, mareggiate).

Il calendario dei campionamenti è riportato in tabella 2.

<b>CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI</b>		
	<b>2000</b>	<b>2001</b>
<i>Gennaio</i>	<i>17, 19</i>	<i>24, 25</i>
<i>Febbraio</i>	<i>01, 02</i>	<i>05, 12</i>
<i>Marzo</i>	<i>06, 07</i>	<i>12, 15</i>
<i>Aprile</i>	<i>19, 20</i>	<i>03, 04</i>
<i>Maggio I</i>	<i>02, 03, 09</i>	<i>07, 14</i>
<i>Maggio II</i>	<i>16, 17</i>	<i>22, 28</i>
<i>Giugno I</i>	<i>05, 06</i>	<i>13, 14</i>
<i>Giugno II</i>	<i>20, 21</i>	<i>21, 22</i>
<i>Luglio I</i>	<i>03, 05, 18,</i>	<i>02, 05, 11</i>
<i>Luglio II</i>	<i>26, 27</i>	
<i>Agosto I</i>	<i>01, 02</i>	<i>09, 10</i>
<i>Agosto II</i>	<i>30, 31</i>	<i>23, 24, 27</i>
<i>Settembre I</i>	<i>05, 13</i>	<i>07, 11</i>
<i>Settembre II</i>	<i>25, 26</i>	<i>20, 21</i>
<i>Ottobre</i>	<i>23, 24</i>	<i>10, 11</i>
<i>Novembre</i>	<i>27, 28</i>	<i>26, 27</i>
<i>Dicembre</i>	<i>18, 19</i>	<i>05, 06</i>

**Tabella 2: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate.**

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); nei campioni d'acqua prelevati sono state eseguite le analisi previste.

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. 801. La funzionalità della sonda è stata certificata mensilmente dalla ditta fornitrice attraverso intercalibrazione con una sonda di riferimento.

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, seguendo le metodiche previste da Strickland e Parsons (1972); le analisi sono state eseguite utilizzando l'AutoAnalyzer Technicon di II generazione. I limiti di rilevabilità, espressi in  $\mu\text{gdm}^{-3}$ , e la relativa ripetibilità delle analisi (deviazione standard relativa) sono: 0.08 per l'azoto ammoniacale (2.5%), 0.02 per l'azoto nitroso (1.1%), 0.20 per l'azoto nitrico (1.5%), 0.20 per silicio da ortosilicati (1.4%) e 0.04 per il fosforo da ortofosfati (1.3%).

La determinazione delle concentrazioni di fosforo totale è stata effettuata su campioni di acqua marina, preventivamente congelati al momento del prelievo; l'analisi è stata effettuata mediante l'utilizzo di uno strumento analizzatore Integral-Alliance Instruments (Systea), dotato di digestore ad irraggiamento U.V. (potenza 650 watt) (Armstrong *et al.*; 1966; Armstrong e Tibbitts, 1968). Il campione digerito è stato analizzato come fosforo da ortofosfati mediante il metodo al blu di molibdeno (Murphy e Riley, 1962; Folkard, 1978). Il limite di rilevabilità, espresso in  $\mu\text{gdm}^{-3}$ , è di 0.06.

Nei grafici di seguito riportati, le concentrazioni di tutti i nutrienti analizzati ( $\mu\text{gdm}^{-3}$ ) vengono espresse come  $\mu\text{M}$ .

I campioni per la determinazione della concentrazione di clorofilla *a* sono costituiti da filtri in acetato di cellulosa (Millipore 0.45  $\mu\text{m}$  di porosità) attraverso i quali viene filtrato un volume di acqua di mare pari ad 1 litro e subito congelati. La lettura è stata eseguita per via spettrofotometrica (spettrofotometro Beckman DU-68) previa estrazione del pigmento in acetone 90% per 24 ore a 4 °C (Strickland e Parsons, 1972).

I campioni di fitoplancton per l'analisi quali-quantitativa sono stati fissati, al momento del prelievo, in formaldeide al 4% neutralizzata con esametilentetramina nel 2000 mentre nel 2001 tramite lugol in relazione alla minor tossicità di quest'ultimo; i conteggi di abbondanza (sec. Uthermöhl, 1958) sono stati effettuati in tutti i campioni prelevati presso le "stazioni faro-pesca" e per le rimanenti stazioni tutte le volte in cui la concentrazione di clorofilla *a* sia risultata superiore a 5 µg/dm<sup>3</sup>.

Per la determinazione delle specie sono state utilizzate le seguenti chiavi tassonomiche:

per le Diatomee:	Peragallo e Peragallo,1897-1908 Hustedt,1930 – 1966 Sournia,1986 Tomas <i>et al.</i> ,1997
per le Dinoflagellate:	Schiller,1933 –1937 Sournia,1986 Tomas <i>et al.</i> ,1997
per le Silicoflagellate:	Thronsen,1993 Tomas <i>et al.</i> ,1997
per le Coccolitoforidee:	Heimdal, 1993 Tomas <i>et al.</i> ,1997

Il metodo per la determinazione dei tensioattivi di tipo anionico si basa sulla proprietà dei tensioattivi di dare origine per reazione con il blu di metilene, ad un complesso colorato, estraibile quantitativamente con un solvente organico immiscibile con acqua (cloroformio). Per eliminare la maggior parte delle interferenze positive e per ridurre quelle negative si segue il sistema della doppia estrazione di Longwell e Maniece (1955), accoppiato ad una ossidazione preliminare con acqua ossigenata in ambiente alcalino per la rimozione dei solfuri. Il metodo procede con una estrazione alcalina (pH = 10.5) del complesso colorato, seguita da un lavaggio degli estratti cloroformici con una soluzione acida di blu di metilene. Infine il dosaggio del complesso colorato viene effettuato allo spettrofotometro ( $\lambda = 652$  nm) e si risale alla sua concentrazione con l'ausilio di una curva di taratura di riferimento.

Per la quantificazione dei fenoli si è proceduto alla formazione di una lacca colorata per reazione con 4-amminoantipirina a pH 10, in presenza di ferricianuro di potassio, determinazione

spettrofotometrica ( $\lambda = 460 \text{ nm}$ ) previa estrazione con cloroformio e confronto con curva di taratura a partire da una soluzione standard di fenolo.

La determinazione del contenuto di metalli pesanti nei molluschi, in particolare Cadmio, Piombo e Mercurio, è ottenuta mediante l'utilizzo di Spettrofotometro ad Assorbimento Atomico Perkin-Elmer modello 1100B. La metodica seguita è quella prevista dalla legislazione vigente (D.M.S. 31 luglio 1995) per quanto attiene a Piombo e Mercurio. La determinazione di Cadmio invece viene effettuata secondo quanto riportato sulla metodica prevista da Capelli *et al.* (1978).

Per quanto attiene alle analisi microbiologiche, è stata effettuata la ricerca stagionale di Coliformi totali (CT) e fecali (CF), Streptococchi fecali (SF) e Salmonelle nelle acque; il monitoraggio microbiologico nei molluschi (*Mytilus* spp.) ha previsto invece solo la ricerca di Salmonelle ed *Escherichia coli*.

I campioni di acqua sono stati analizzati utilizzando la tecnica delle membrane filtranti (filtro in esteri di cellulosa, porosità  $0.45 \mu\text{m}$ ). I terreni di coltura utilizzati sono stati rispettivamente m-Endo Agar Les, m-FC Agar e m-Enterococcus Agar. I campioni sono stati incubati a  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  per 24 ore (CT), a  $44 \text{ }^\circ\text{C}$  per 24 ore (CF) e a  $35\text{-}37 \text{ }^\circ\text{C}$  per 48 ore (SF). La ricerca delle Salmonelle è stata effettuata mediante isolamento in apposito terreno solido XLT4 previo arricchimento in terreni liquidi selettivi (Rappaport Vassiliadis). Quando necessaria l'identificazione presuntiva dei campioni positivi è stata effettuata mediante prove biochimiche automatizzate con l'ausilio dello strumento ATB della bioMèrieux.

La ricerca di Salmonelle nei molluschi è stata effettuata mediante determinazione con metodo rapido (M.S.R.V.) in ottemperanza al D.M.S. 31 luglio 1995.

La ricerca di *Escherichia coli* i nei molluschi è stata effettuata mediante semina per inclusione di quantità note di omogenato tal quale, su apposito terreno cromogenico (Rapid *E.coli*) e successiva incubazione secondo i tempi e le modalità previsti.

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.

L'elaborazione statistica e grafica dei dati raccolti è stata realizzata con l'ausilio dei programmi Excel 97 e Statistica 4.0 su ambiente Windows NT.

Simbolo	Parametro	Unità di misura
Data	data di campionamento	GG.MM.AA.
Staz.	stazione	riferimento alfanumerico
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
O2	ossigeno disciolto	cm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>
O2%	saturazione percentuale O.D.	10 <sup>2</sup>
AOU	utilizzo apparente O.D.	
-NH3	azoto ammoniacale disciolto	µM
-NO2	azoto nitroso disciolto	µM
-NO3	azoto nitrico disciolto	µM
-SiO4	silicio da ortosilicati disciolto	µM
-PO4	fosforo da ortofosfati disciolto	µM
Ptot	fosforo totale	µM
N/P	rapporto azoto fosforo	
Clor.a	clorofilla a	µg dm <sup>-3</sup>
Fito	fitoplancton totale da conteggio	cellule dm <sup>-3</sup> * 10 <sup>3</sup>
Diato	diatomee totali	cellule dm <sup>-3</sup> * 10 <sup>3</sup>
Dino	dinoflagellati totali	cellule dm <sup>-3</sup> * 10 <sup>3</sup>
Micro	microflagellati totali	cellule dm <sup>-3</sup> * 10 <sup>3</sup>
Catrame	Catrame	Presenza/assenza (visiva)
Olii	Olii	Presenza/assenza (visiva)
Tens	Tensioattivi	µg dm <sup>-3</sup>
Fenoli	Fenoli	µg dm <sup>-3</sup>
Hg moll.	mercurio nei molluschi	mg/kg peso umido
Cd moll.	cadmio nei molluschi	mg/kg peso umido
Pb moll.	piombo nei molluschi	mg/kg peso umido
Clorurati	idrocarburi clorurati ad alto peso molecolare in molluschi	mg/kg peso secco
CT	coliformi totali nelle acque	(MF) UFC/100 ml
CF	coliformi fecali nelle acque	(MF) UFC/100 ml
SF	streptococchi fecali nelle acque	(MF) UFC/100 ml
SALM	salmonelle nelle acque	Presenza/assenza dm <sup>-3</sup>
<i>E.coli</i> moll	<i>Escherichia coli</i> nei molluschi	UFC/1 ml
SALM moll.	Salmonelle nei molluschi	Presenza/assenza in 25 ml
LAT.	Latitudine	grad.min.sec.
LONG.	Longitudine	grad.min.sec.
T. aria	temperatura dell'aria	gradi centigradi
Umidità	umidità dell'aria	%
Press.mmb	pressione atmosferica	Mmb
Copert.	copertura del cielo	Ottavi
DirVento	direzione vento	m/s
VelVento	velocità del vento	m/s
DirCorr	direzione corrente	Gradi
VelCorr	velocità corrente	m/s
Alt.Onde	altezza onde	Cm
Coloraz.	colorazione dell'acqua	Presenza/assenza

**Tabella 3: Parametri considerati e relative unità di misura.**

Per la trattazione dei dati analizzati si è mantenuta la suddivisione nei due anni di indagine per una migliore descrizione del sistema monitorato prevalentemente per quanto riguarda il punto di vista temporale.

### 3 RISULTATI 2000

#### 3.1 Controllo dell'eutrofizzazione

Il periodo oggetto di questa indagine, l'anno 2000, è stato caratterizzato da condizioni di piovosità mediamente elevate soprattutto nei mesi di aprile e maggio nonché nella stagione autunnale, da fine settembre a tutto novembre. Le campagne in mare, a causa delle avverse condizioni meteo-marine, sono state più volte annullate e posticipate, ma ugualmente condotte a termine come previsto.

Il totale complessivo di acquisizioni dirette in campo e di analisi prodotte in laboratorio raggiunge i 28700 dati.

Nelle tabelle 3a, 3b e 3c vengono riportati i dati riassuntivi per ciascuna variabile calcolati per le sole stazioni del monitoraggio in superficie (Tab. 4a), in profondità per le stazioni situate a 0.5 e 2.0 mn (Tab. 4b) e al fondo per le stazioni aventi profondità superiore a 10 m (stazioni 3-- a 2.0 mn) (Tab. 4c).

PROGRAMMA INTERREG II ANNO 2000 – SUPERFICIE						
	N	Media	Mediana	Minimo	Massimo	D.S.
Trasparenza (m)	816	2.85	2.50	0.10	13.50	1.63
Temperatura (°C)	816	18.05	20.41	3.83	26.91	6.73
Salinità (PSU)	816	31.75	32.92	10.14	36.81	4.23
pH	816	8.24	8.25	8.00	8.41	0.08
O.D. (%)	816	101.80	100.12	78.62	158.00	11.86
N-NH <sub>3</sub> (µM)	816	1.13	0.59	< 0.08	20.05	1.72
N-NO <sub>2</sub> (µM)	816	0.58	0.44	0.03	13.70	0.64
N-NO <sub>3</sub> (µM)	816	16.94	12.27	< 0.20	131.33	16.42
Si-SiO <sub>4</sub> (µM)	816	9.20	6.33	0.40	55.82	8.08
P-PO <sub>4</sub> (µM)	816	0.10	< 0.04	< 0.04	2.25	0.20
P TOT (µM)	816	0.44	0.30	< 0.06	4.75	0.43
N/P	816	594.91	308.16	2.18	4913.41	695.94
Clor.a (µg/dm <sup>3</sup> )	816	3.06	2.06	0.31	35.57	2.97
TRIX	816	4.85	4.85	2.33	7.51	0.84

**Tabella 4 A: Numerosità, media, mediana, minimo, massimo e deviazione standard calcolati per i dati relativi alle acque di superficie, nel 2000.**

PROGRAMMA INTERREG II ANNO 2000 – PROFONDITA'						
	n	Media	Mediana	Minimo	Massimo	D.S.
Temperatura (°C)	170	17.60	19.17	4.81	25.80	5.97
Salinità (PSU)	170	35.95	36.41	29.75	38.39	1.73
PH	170	8.22	8.23	7.89	8.38	0.08
O.D. (%)	170	93.45	92.74	36.10	148.65	14.57
N-NH <sub>3</sub> (µM)	170	0.76	0.55	< 0.08	4.64	0.71
N-NO <sub>2</sub> (µM)	170	0.35	0.19	< 0.02	3.10	0.46
N-NO <sub>3</sub> (µM)	170	3.64	2.04	< 0.20	27.03	4.31
Si-SiO <sub>4</sub> (µM)	170	3.27	2.63	< 0.20	10.55	2.21
P-PO <sub>4</sub> (µM)	170	< 0.04	< 0.04	< 0.04	0.49	0.05
P TOT (µM)	170	0.19	0.17	< 0.06	0.78	0.13
N/P	170	316.54	198.20	4.87	2769.60	343.98
Clor.a (µg/dm <sup>3</sup> )	170	1.65	1.35	0.17	6.17	1.17
TRIX	170	4.02	4.00	1.54	5.65	0.73

**Tabella 4 B: Numerosità, media, mediana, minimo, massimo e deviazione standard calcolati per i dati relativi alle acque di fondo (stazioni 2-- e 3--), nel 2000.**

PROGRAMMA INTERREG II ANNO 2000 – PROFONDITA' >10 m						
	n	Media	Mediana	Minimo	Massimo	D.S.
Temp. (°C)	85	17.04	17.85	7.69	25.56	5.70
Sal. (PSU)	85	36.8	36.99	33.81	38.39	0.82
pH	85	8.20	8.21	7.89	8.38	0.09
O.D. (%)	85	87.84	89.13	36.10	117.57	13.99
N-NH <sub>3</sub> (µM)	85	0.90	0.67	< 0.08	4.64	0.82
N-NO <sub>2</sub> (µM)	85	0.34	0.17	< 0.02	3.10	0.54
N-NO <sub>3</sub> (µM)	85	1.70	0.93	< 0.20	8.75	1.97
Si-SiO <sub>4</sub> (µM)	85	2.99	2.41	0.35	10.15	2.01
P-PO <sub>4</sub> (µM)	85	< 0.04	< 0.04	< 0.04	0.19	< 0.04
P TOT (µM)	85	0.17	0.16	< 0.06	0.78	0.13
N/P	85	212.60	150.38	4.87	915.20	185.66
Clor.a (µg/dm <sup>3</sup> )	85	1.21	1.04	0.17	3.38	0.67
TRIX	85	3.79	3.83	1.54	5.20	0.75

**Tabella 4 C: Numerosità, media, mediana, minimo, massimo e deviazione standard calcolati per i dati relativi alle acque di fondo nelle stazioni 3--, aventi profondità maggiori di 10 m, nel 2000.**

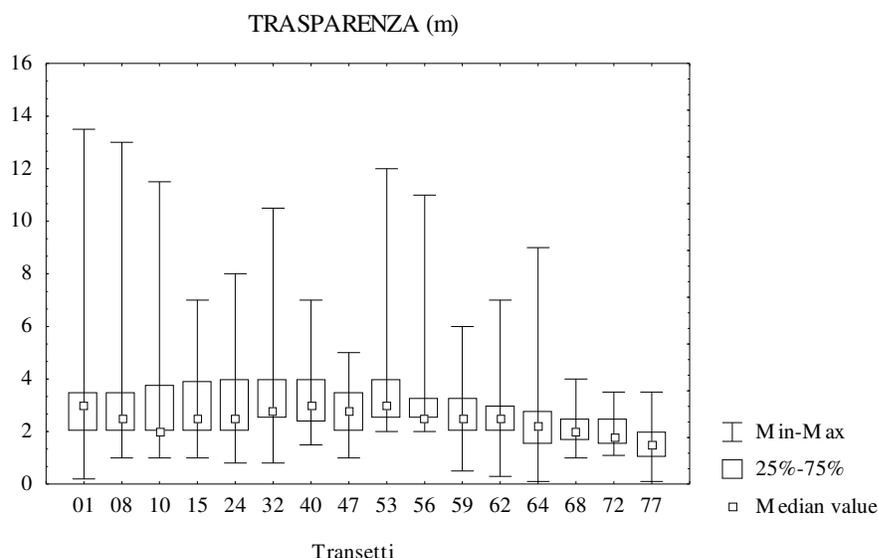
### 3.1.1 Trasparenza

i valori di trasparenza nell'anno 2000 sono stati compresi tra un massimo di 13.50 m (stazione 301 nelle campagne di luglio II e agosto II) ed un minimo di 0.10 m; questo valore minimo, è stato rilevato in corrispondenza delle stazioni 364, 277, 377 durante la campagna di Novembre e si ritiene che sia giustificabile come conseguenza delle abbondanti precipitazioni e

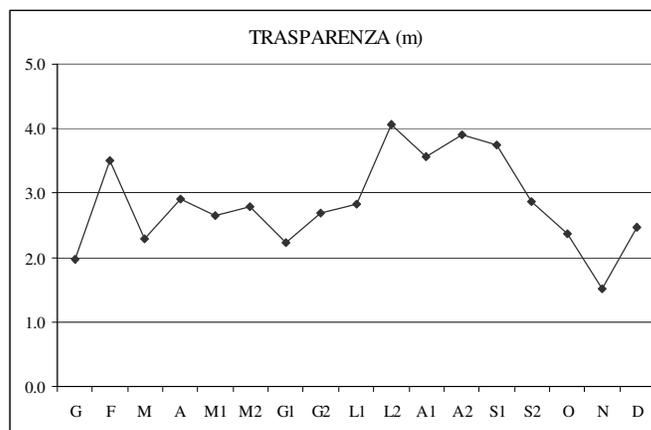
delle condizioni meteorologiche avverse di quel periodo. Infatti, in questo mese, la presenza di valori di trasparenza inferiori a 1 m è stata rilevata prevalentemente in corrispondenza delle stazioni localizzate in prossimità dei principali sbocchi fluviali. Il valore medio annuale è stato di 2.85 m.

La distribuzione dei valori per transetto, riportata in figura 2, mostra inoltre come la zona a sud di Chioggia, interessata dagli sbocchi dei maggiori fiumi della regione, presenti valori inferiori rispetto alle altre zone, in conseguenza del materiale in sospensione qui veicolato.

In figura 3 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento; richiamiamo l'attenzione sul valore registrato nel mese di novembre che raggiunge livelli minimi proprio a causa delle abbondanti precipitazioni occorse in quel periodo.



**Figura 2: Box & Whisker Plots dei valori di trasparenza per ciascun transetto.**

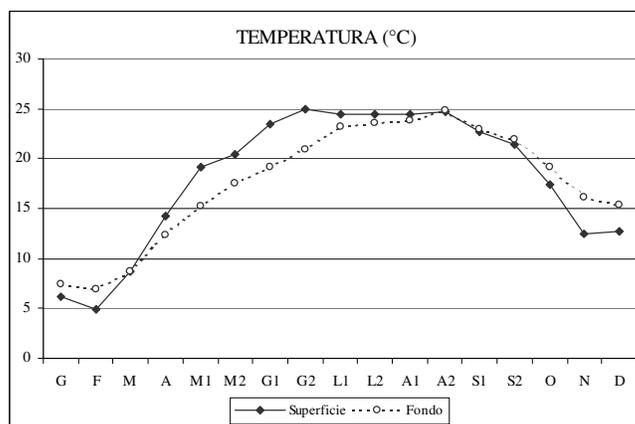


**Figura 3: Valori medi di trasparenza per campagna di rilevamento e misura.**

### 3.1.2 Temperatura

in superficie il valore medio annuale è stato di 18.05°C, con un minimo di 3.83°C (stazione 277, febbraio) ed un massimo di 26.91°C (stazione 147, giugno II). In profondità il valore medio annuale è stato di 17.60°C con un minimo di 4.81°C (stazione 256, febbraio) ed un massimo di 25.80°C (stazione 208, luglio I).

La distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità conferma la presenza di due differenti regimi termici: uno primaverile-estivo, caratterizzato da valori medi superficiali più elevati rispetto a quelli di fondo, ed uno, autunno-invernale, di inversione termica in cui le temperature di fondo sopravanzano quelle di superficie (Fig. 4); all'interno di tale regime tuttavia c'è da registrare un innalzamento della temperatura che ha evidenziato valori piuttosto elevati e che si attestano al di sopra delle medie stagionali solitamente rilevate. Il perdurare di condizioni tipiche del periodo tardo estivo ha mantenuto la stratificazione delle acque analizzate ritardando il fenomeno di rimescolamento tipico del periodo autunnale.

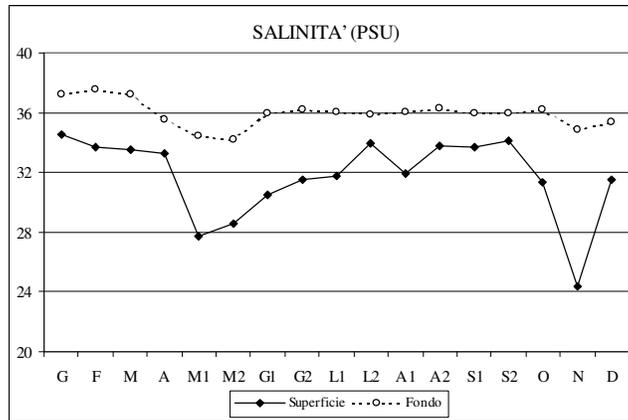


**Figura 4: Valori medi di temperatura per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

### 3.1.3 Salinità

in superficie la distribuzione dei valori di salinità ha presentato escursioni comprese tra 10 e 37 PSU, con valori mediamente più bassi nei mesi di aprile ed ottobre (Fig. 5). La salinità media è stata di 31.75 PSU, con un valore minimo assoluto di 10.14 PSU (stazione 364, novembre) e un massimo di 36.81 PSU (stazione 347, gennaio).

La distribuzione dei valori medi nelle acque di fondo (Fig. 5), come di consueto, si è presentata molto più uniforme (media annuale 35.95 PSU) con un valore minimo di 29.75 PSU (stazione 272, maggio II) ed un massimo di 38.39 PSU (stazione 324, febbraio).

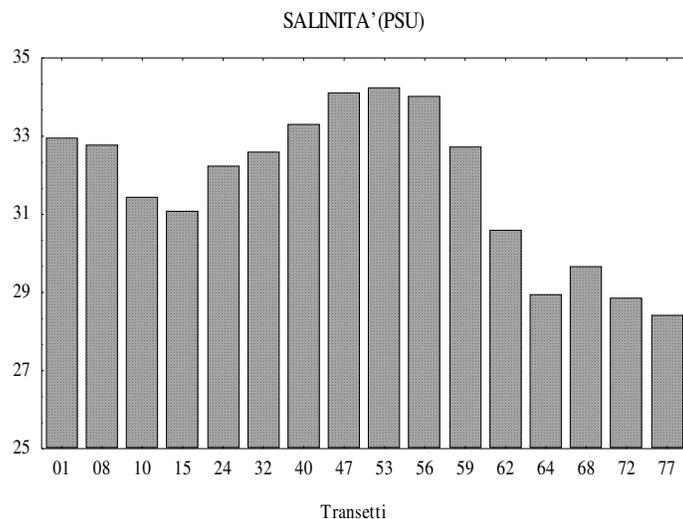


**Figura 5: Salinità medie per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

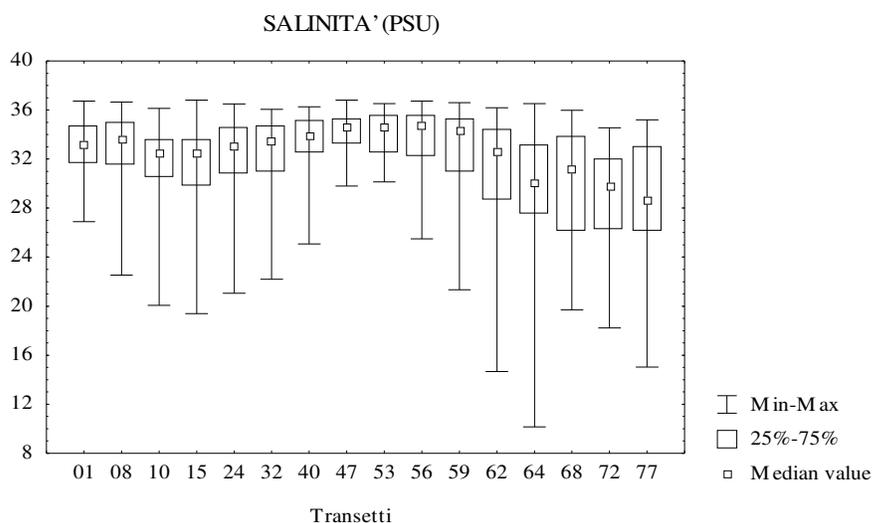
Anche in questo caso, in corrispondenza dei mesi caratterizzati dalle ingenti e straordinarie precipitazioni, si rilevano acque fortemente diluite. In superficie, la distribuzione dei valori medi per transetto lungo l'intero tratto di costa considerato (Fig. 6), mostra come la zona antistante la Laguna di Venezia, non direttamente interessata da apporti di acque dolci, presenti valori medi di salinità più elevati. La zona posta a sud del Porto di Chioggia presenta salinità medie nettamente inferiori, pur con una certa variabilità tra i transetti, come conseguenza della presenza di fiumi di notevole portata (Brenta, Adige, Po di Levante). Valori di salinità intermedi caratterizzano, infine, il tratto di mare compreso tra la foce del fiume Tagliamento e la Bocca di Porto di Venezia-Punta Sabbioni, zona interessata da foci di corsi d'acqua minori (Fig. 1).

Il notevole apporto di acque dolci continentali dell'ultimo trimestre, associato all'assenza dei fenomeni idrodinamici tipici della stagione, ha condotto al prolungarsi di una condizione tipicamente estiva di scarsa mobilità della colonna d'acqua: ciò ha favorito la presenza di uno strato superficiale di acque dolci meno dense che ha caratterizzato l'intero bacino influenzando i valori di salinità. Gli strati di acqua dolce superficiale sono stati tuttavia rapidamente trasportati verso sud dalle correnti di bacino evitando il ristagno e l'estensione più al largo della lamina dolce.

La figura 7 descrive più in dettaglio il comportamento della salinità che suddivide chiaramente la costa nelle tre zone già citate e più precisamente transetti 01-32 tratto nord, 40-56 tratto centro e 59-77 tratto sud.



**Figura 6: Valori medi di salinità in superficie calcolati per ciascun transetto.**

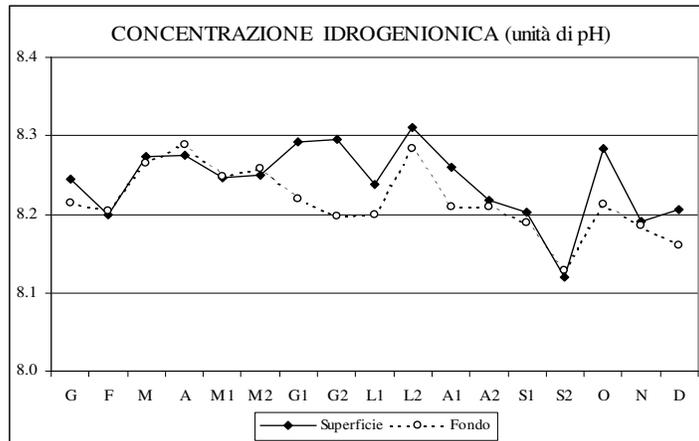


**Figura 7: Box & Whisker Plots dei valori di salinità in superficie per ciascun transetto.**

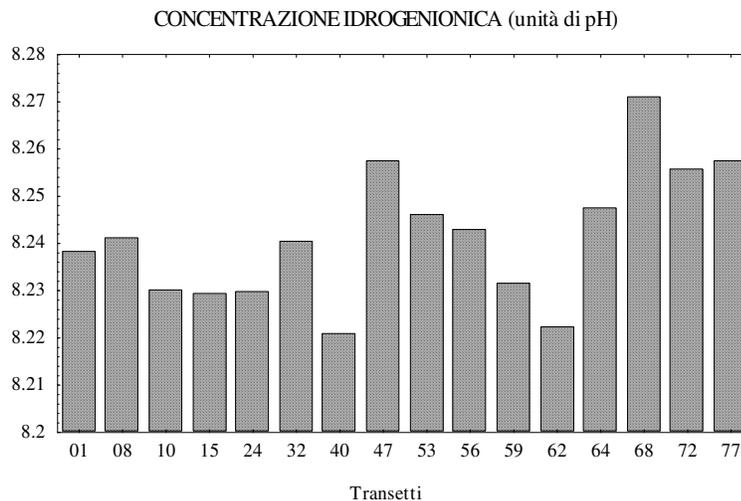
### 3.1.4 Concentrazione Idrogenionica

rappresenta il parametro che, grazie all'azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, ha espresso la più ristretta variabilità sia in superficie che al fondo, con valori medi rispettivamente di 8.24 e 8.22 unità di pH (Fig. 8). In superficie il valore massimo è stato di 8.41 unità di pH (stazione 164, luglio I) e il minimo 8.00 unità di pH (stazione 164, settembre II).

Al fondo il valore massimo è stato 8.38 unità di pH (stazione 256, gennaio) ed il minimo di 7.89 unità di pH (stazione 372, giugno II). In figura 9 è possibile notare come, pur su scala ridotta, i valori medi annuali per transetto tendano ad aumentare procedendo da Nord verso Sud.



**Figura 8: Valori medi di pH per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**



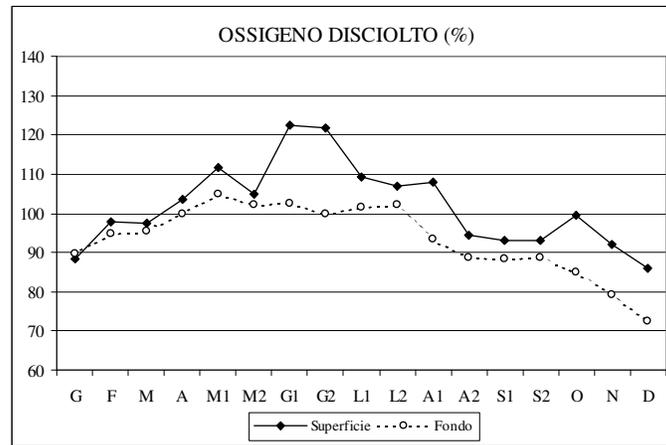
**Figura 9: Valori medi di pH in superficie calcolati per ciascun transetto.**

### 3.1.5 Ossigeno Disciolto

in superficie il valore medio annuale è stato di 101.80%, con un minimo di 78.62% (stazione 124, dicembre) ed un massimo di 158.00% (stazione 310, giugno I). In profondità il valore medio annuale è stato di 93.45%, con un minimo di 36.10% (stazione 372, giugno II) ed un massimo di 148.65% (stazione 208, giugno I).

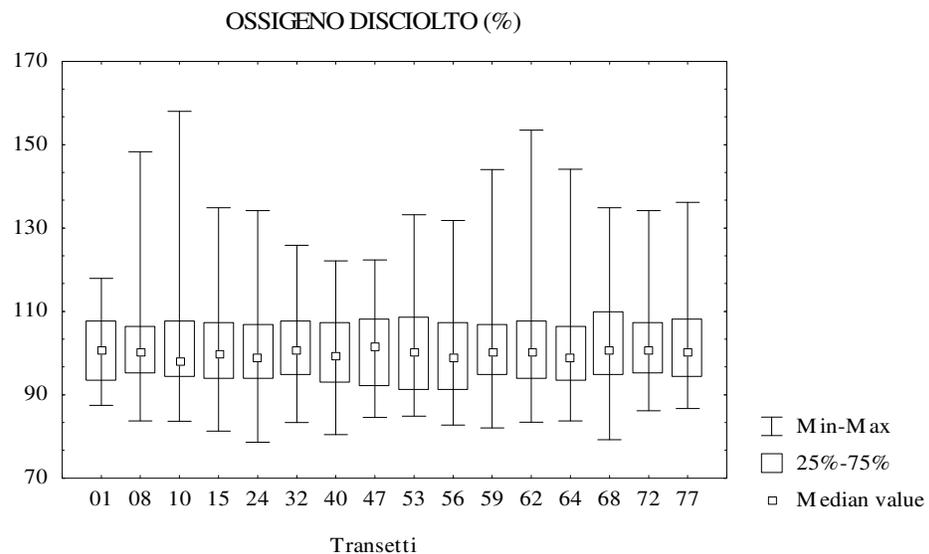
La figura 10 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie ed al fondo. I valori si mantengono mediamente al disopra del livello di saturazione per una buona parte dell'anno, ma nella seconda parte dell'anno la presenza contemporanea di temperature dell'acqua particolarmente miti e di abbondanti popolamenti fitoplanctonici ha favorito la

prosecuzione dei processi catabolici al fondo facendo registrare, in alcune zone, situazioni di moderata ipossia.



**Figura 10: Concentrazioni medie di ossigeno disciolto per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

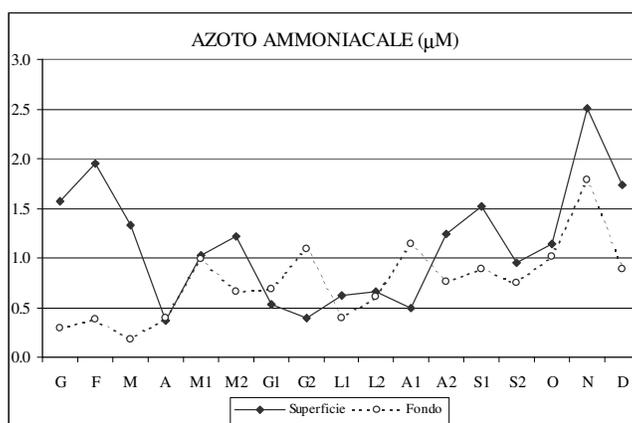
In figura 11 è riportata la variabilità dei valori di ossigeno disciolto calcolata per ciascun transetto lungo tutto il tratto di costa; si può chiaramente notare come, durante tutto l'anno, tali valori assumano caratteristiche pressoché costanti.



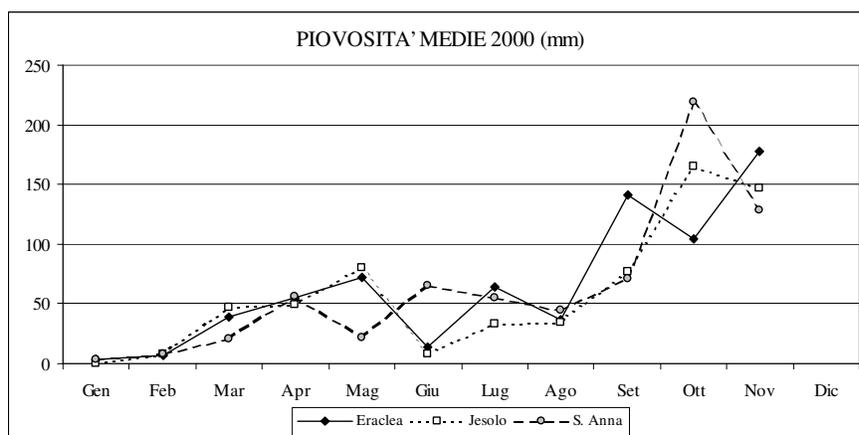
**Figura 11: Box & Whisker Plots dei valori di ossigeno disciolto in superficie calcolati per ciascun transetto.**

### 3.1.6 Azoto Ammoniacale

in superficie la concentrazione media annuale di azoto ammoniacale è stata di 1.13  $\mu\text{M}$  con un massimo di 20.05  $\mu\text{M}$  (stazione 277, ottobre) e valori minimi inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (0.08  $\mu\text{M}$ ) pari al 2.3% dei casi. Al fondo la concentrazione media annuale è stata di 0.76  $\mu\text{M}$  con un massimo di 4.64  $\mu\text{M}$  (stazione 372, giugno II) e con il 3.5% dei casi risultati inferiori al limite di rilevabilità. La figura 12 evidenzia come le concentrazioni di azoto ammoniacale rilevate in profondità hanno sopravanzato quelle di superficie durante i mesi estivi solo in sporadici casi contrariamente a quanto accade di solito. Rilevanti sono risultate le concentrazioni di azoto ammoniacale registrate, sia in superficie che al fondo, nella campagna di novembre lungo tutto l'intero arco di costa in concomitanza ad abbondanti precipitazioni verificatesi nei mesi di ottobre e novembre (Fig. 13).



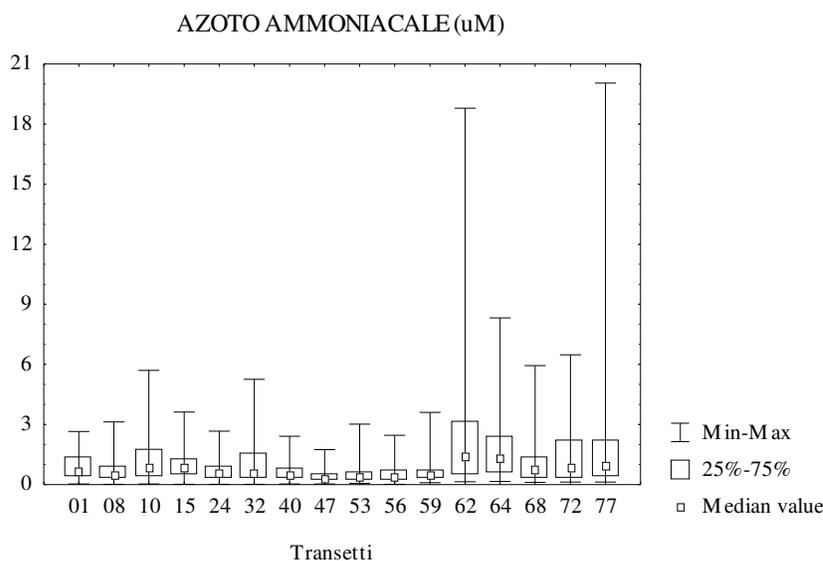
**Figura 12: Concentrazioni medie di azoto ammoniacale per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**



**Figura 13: Piovosità medie riferite alle campagne di rilevamento presso tre stazioni meteorologiche A.R.P.A.V.<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> I dati di precipitazione giornaliera annuale sono stati cortesemente forniti dall'A.R.P.A.V. Ufficio Rete di Telemisura Centro Meteorologico Teolo Padova.

Il riscontro di valori per transetto più elevati nel tratto a sud del Porto di Chioggia (Fig. 14) è da mettere in relazione con la presenza di fiumi i cui corsi attraversano grossi insediamenti urbani.

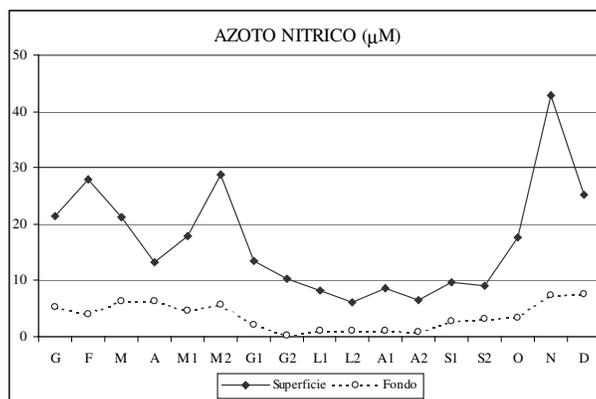


**Figura 14: Box & Whisker Plots delle concentrazioni di azoto ammoniacale in superficie per ciascun transetto.**

### 3.1.7 Azoto Nitrico

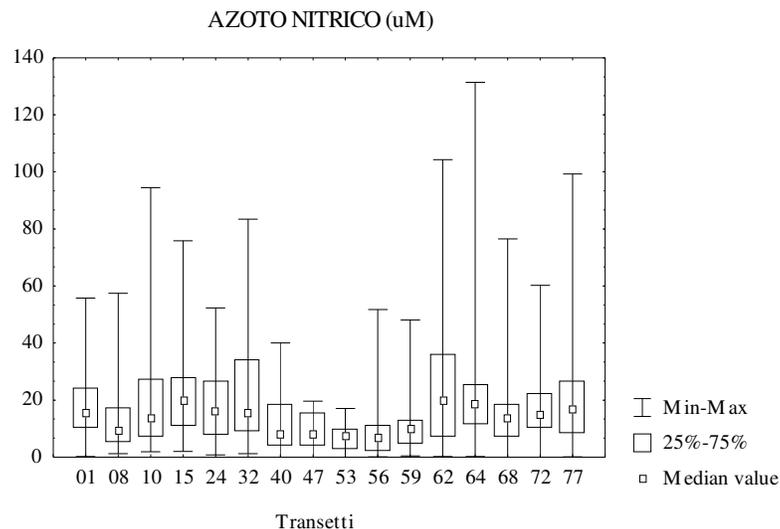
in superficie la concentrazione media annuale di azoto nitrico è stata di 16.94  $\mu\text{M}$  con un massimo di 131.33  $\mu\text{M}$  (stazione 164 aprile). Al fondo il valore medio annuale è stato di 3.64  $\mu\text{M}$  con un massimo di 27.03  $\mu\text{M}$  (stazione 272, aprile). Sia in superficie che in profondità i valori minimi sono risultati inferiori al limite di rilevabilità di 0.20  $\mu\text{M}$ , rispettivamente nel 1.6% e 14% dei casi.

In figura 15 è riportato l'andamento delle concentrazioni medie in superficie ed in profondità per ciclo di rilevamento; tale andamento si sviluppa in modo tipicamente stagionale con valori minimi nel periodo estivo e concentrazioni più elevate nel periodo tardo autunnale ed invernale. I picchi di concentrazione si sono sempre registrati in conseguenza a fenomeni di precipitazioni; quello più alto è relativo al mese di novembre a conferma dell'origine esogena di tale nutriente.



**Figura 15: Concentrazioni medie di azoto nitrico per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

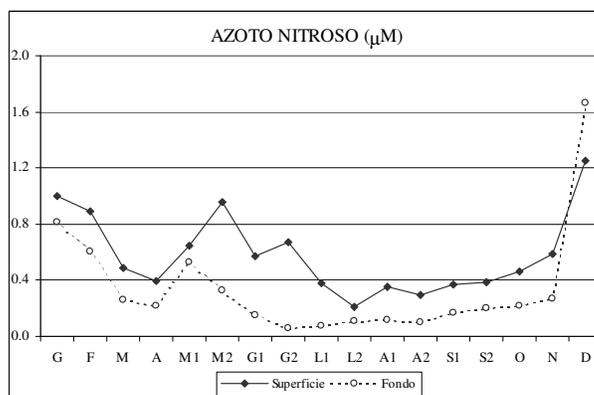
La distribuzione dei valori di concentrazione lungo la costa è riportata in figura 16. Diversamente da quanto rilevato negli anni precedenti non è possibile evidenziare nettamente la suddivisione nelle tre zone tipiche; con ogni probabilità possiamo ricondurre tale fenomeno agli straordinari eventi meteorologici che hanno interessato l'Italia del Nord nell'ultima parte dell'anno.



**Figura 16: Box & Whisker Plots delle concentrazioni di azoto nitrico in superficie per ciascun transetto.**

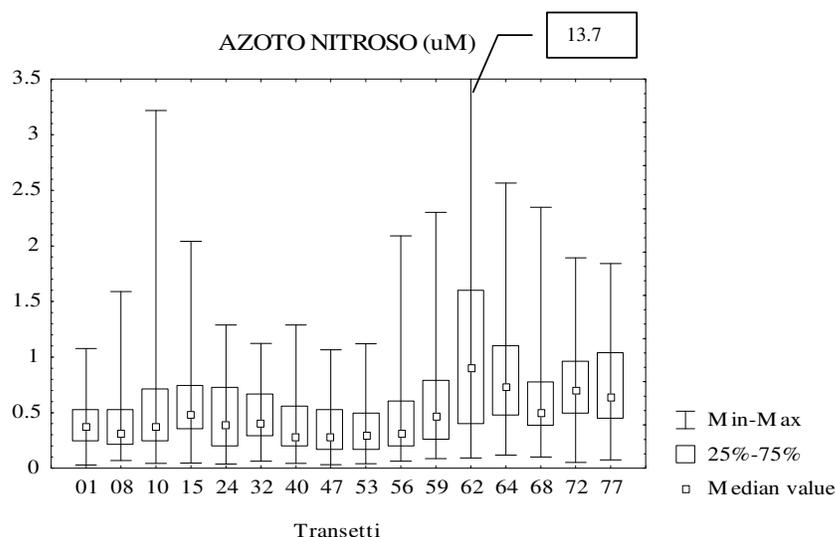
### 3.1.8 Azoto Nitroso

nel corso dell'anno 2000 la concentrazione media in superficie di questo nutriente è stata di 0.58 µM con un massimo di 13.70 µM (stazione 362, giugno II) e il valore minimo di 0.03 alla stazione 301 nel mese di giugno II; nelle acque di fondo il valore medio è stato di 0.35 µM con un massimo di 3.10 µM (stazione 372, dicembre); i valori minimi sono risultati inferiori al limite di rilevabilità (0.02 µM) nel 3% dei casi.



**Figura 17: Concentrazioni medie di azoto nitroso per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

L'andamento temporale dei nitriti ha presentato elevate concentrazioni invernali sia in superficie che al fondo cui si contrappongono basse concentrazioni nei rimanenti mesi; nel mese di dicembre, inoltre, le concentrazioni medie al fondo hanno sopravanzato quelle di superficie (Fig. 17). Come per gli altri macronutrienti la zona a sud del Porto di Chioggia ha presentato la maggiore variabilità nella distribuzione delle concentrazioni registrando, alla stazione 362, il valore massimo assoluto (Fig. 18).



**Figura 18: Box & Whisker Plots dei valori di azoto nitroso in superficie per ciascun transetto.**

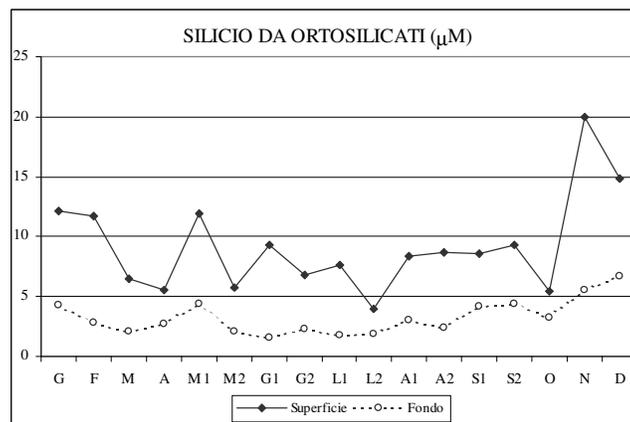
### 3.1.9 Silicio da Ortosilicati

in superficie la concentrazione media annuale è stata di 9.20 µM, con un massimo di 55.82 µM (stazione 377, novembre) ed un valore minimo di 0.40 µM alla stazione 364 maggio II; in profondità la concentrazione media annuale è stata di 3.27 µM, con un massimo di 10.55 µM (stazione 208, dicembre) e il valore minimo, inferiore al limite di rilevabilità, è stato

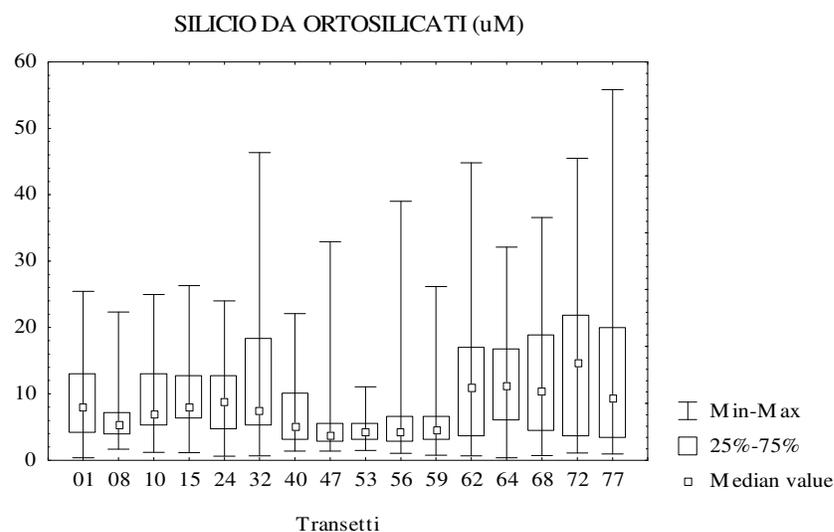
registrato in due casi rispettivamente nella prima campagna di giugno (stazione 224) e nella prima di luglio (stazione 272).

Analogamente a quanto già detto per i nitrati, sono stati rilevati picchi di massima concentrazione in corrispondenza ai periodi di maggiore precipitazione con il massimo assoluto nella campagna di novembre (Fig. 19). L'andamento del silicio è apparso in parte sovrapponibile a quello dei nitrati (Fig. 15); entrambi questi nutrienti inoltre, hanno mostrato una forte correlazione inversa con la salinità (rispettivamente  $r = -0.53$  e  $r = -0.57$  per  $p < 0.05$ , calcolati sui soli campioni di superficie).

La forte influenza fluviale appare ancora una volta evidente e condiziona la distribuzione spaziale che presenta le concentrazioni più elevate a sud del Porto di Chioggia e quelle più basse nella fascia di mare antistante la Laguna di Venezia (Fig. 20).



**Figura 19: Concentrazioni di silicio da ortosilicati per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**



**Figura 20: Box & Whisker Plots dei valori di silicio da ortosilicati in superficie calcolate per ciascun transetto.**

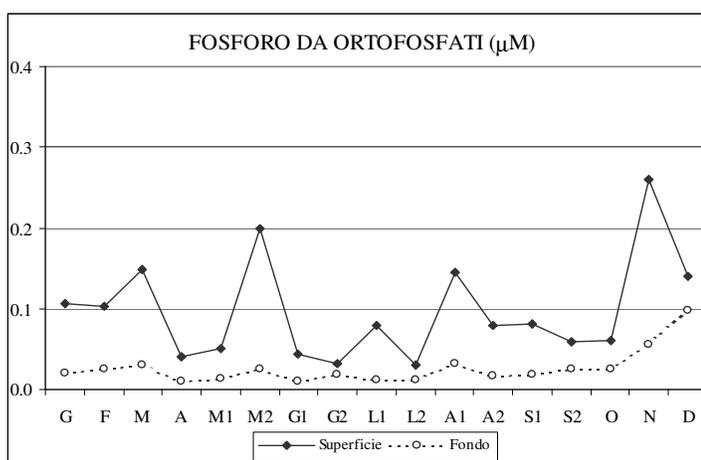
### 3.1.10 Fosforo da Ortofosfati

in superficie la concentrazione media annuale è stata di  $0.10 \mu\text{M}$ , con un massimo di  $2.25 \mu\text{M}$  (stazione 232, agosto I). Al fondo il valore medio è risultato inferiore al limite di rilevabilità dello strumento ( $0.04 \mu\text{M}$ ) con un massimo di  $0.49 \mu\text{M}$  (stazione 272, dicembre).

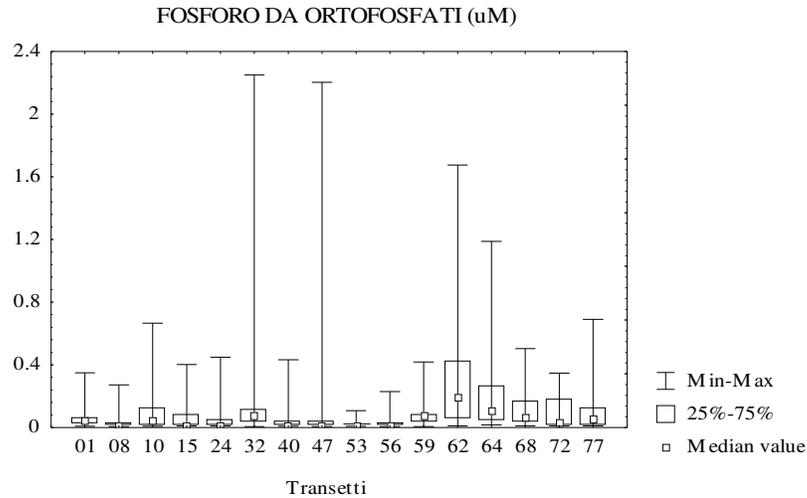
I valori minimi sono risultati costantemente al di sotto del limite di rilevabilità ( $0.04 \mu\text{M}$ ), sia in termini temporali che spaziali, con una percentuale del 53% dei casi in superficie e dell'85% in profondità; tali percentuali, sono sovrapponibili a quelle rilevate nel corso del 1999.

La distribuzione stagionale delle concentrazioni di fosforo da ortofosfati ha mostrato un andamento non ben definito, legato al ciclo di questo elemento (Fig. 21), con picchi nei mesi di maggio e novembre come già osservato per i precedenti macronutrienti.

La distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati lungo la costa (Fig. 22) evidenzia come presso i transetti 62, 64 e 77 posti in corrispondenza delle foci di Bacchiglione-Brenta, Adige e Po di Levante si siano registrati i valori più elevati.



**Figura 21: Concentrazioni di fosforo da ortofosfati per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

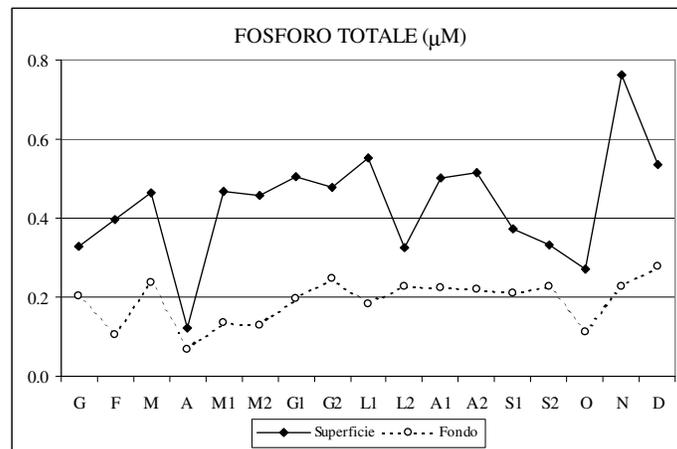


**Figura 22: Box & Whisker Plots dei valori di fosforo da ortofosfati in superficie calcolate per ciascun transetto.**

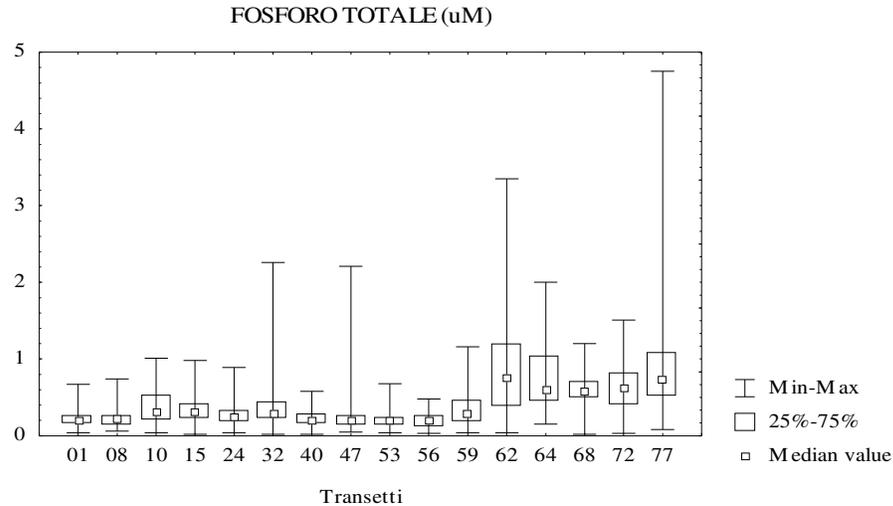
### 3.1.11 Fosforo Totale

in superficie la concentrazione media annuale è risultata pari a 0.44  $\mu\text{M}$ , con un massimo di 4.75  $\mu\text{M}$  (stazione 277, novembre) e con il 2.7% dei casi di valori inferiori al limite di rilevabilità (0.06  $\mu\text{M}$ ). Al fondo il valore medio annuale è stato di 0.19  $\mu\text{M}$ , con un massimo di 0.78  $\mu\text{M}$  (stazione 372, marzo) e valori minimi inferiori al limite di rilevabilità (0.06  $\mu\text{M}$ ) per l'11.8% dei casi.

In superficie i valori medi per ciclo di rilevamento (Fig. 23) hanno mostrato un andamento discontinuo, così come quelli di fondo. In figura 24 sono riportate le distribuzioni dei valori in superficie rilevate per ciascun transetto.



**Figura 23: Concentrazioni di fosforo totale per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**



**Figura 24: Box & Whisker Plots dei valori di fosforo totale in superficie calcolate per ciascun transetto.**

### 3.1.12 Rapporto Azoto Inorganico - Fosforo Inorganico

il valore massimo in superficie è pari a 4913.41 (stazione 115, giugno I), mentre il minimo è pari a 2.18 (stazione 147, agosto I) con una media annuale di 594.91.

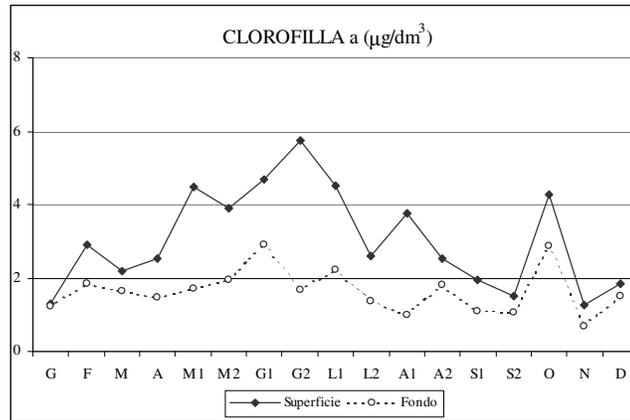
Nelle acque di fondo il valore massimo è stato di 2769.60 (stazione 272, aprile) e il minimo è stato di 4.87 (stazione 308, marzo) con una media di 316.54.

La percentuale di campioni presentanti un valore di tale rapporto maggiore di 20 è stata pari al 98.5% in superficie e 96.5% al fondo; tali valori indicano la presenza di un eccesso di azoto inorganico rispetto al fosforo (Consorzio Venezia Nuova, 1989).

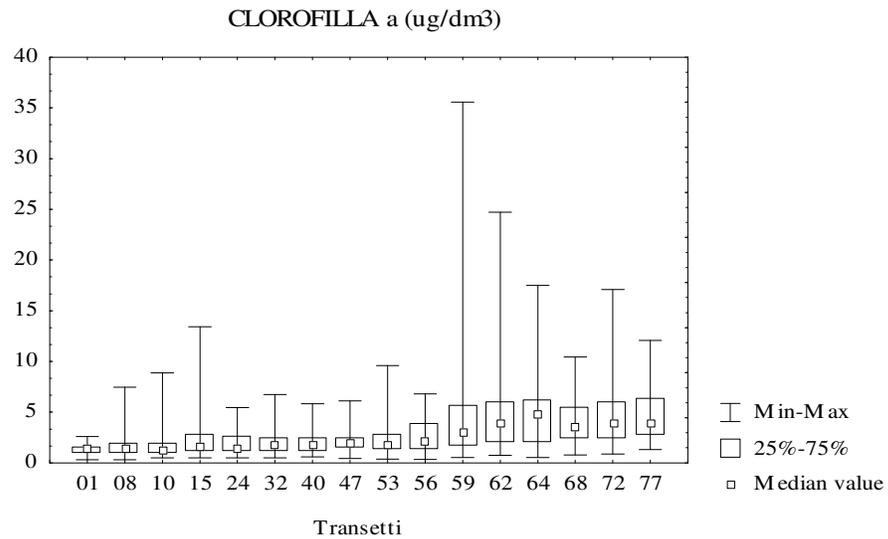
### Clorofilla *a*

in superficie la concentrazione media annuale di clorofilla *a* è stata di 3.06  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  con un minimo di 0.31  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  (stazione 308, agosto I) ed un massimo di 35.57  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  (stazione 159, giugno II). Al fondo la concentrazione media è stata di 1.65  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  con un minimo di 0.17  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  (stazione 372, novembre) ed un massimo di 6.17  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  (stazione 272, agosto II).

La distribuzione dei valori medi di clorofilla *a* per campagna di rilevamento (Fig. 25) presenta un andamento che ricalca quello tipicamente stagionale. Il trend annuale risulta infatti contraddistinto dalla presenza dei valori più alti nei mesi più caldi, come conseguenza ai bloom fitoplanctonici tipici del periodo primaverile estivo; fa eccezione il picco registrato nel mese di ottobre nel quale la presenza contemporanea di temperature dell'acqua al di sopra delle medie stagionali e la disponibilità dei nutrienti danno origine a fioriture algali tardo-estive.

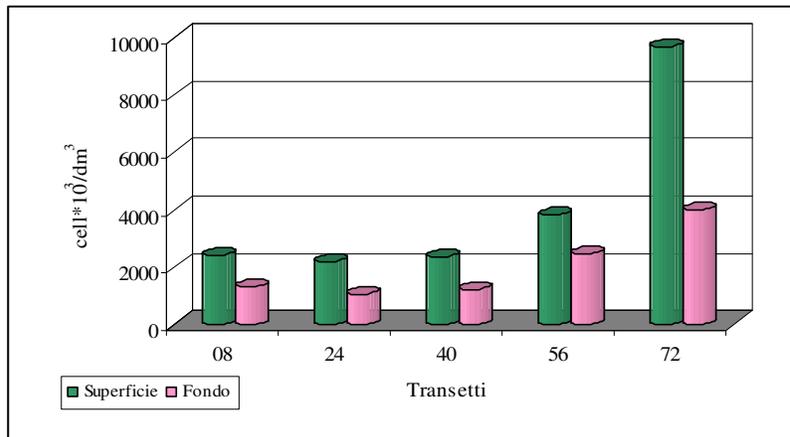


**Figura 25: Concentrazioni di clorofilla a per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**



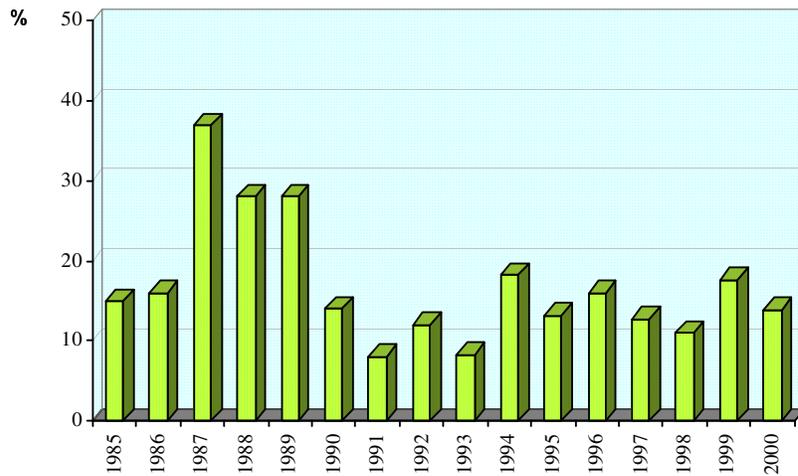
**Figura 26: Box & Whisker Plots dei valori di clorofilla a in superficie calcolate per ciascun transetto.**

In figura 26 ancora una volta si può osservare come le concentrazioni a sud del Porto di Chioggia appaiano più elevate rispetto a quelle riscontrate nel restante tratto di mare analogamente a quanto si osserva per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 27).

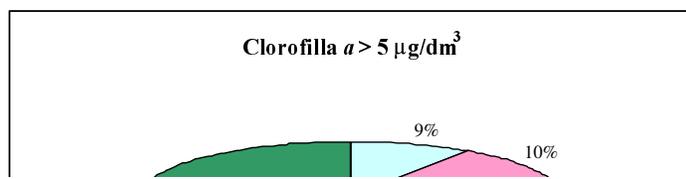


**Figura 27: Abbondanze fitoplanctoniche medie annuali nei transetti “faro-pesca” in superficie ed al fondo.**

Le concentrazioni si sono mantenute sui livelli elevati che hanno caratterizzato gli ultimi anni (Fig. 28), con un numero di campioni eccedenti i  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  (secondo il criterio di classificazione delle acque costiere proposto da Chiaudani *et al.*, 1982), pari al 13.9% (su un totale di 1071), di questi l'80.5% è stato, come sempre, rinvenuto a sud del Porto di Chioggia (Fig. 29).



**Figura 28: Percentuale di campioni aventi concentrazione maggiore di  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  a partire dal 1985.**



**Figura 29: Percentuale dei campioni con clorofilla *a* maggiore di 5 µg/dm<sup>3</sup> suddivisi per zona.**

### 3.1.13 *Indice trofico TRIX*<sup>2</sup>

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 (mg/m<sup>3</sup>);

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

N = Azoto minerale disciolto (mg/m<sup>3</sup>);

P = Fosforo totale (mg/m<sup>3</sup>);

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

**Tabella 5: Classificazione trofica delle acque marine costiere (D.Lgs. 152/99).**

<sup>2</sup> 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).

I dati dell'attività del 2000 evidenziano, per le acque di superficie, un valore medio annuale di indice trofico pari a 4.85, vicino al limite tra le classi "buono" e "mediocre", con un minimo di 2.33 (stazione 201, ottobre) ed un massimo di 7.51 (stazione 262, maggio I). Nelle acque di fondo il valore medio annuale è stato di 4.02, al limite tra le classi "elevato" e "buono", con un minimo di 1.54 (stazione 308, luglio II) ed un massimo di 5.65 (stazione 272, maggio II).

In figura 30 sono riportati gli andamenti dei valori medi dell'indice trofico per ciascuna campagna: si può osservare che i valori medi di superficie risultano costantemente compresi nelle due classi centrali "buono" e "mediocre"; i valori medi al fondo rientrano nella classe "elevato" durante il periodo primaverile-estivo e nella classe "buono" nei rimanenti mesi dell'anno.

La distribuzione dei valori per ciascun transetto (Fig. 31) mostra come i valori più elevati siano stati riscontrati nel tratto meridionale di costa, in cui risulta maggiore l'afflusso di acque fluviali cariche di macronutrienti tali da sostenere un'intensa attività biologica.

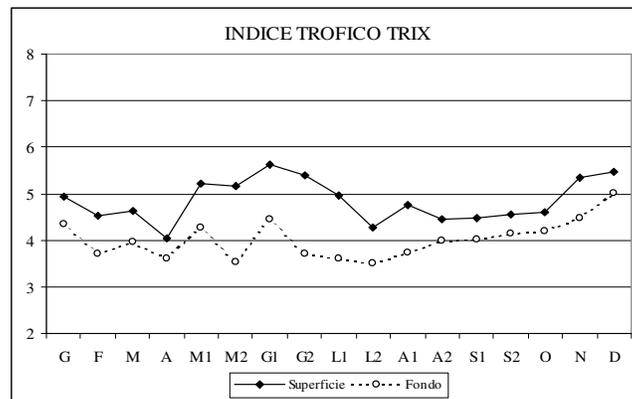


Figura 30: Valori medi di TRIK per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.

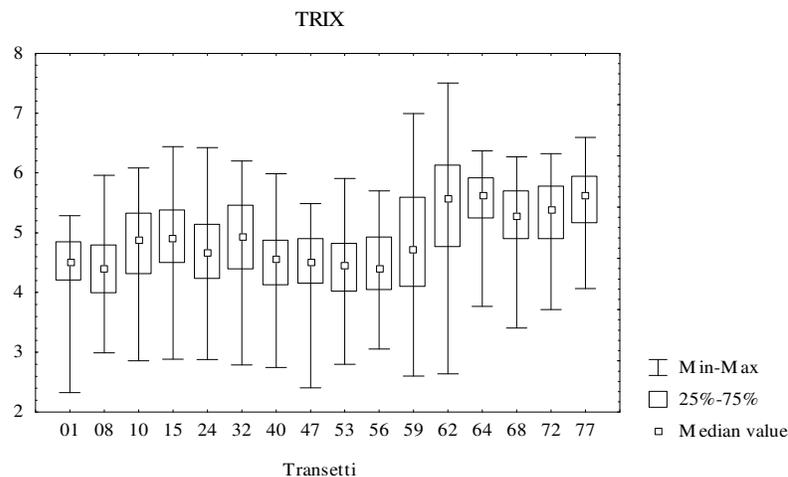


Figura 31: Box & Whisker Plots dei valori di TRIK in superficie per ciascun transetto.

### 3.1.14 Fitoplancton

Nel corso delle campagne di rilevamento e misura del 2000 è stata analizzata la componente fitoplanctonica di 464 campioni, dei quali 336 relativi alle stazioni “faro-pesca” e 128 corrispondenti alle stazioni dei transetti per il controllo dell'eutrofizzazione che hanno presentato concentrazioni di clorofilla *a* superiore a 5 µg/dm<sup>3</sup>.

#### 3.1.14.1 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.

Nonostante ciò per la fascia costiera della Regione Veneto è stato possibile evidenziare, per la componente fitoplanctonica, un andamento stagionale delle abbondanze simile a quello degli anni precedenti caratterizzato da massimi nel periodo estivo, minimi nel periodo invernale e ripresa vegetativa nel periodo primaverile.

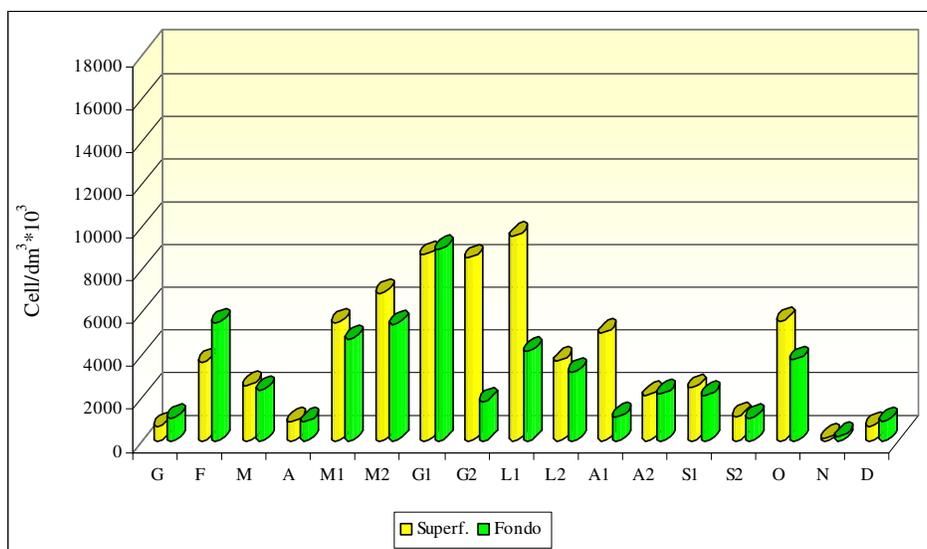
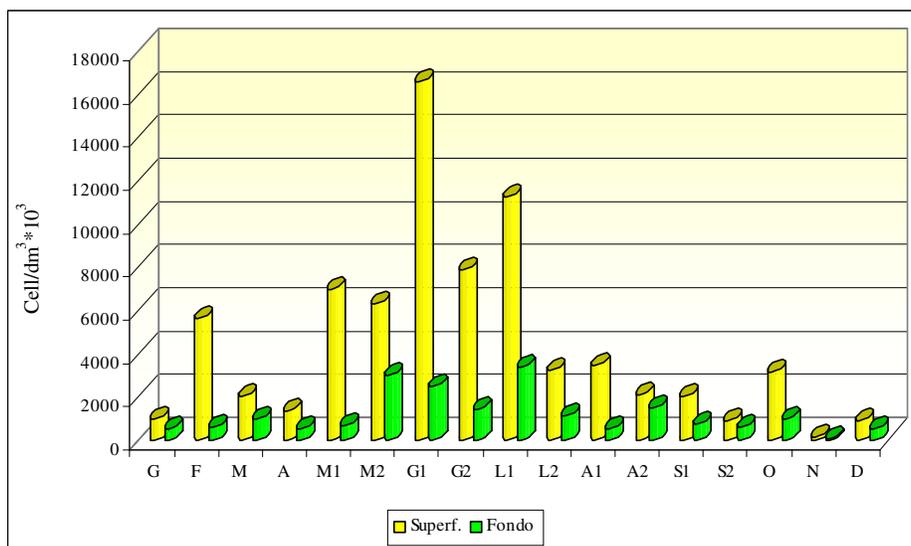


Figura 32A: Andamento delle abbondanze medie per campionamento nelle stazioni 2--.

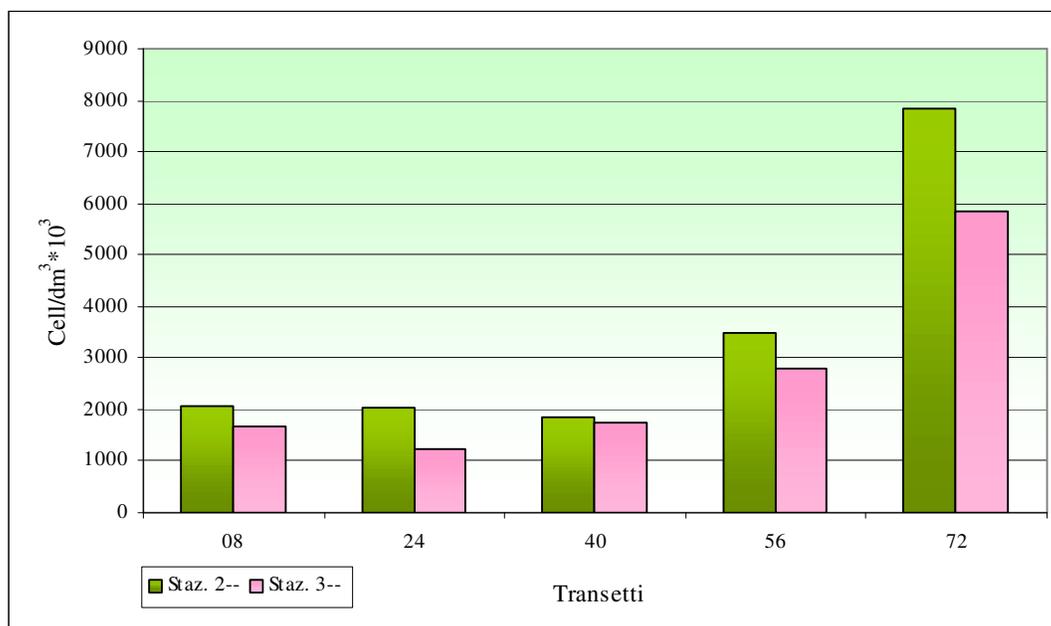


**Figura 32 B: Andamento delle abbondanze medie per campionamento nelle stazioni 3--.**

Nonostante la ridotta batimetria è stata riscontrata anche una differenziazione quantitativa tra i popolamenti di superficie che hanno presentato valori di abbondanza sempre superiori rispetto a quelli di fondo (Figg. 32 a e b), soprattutto nelle stazioni 3-- che presentano una profondità media di circa 13 metri rispetto alla stazione 2-- dove la profondità media è di circa 4 metri. Tale differenziazione è maggiormente riscontrabile nel periodo estivo durante il quale le acque sono stratificate rispetto al periodo invernale in cui si riscontra un loro completo rimescolamento.

L'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un minimo assoluto di  $28 \cdot 10^3 \text{ celldm}^{-3}$  (rinvenuto al fondo nella stazione 324 nel mese di novembre) ed un massimo assoluto pari a  $68360 \cdot 10^3 \text{ celldm}^{-3}$  (rinvenuto in superficie nella stazione 159 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 e Po di Levante (Fig. 33).

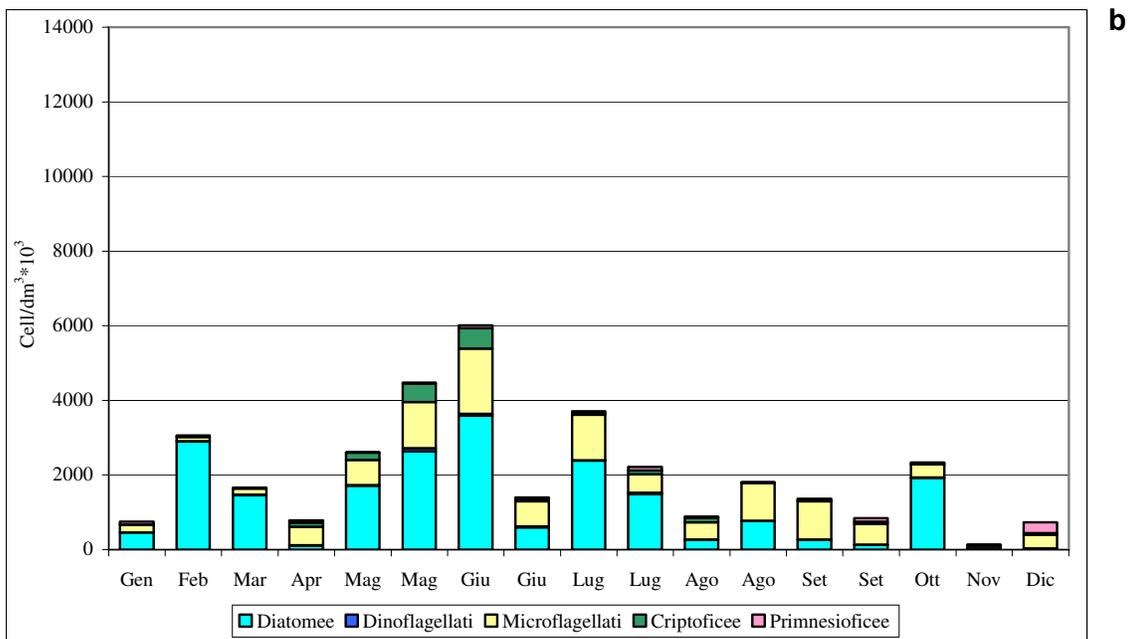
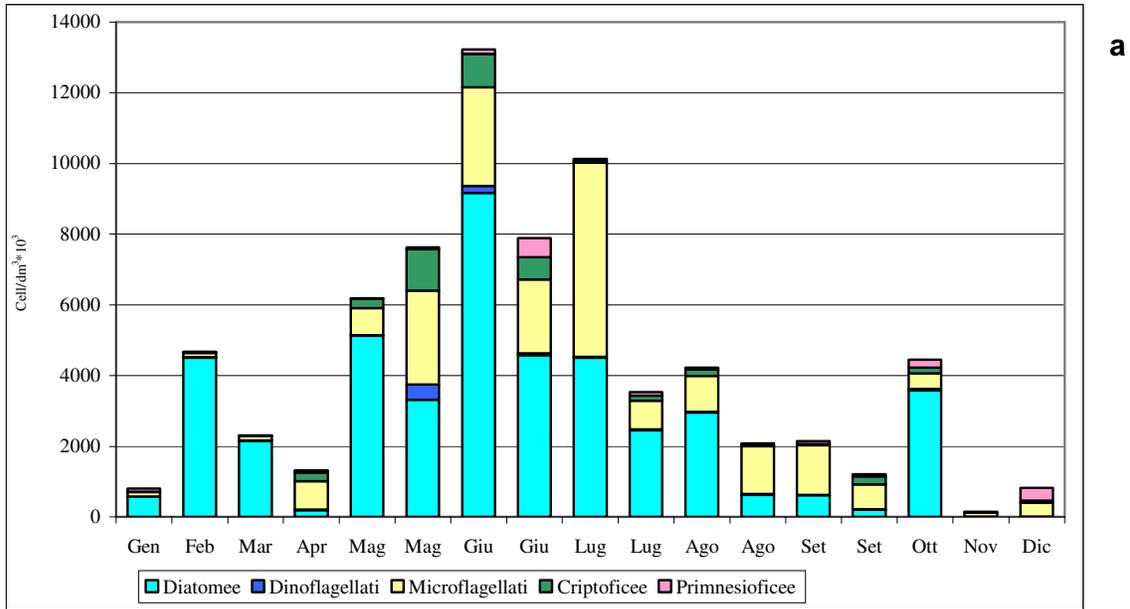


**Figura 33: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie nei transetti "faro-pesca" (dati di superficie e di fondo).**

Il programma di monitoraggio regionale per le acque di balneazione prevede che la componente fitoplanctonica sia analizzata costantemente nelle stazioni dei transetti "faro-pesca"; per i rimanenti transetti, relativi al controllo dell'eutrofizzazione, l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton è eseguita solo nelle stazioni in cui il valore di clorofilla *a* superi i  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ , limite con il quale un corpo idrico è definito "eutrofico" (Chiaudani *et al.*, 1982).

Complessivamente nel corso del 2000 ben 149 campioni, pari al 32% del totale dei campioni analizzati, hanno presentato valori di clorofilla *a* superiori a  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ . Essi sono stati rinvenuti in particolare nel periodo primaverile-estivo, di questi l'80,5% è stato rilevato soprattutto nel tratto a sud di Chioggia, compreso tra i transetti 59 e 77 (Fig. 29). In generale i taxa maggiormente rappresentati sono stati Diatomee e Microflagellati (valori medi pari rispettivamente al 59% ed al 30%). Entrambi hanno presentato valori d'abbondanza variabili in funzione della stagione (Figg. 34 a e b).

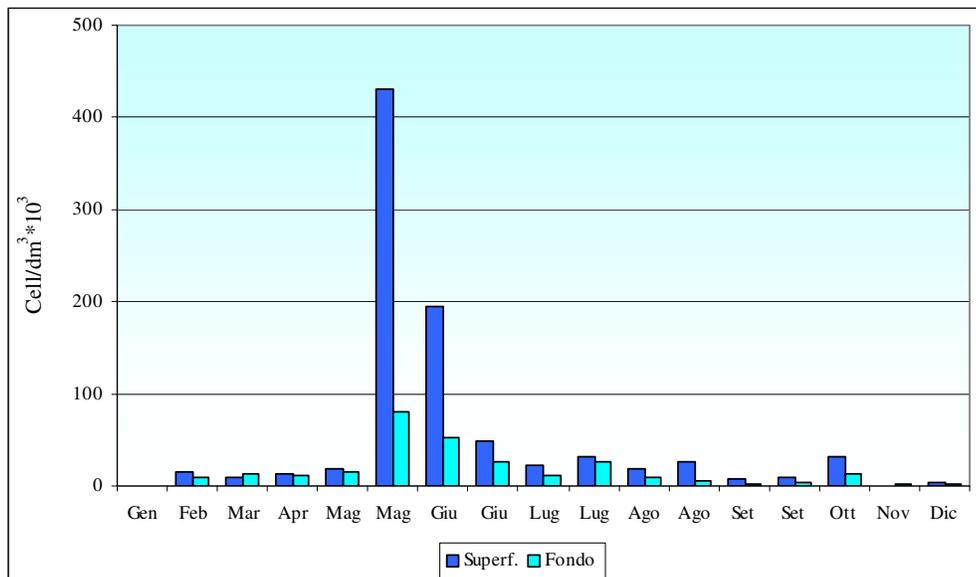
Il gruppo tassonomico dei Microflagellati comprende l'Ultraplancton, le Criptoficee e le Prasinoficee.



**Figura 34 a -b: Distribuzione temporale delle abbondanze medie dei principali gruppi tassonomici nei transetti "faro-pesca" per ciascun campionamento; a) superficie, b) fondo.**

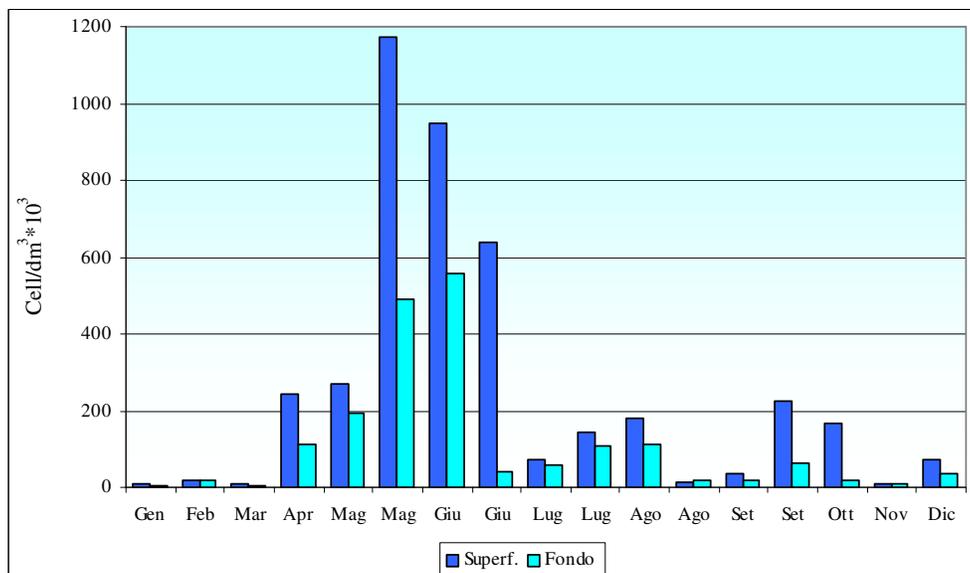
Altri taxa hanno presentato abbondanze relative ridotte o legate a specifici periodi dell'anno.

La classe dei Dinoflagellati è stata più abbondante soprattutto nei campioni di superficie nel periodo tardo primaverile (Fig. 35), assieme a quella delle Criptoficee (Fig. 36) a differenza degli anni precedenti in cui l'abbondanza maggiore era nel periodo primaverile estivo.

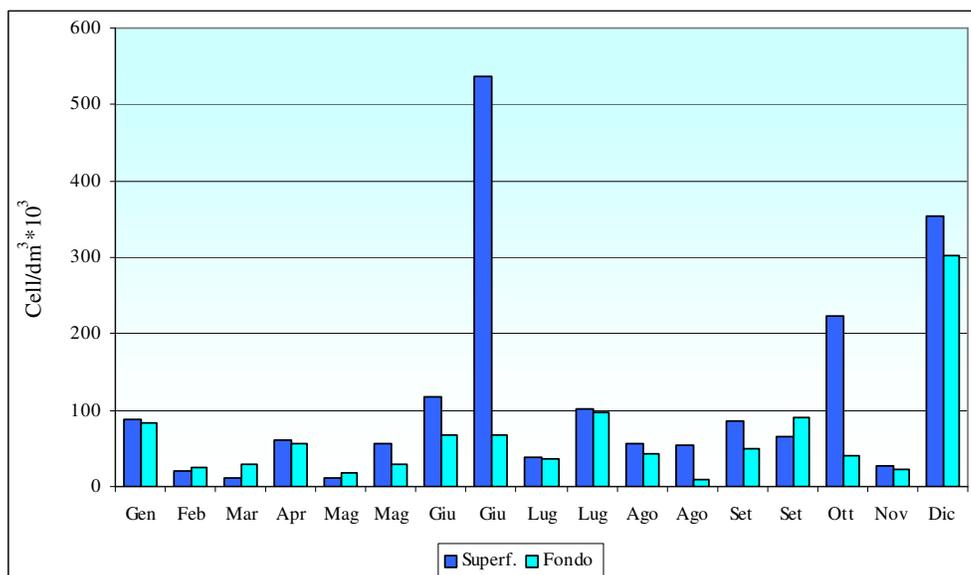


**Figura 35: Distribuzione temporale delle abbondanze medie di Dinoflagellati nei transetti "faro-pesca" per ciascuna campagna in superficie e al fondo**

Le Primnesiofitee, rappresentate soprattutto da *Emiliana huxley*, sono risultate presenti durante tutto l'anno con picchi nella seconda campagna di giugno e in quelle di ottobre e dicembre (Fig. 37). Altre classi quali le Euglenofitee e Clorofitee sono state rinvenute sporadicamente ed in campioni raccolti in zone influenzate da apporti d'acqua dolce.



**Figura 36: Distribuzione temporale delle abbondanze medie delle Criptofitee nei transetti "faro-pesca" per ciascuna campagna in superficie e al fondo**



**Figura 37: Distribuzione temporale delle abbondanze medie delle Primnesiofitee nei transetti "faro-pesca" per ciascuna campagna in superficie e al fondo.**

### 3.1.14.2 Analisi qualitativa

Sono state rinvenute 252 specie di cui 242 a livello di genere o specie e 10 sono state identificate a livello di classe o di entità non determinate ripartiti secondo il seguente schema:

Diatomee	156
Dinoflagellate	33
Primnesiofitee (Coccolitoforidee)	20
Clorofitee	18
Criptofitee	7
Crisofitee	4
Euglenofitee	3
Dictiohofitee	3
Ebridee	3
Prasinofitee	3
Cianofitee	2

I taxa riconosciuti appartengono per la maggior parte alla classe delle Diatomee (62%), delle Dinoflagellate (13%) e delle Primnesiofitee (Coccolitoforidee, 8%).

I piccoli flagellati di dimensioni inferiori ai 12 µm sono stati raggruppati sotto il termine di Ultraplanton.

L'elenco floristico delle specie identificate è il seguente

<b>CYANOPHYCEAE</b>	<b>PRYMNESIOPHYCEAE</b>
Anabaena sp.	Caliptosphaera sphaeroidea v. minor Schiller
Cyanophyceae indeterminate	Dicrateria sp.
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>	Emiliana huxleyi (Lohm.) Hay & Mohler
Hillea fusiformis (Schiller) Schiller	Anoplosolenia brasiliensis (Lohm.) Deflandre
Chroomonas sp.	Calciosolenia granii Schlaud.
Rhinomonas sp.	Calciosolenia murrayi Gran (in Murray & Hjort)
Rhodomonas sp.	Calciosolenia sp.
Teleaulax sp.	Calciopappus caudatus Gaarder & Ramsfjell
Leucocryptos sp.	Calciopappus sp.
Cryptophyceae indeterminate	Halopappus adriaticus Schiller, emend. Manton, Bremer & Oates
<b>CRYSOPHYCEAE</b>	Ophyaster hydroideus (Lohm.) Gran
Calycomonas sp.	Acanthoica quattospina Lohm.
Meringosphaera mediterranea Lohm.	Acanthoica sp.
Dinobryon sp.	Rhabdosphaera claviger Murr. & Black.
Crysohyceae indeterminate	Rhabdosphaera sp.
<b>DYCHTYOCHOPHYCEAE</b>	Syracosphaera cupulifera Schiller
Dictyocha fibula Ehr.	Syracosphaera mediterranea Lohm.
Dichtyocha speculum (Ehr.) Haeckel	Syracosphaera pulchra Lohm.
Dictyocha sp.	Syracosphaera sp.
<b>DINOFLLAGELLATAE</b>	Coccolitinae indeterminate
Alexandrium sp.	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>
Prorocentrum compressum (Bailey) ex Dodge	Eutreptiella sp.
Prorocentrum micans Ehr.	Euglena acus Ehrb.
Prorocentrum minimum (Pav.) Schiller	Euglena sp.
Prorocentrum schilleri Bohm	<b>PRASINOPHYCEAE</b>
Prorocentrum sp.	Pyramimonas sp.
Dinophysis caudata Saville & Kent	Tetraselmis sp.
Dinophysis fortii Pav.	Prasinophyceae indeterminate
Dinophysis rotundata Clap. & Lachm.	<b>CLOROPHYCEAE</b>
Dinophysis sacculus Stein	Ankistrodesmus acicularis
Amphidinium sp.	Ankistrodesmus sp.
Gymnodinium sp.	Chodatella longiseta Lemm.
Gyrodinium fusiforme Kof. e Sw.	Cylindrocystis sp.
Gyrodinium sp.	Crucigenia tetrapedia Kirch.
Glenodinium sp.	Crucigenia sp.
Scripsiella trochoidea (Stein) Loeb.	Eudorina sp.
Protoperidinium brevipes (Paul.) Balech	Lagerheimia genevensis Chodat
Protoperidinium divergens (Ehr.) Balech	Oocystis sp.
Protoperidinium ovum (Schiller) Balech	Pandorina sp.
Protoperidinium Steinii (Jorg.) Balech	Pediastrum sp.
Protoperidinium tuba Schiller	Scenedesmus quadricauda (Turp.) Breb.
Minuscula bipes Lebour	Scenedesmus sp.
Protoperidinium sp.	Staurastrum sp.
Goniaulax polygramma Stein	Tetraedron sp.
Goniaulax spinifera (Clap. & Lachm.) Dies.	Tetrastrum sp.
Ceratium furca (Ehr.) Clap. & Lachm.	Clorophyceae indeterminate
Ceratium fusus (Ehr.) Duj.	<b>EBRIIDEAE</b>
Ceratium macroceros (Ehr.) Cleve	Ebria sp.
Ceratium trichoceros (Ehr.) Kof.	Ebria tripartita (Schumm.) Lemm.
Oxytoxum adriaticum Schiller	Hermesinum adriaticum Zacharias
Oxytoxum sp.	<b>ULTRAPLANTON</b>
Pyrocystis lunula (Schutt) Schutt	<b>INDETERMINATE</b>
Dinoflagellatae indeterminate	

**DIATOMAEAE**

<i>Melosira granulata</i> (E.) Ralfs.	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.
<i>Melosira moniliformis</i> (Mull.) Ag.	<i>Fragilaria vitrea</i> K.
<i>Melosira nummuloides</i> (Dillw.) Ag.	<i>Fragilaria</i> sp.
<i>Melosira sulcata</i> (Ehr.) Kutz.	<i>Synedra acus</i> Kutz.
<i>Melosira varians</i> Ag.	<i>Synedra affinis</i> Kg.
<i>Melosira</i> sp.	<i>Synedra</i> sp.
<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grun) Grun ex Hustedt
<i>Thalassiosira baltica</i> (Grun.) Ostf.	<i>Thalassionema</i> sp.
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grun.) Joerg.	<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle
<i>Thalassiosira fallax</i> Meun.	<i>Thalassiotrix</i> sp.
<i>Thalassiosira hyalina</i> (Grun.) Gran.	<i>Bleakeleyia notata</i> (Grun.) Round
<i>Thalassiosira Nordenskiöldi</i> Cl.	<i>Asterionella bleakeley</i> W. Sm.
<i>Thalassiosira</i> sp.	<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castr.) Round.
<i>Cyclotella chaetoceras</i> Lemm.	<i>Cocconeis molesta</i> Kg.
<i>Cyclotella glomerata</i> Bachm.	<i>Cocconeis quarnerensis</i> Grun.
<i>Cyclotella Meneghiniana</i> Kutz.	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.
<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Cocconeis</i> sp.
<i>Coscinodiscus excentricus</i> E.	<i>Achnanthes brevipes</i> Ag.
<i>Coscinodiscus radiatus</i> E.	<i>Achnanthes longipes</i> Ag.
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Diploneis crabro</i> Ehr.
<i>Asteromphalus heptactis</i> (Breb.) Ralfs	<i>Diploneis</i> sp.
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.	<i>Navicula cancellata</i> Donk.
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	<i>Navicula campylo-discus</i> Grun.
<i>Guinardia delicatula</i> (Cl.) Hasle	<i>Navicula cincta</i> Ehr.
<i>Guinardia flaccida</i> (Castr.) Per.	<i>Navicula cryptocephala</i> Kg.
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle.	<i>Navicula crucifera</i> Grun.
<i>Proboscia alata</i> (Brightw.) Sundstrom	<i>Navicula distans</i> W. Schmith
<i>Pseudosolenia calcaravis</i> (Schultze) Sundstrom	<i>Navicula forcipata</i> Grev.
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Berg) Hasle	<i>Navicula hyalina</i> Donk.
<i>Dactyliosolen mediterraneus</i> Perag.	<i>Navicula mutica</i> K.
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightw.	<i>Navicula ostrearia</i> Grun.
<i>Rhizosolenia Stolterfohii</i> Perag.	<i>Navicula pusilla</i> Sm.
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightw.	<i>Navicula pygmaea</i> K.
<i>Rhizosolenia</i> sp.	<i>Navicula salinarum</i> Grun.
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Laud.	<i>Navicula tuscula</i> (Ehrbg.) Grun.
<i>Bacteriastrum varians</i> Laud.	<i>Navicula</i> sp.
<i>Bacteriastrum</i> sp.	<i>Opephora Schwartzii</i> Petit.
<i>Chaetoceros affinis</i> Laud.	<i>Pleurosigma</i> sp.
<i>Chaetoceros anastomosans</i> Grun.	<i>Amphiprora paludosa</i> W. Sm.
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cl.	<i>Amphora angusta</i> Greg.
<i>Chaetoceros simplex</i> Cl.	<i>Amphora coffaeiformis</i> Ag.
<i>Chaetoceros brevis</i> Schutt.	<i>Amphora exigua</i> Greg.
<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran	<i>Amphora hyalina</i> K.
<i>Chaetoceros convolutus</i> Castr.	<i>Amphora laevisissima</i> Greg.
<i>Chaetoceros cfr. compressus</i> Laud.	<i>Amphora macilenta</i> Greg.
<i>Chaetoceros costatus</i> Pav.	<i>Amphora ostrearia</i> Breb.
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cl.	<i>Amphora ovalis</i> K.
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cl.	<i>Amphora veneta</i> K.
<i>Chaetoceros delicatulus</i> Ostf.	<i>Amphora</i> sp.
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehr.	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Lyngb.) Kg.
<i>Chaetoceros lacinosus</i> Schutt	<i>Gomphonema</i> sp.
<i>Chaetoceros Lorenzianus</i> Gran.	<i>Suriella</i> sp.
<i>Chaetoceros messanensis</i> Castr.	<i>Nitzschia acicularis</i> Selbstr.
<i>Chaetoceros pseudocurvinitus</i> Ostf.	<i>Nitzschia apiculata</i> Greg.
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> Mang.	<i>Nitzschia behrei</i> Hust.
<i>Chaetoceros Muellerei</i> Lemm	<i>Nitzschia bilobata</i> Sm.
<i>Chaetoceros seiracanthus</i> Gran.	<i>Nitzschia fasciculata</i> Grun.
<i>Chaetoceros socialis</i> Laud.	<i>Nitzschia frustulum</i> K.
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cl.	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch
<i>Chaetoceros tenuissimus</i> Meun.	<i>Nitzschia lanceolata</i> Smith
<i>Chaetoceros teres</i> Cl.	<i>Nitzschia linearis</i> Grun.
<i>Chaetoceros vixisibilis</i> Sch.	<i>Nitzschia longissima</i> (Breb. In Kutz.) Ralf. In Pritc.
<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Nitzschia lorenziana</i> Grun.
<i>Eucampia cornuta</i> Syvertsen & Hasle	<i>Nitzschia media</i> Htz.
<i>Eucampia</i> sp.	<i>Nitzschia palea</i> (K.) sm.
<i>Triceratium</i> sp.	<i>Nitzschia recta</i> Htz.
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cl.) Hendey	<i>Nitzschia sigma</i> W.Sm.
<i>Hemiaulus Hauckii</i> Grun.	<i>Nitzschia subtilis</i> K.
<i>Hemiaulus sinensis</i> Grev.	<i>Nitzschia vitrea</i> Norm.
Centricae indeterminate	<i>Nitzschia hungarica</i> Grun.
<i>Grammatofora</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Licmophora debilis</i> (Kg.) Grun.	<i>Pseudonitzschia delicatissima complex</i> (Cl.) Heiden in Heiden & Kolbe
<i>Licmophora Ehrenbergii</i> (Kg.) Grun.	<i>Pseudonitzschia pungens</i> (Grun. ex Cl.) Hasle
<i>Licmophora</i> sp.	<i>Pseudonitzschia seriata complex</i> (Cl.) Hasle
<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Lewin & Reim.
<i>Diatoma</i> sp.	<i>Troponis</i> sp.
<i>Dimerogramma</i> sp.	Pennatae indeterminate
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	Diatomeae indeterminate

### 3.1.14.3 Analisi delle singole campagne di rilevamento e misura

#### ***Gennaio – 1° campagna di rilevamento e misura***

La struttura dei popolamenti fitoplanctonici rinvenuti in questa campagna è tipicamente invernale, con una scarsa differenziazione sia qualitativa sia quantitativa tra i popolamenti di fondo e quelli di superficie. Qualitativamente il fitoplancton è risultato costituito principalmente da Diatomee (67%), in particolar modo *Skeletonema costatum*, e da Microflagellati (21%); da segnalare inoltre la presenza di Primnesioficee (11%) costituite soprattutto dalla specie *Emiliana huxley*.

#### ***Febbraio – 2° campagna di rilevamento e misura***

La fascia costiera del Veneto nel mese di febbraio è stata interessata da uno sviluppo massiccio di Diatomee (96%) costituite quasi esclusivamente da *Skeletonema costatum*, che ha interessato prevalentemente il tratto centro-sud con un picco di  $12287 \text{ cell/dm}^3 * 10^3$  nella stazione 272 al fondo.

#### ***Marzo – 3° campagna di rilevamento e misura***

In questo mese continuano a prevalere le Diatomee (91%), soprattutto con *Skeletonema costatum* e in minor quantità con *Pseudonitzschia seriata* complex. Da segnalare, inoltre, ancora la presenza di Primnesioficee (2%), soprattutto con *Emiliana huxley*.

#### ***Aprile – 4° campagna di rilevamento e misura***

I popolamenti fitoplanctonici di aprile sono costituiti prevalentemente da Microflagellati (63%) seguiti dalle Criptoficee (16%) e dalle Diatomee (15%). In generale le specie maggiormente presenti nei popolamenti di Diatomee sono state *Cyclotella glomerata*, *Cyclotella* sp. e *Cyclotella chaetoceras* soprattutto nei transetti 64-68.

#### ***Maggio – 5° e 6° campagna di rilevamento e misura***

Nella prima campagna di rilevamento e misura di maggio 15 campioni hanno presentato valori di clorofilla *a* maggiori di  $5 \mu\text{g/dm}^3$ , raccolti sempre in stazioni poste nel tratto meridionale del litorale veneto. In tutti i campioni di superficie e del fondo la classe prevalente è stata quella delle Diatomee (75%) con le specie *Skeletonema costatum*, *Cyclotella* sp. e varie

specie di *Chaetoceros*. E' stato rinvenuto anche il genere *Calycomonas* sp. appartenente alle Crisoficee.

Nella seconda campagna di maggio i campioni con valori di clorofilla *a* maggiori di 5  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  sono stati 13, raccolti per lo più nelle stazioni del tratto meridionale del litorale veneto. Dal punto di vista qualitativo, le specie per lo più rinvenute sono state le Diatomee *Cyclotella glomerata*, *Chaetoceros* spp. e nei transetti 62-64 anche *Pseudonitzschia seriata* complex. I Dinoflagellati sono presenti con un'abbondanza media del 6% con la specie *Prorocentrum minimum*.

#### **Giugno – 7° e 8° campagna di rilevamento e misura**

Nella prima campagna di rilevamento e misura di giugno i campioni con concentrazioni di clorofilla *a* superiori a 5  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  sono stati 23, distribuiti lungo tutta la fascia costiera. Nella composizione dei popolamenti hanno prevalso sempre le Diatomee (65%), in particolare con le specie *Cyclotella glomerata*, *Chaetoceros* spp. e *Pseudonitzschia seriata* complex.

Nella seconda campagna di rilevamento e misura i campioni con clorofilla *a* superiore ai 5  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  sono stati 22, distribuiti lungo tutta la fascia costiera. Dal punto di vista qualitativo non sono state rilevate sostanziali differenze rispetto alla campagna precedente, ma le Microflagellate hanno raggiunto circa i valori medi di abbondanza delle Diatomee. E' stata invece notata una diminuzione dei valori di abbondanza fitoplanctonica.

In entrambe le campagne sono presenti Dinoflagellati (1-2%) con le specie *Glenodinium* sp., *Prorocentrum minimum* e *Prorocentrum micans*.

#### **Luglio – 9° e 10° campagna di rilevamento e misura**

Nella prima campagna di rilevamento e misura di luglio i campioni raccolti nelle stazioni per il controllo dell'eutrofizzazione che hanno presentato valori di clorofilla *a* superiori a 5  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  sono stati 19. In tale campagna le classi più abbondanti sono state quelle delle Diatomee (55%) (in particolare *Cyclotella glomerata*, *Cerataulina pelagica*, *Cylindroteca closterium* e *Pseudonitzschia seriata* complex), e delle Microflagellate (44%).

Nella seconda campagna di rilevamento e misura i campioni con clorofilla *a* superiori a 5  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  sono stati solo due, relativi al transetto 10. In questa campagna prevalgono le Diatomee (69%) (in particolare *Cyclotella glomerata* e *Cerataulina pelagica*), sebbene altre classi quali, Criptoficee e Primnesioficee, siano risultate presenti.

### ***Agosto – 11° e 12° campagna di rilevamento e misura***

Entrambe le campagne hanno presentato campioni con concentrazioni di clorofilla *a* superiori a 5 µg/dm<sup>3</sup> (rispettivamente 15 e 9) soprattutto prelevati in stazioni poste nel tratto meridionale della costa veneta.

La prima campagna di agosto sono state rinvenute in superficie principalmente Diatomee (71%) (in particolare *Cyclotella glomerata*, *Cerataulina pelagica* e *Skeletonema costatum*), al fondo sono prevalse le Microflagellate (52%) sulle Diatomee (30%); inoltre va sottolineata la presenza di Criptoficee (12%) e Primnesioficee (5%), di solito presenti in quantità minori.

Nella seconda campagna di agosto, il fitoplancton è risultato costituito prevalentemente da Microflagellati (61%) e in minor quantità da Diatomee (36%) (in particolare *Cyclotella glomerata* e *Chaetoceros* spp.). E' da notare, inoltre, omogeneità sia qualitativa sia quantitativa tra i campioni di superficie e quelli del fondo.

### ***Settembre – 13° e 14° campagna di rilevamento e misura***

Le campagne di settembre hanno presentato in prevalenza Microflagellati (66%), soprattutto a causa della componente Ultraplantonica, mentre le Diatomee hanno raggiunto un peso percentuale medio pari solo al 20%.

Nella seconda campagna di settembre è da evidenziare la presenza di Criptoficee (13%) e Primnesioficee (8%) (in particolare *Emiliana huxley*).

### ***Ottobre – 15° campagna di rilevamento e misura***

Il mese di ottobre è stato caratterizzato da una ripresa vegetativa dovuta alle Diatomee (80%) con le specie *Chaetoceros* cfr. *compressus*, *Chaetoceros brevis* e *Chaetoceros* sp. Ben 15 campioni raccolti nelle stazioni per il controllo dell'eutrofizzazione hanno presentato concentrazioni di clorofilla *a* superiori al limite di 5 µg/dm<sup>3</sup>.

### ***Novembre–16° campagna di rilevamento e misura***

I popolamenti fitoplanctonici della campagna di novembre hanno evidenziato una tipica situazione invernale caratterizzata da valori di abbondanza molto ridotti (minimo assoluto) e da una distribuzione quali-quantitativa sia spaziale che lungo la colonna d'acqua, pressoché omogenea. La componente fitoplanctonica è risultata costituita prevalentemente da

Microflagellate (67%), dovute soprattutto alla componente Ultraplantonica, e da Primnesioficee (17%) con la specie *Emiliana huxley*.

#### ***Dicembre–17° campagna di rilevamento e misura***

I popolamenti fitoplanctonici della campagna di dicembre hanno continuato ad evidenziare una tipica situazione invernale con una composizione quantitativa del popolamento fitoplanctonico dovuta in egual misura ai Microflagellati (48%) e alle Primnesioficee (42%) con la specie *Emiliana huxley*.

#### **3.1.14.4 Ricerca di specie potenzialmente tossiche appartenenti al genere *Dinophysis***

L'attività di monitoraggio, sui transetti "faro-pesca", per la ricerca di *Dinophysis* ha portato all'identificazione delle seguenti specie:

*Dinophysis sacculus* Stein

*Dinophysis rotundata* Clap. & Lachm.

*Dinophysis caudata* Seville-Kent

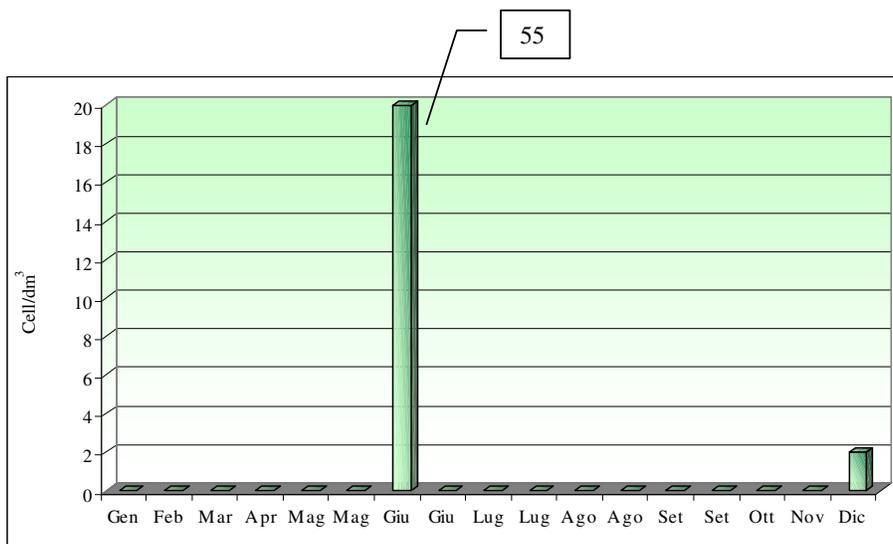
*Dinophysis fortii* Pav.

La distribuzione spaziale del genere non ha evidenziato variazioni significative tra i transetti.

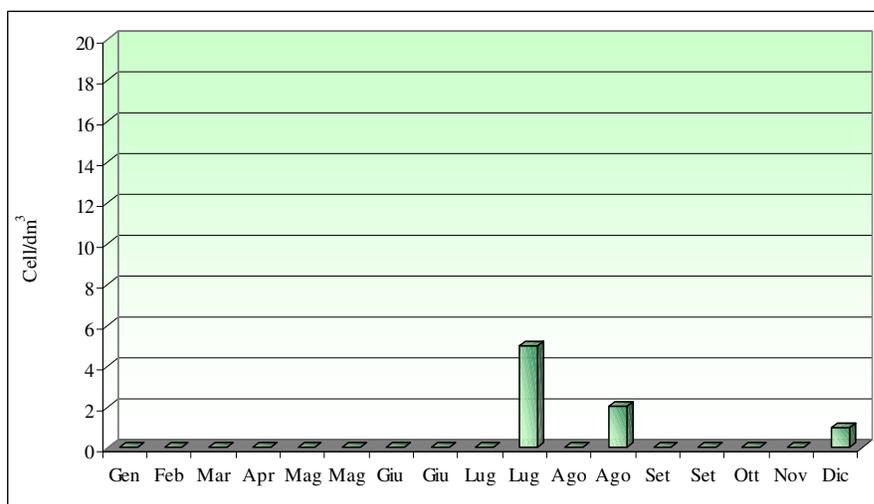
Sono stati considerati i trend temporali per le specie maggiormente rappresentate:

- ✓ *D. sacculus* rinvenuto nella prima campagna di giugno (55 cell/dm<sup>3</sup>) e in quella di dicembre (2 cell/dm<sup>3</sup>) (Fig. 38 a);
- ✓ *D. rotundata* rinvenuto, soprattutto, nel periodo estivo (Fig. 38 b);
- ✓ *D. caudata* diffuso nel periodo estivo-autunnale (Fig. 39 a);
- ✓ *D. fortii* rinvenuto prevalentemente nel periodo autunno-invernale (Fig. 39 b).

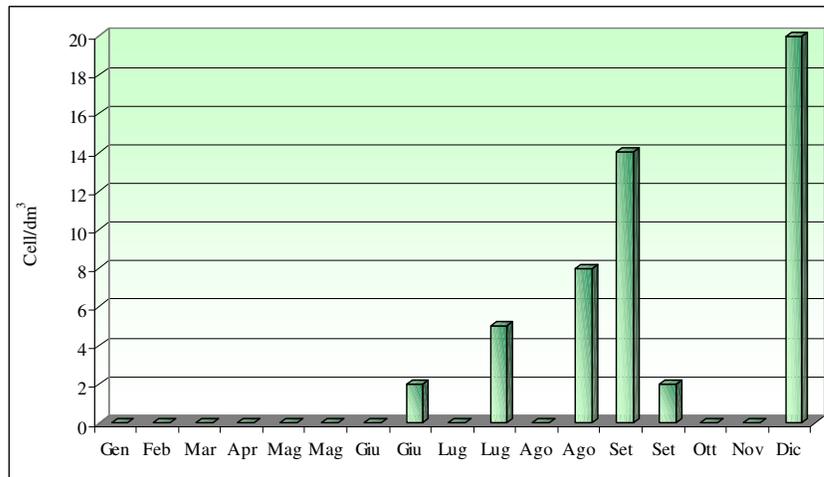
Nel corso del 2000 il valore limite di abbondanza, per il genere *Dinophysis*, indicato nel D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/dm<sup>3</sup>, è stato superato solamente nella stazione 208 al fondo nella campagna di dicembre con un valore pari a 2360 cell/dm<sup>3</sup>. La specie che ha contribuito maggiormente è stata *D. fortii* con 2120 cell/dm<sup>3</sup>.



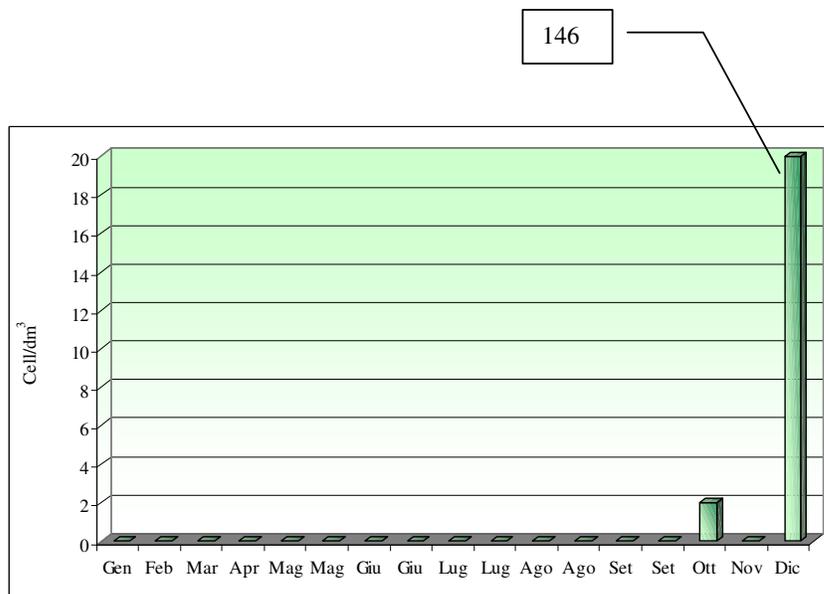
**Figura 38 A:** Distribuzione temporale delle abbondanze medie della specie *Dinophysis sacculus*, per ciascuna campagna di rilevamento (dati di superficie e di fondo).



**Figura 38 B :** Distribuzione temporale delle abbondanze medie della specie *Dinophysis rotundata*, per ciascuna campagna di rilevamento (dati di superficie e di fondo).



**Figura 39 A: Distribuzione temporale delle abbondanze medie della specie *Dinophysis caudata*, per ciascuna campagna di rilevamento (dati di superficie e di fondo).**



**Figura 39 B: Distribuzione temporale delle abbondanze medie della specie *Dinophysis fortii*, per ciascuna campagna di rilevamento (dati di superficie e di fondo).**

### 3.1.15 Parametri chimici nelle acque e nei molluschi

#### 3.1.15.1 Tensioattivi, fenoli, olii e catrami

L'analisi chimica dei campioni d'acqua relativa a questi parametri è stata condotta, come previsto, con cadenza stagionale contemporaneamente a quella microbiologica.

I dati raccolti non hanno evidenziato fenomeni di contaminazione per i *tensioattivi*; a carico dei *fenoli*, tuttavia, si sono riscontrati valori anomali limitatamente al periodo autunnale; nelle rimanenti campagne le concentrazioni rinvenute sono sempre risultate contenute all'interno degli intervalli solitamente rilevati e comunque mai superiori ai 500 µg/l per i tensioattivi e di 50 µg/l per i fenoli.

La ricerca di *olii* e *catrami* sulla superficie dell'acqua ha dato sempre esito negativo.

Stazioni	<i>fenoli</i> (µg/l)
108	165
208	103
210	153
147	119
172	57

Tab. 5 - Concentrazioni di fenoli rilevati nella campagna autunnale.

#### 3.1.15.2 Metalli pesanti (piombo, cadmio e mercurio) e idrocarburi clorurati

La ricerca dei metalli pesanti mercurio, piombo e cadmio nei molluschi analizzati ha permesso di evidenziare valori di concentrazione, in peso umido, inferiori ai limiti previsti dal D.Lvo 152/1999 (sue modifiche ed integrazioni), allegato 2 sezione C: "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative ed il calcolo della conformità delle acque destinate alla vita dei molluschi", che sono rispettivamente per il mercurio 0.5 ppm (mg/Kg) e per il piombo 2 ppm (mg/Kg). Per quanto riguarda il cadmio si fa esplicito riferimento a quanto riportato nella relativa bibliografia consultata (Capelli *et al.*, 1978).

I valori delle misure relative agli idrocarburi clorurati nei molluschi saranno oggetto di un paragrafo del rapporto conclusivo delle attività del programma Interreg II, nel quale sarà anche

data una valutazione complessiva ed integrata con i risultati ottenuti relativi a tutti gli altri parametri studiati nel corso della ricerca.

### 3.1.16 Parametri microbiologici nelle acque e nei molluschi

Le campagne di controllo microbiologico delle acque superficiali e dei molluschi sono state condotte, come previsto, con cadenza stagionale.

I valori relativi a tale tipologia di analisi sono riportati nella sessione “Dati Microbiologici”.

L’analisi microbiologica condotta sulle acque permette di sottolineare come, a differenza degli andamenti assunti solitamente dalla componente batteriologica indagata, nel corso del 2000 si siano evidenziate due situazioni di particolare interesse:

- la campagna di campionamento estiva ha evidenziato livelli di contaminazioni pressoché inesistenti a carico di tutte le componenti;
- la campagna microbiologica autunnale per contro ha registrato valori di contaminazione che superano di gran lunga le conte batteriche tipiche della stagione (Fig. 40).

E’ interessante notare come i transetti 62 e 64, prospicienti le foci dei fiumi Brenta (che raccoglie anche le acque del Bacchiglione) ed Adige, presentino ad ogni campagna stagionale valori piuttosto elevati.

In nessun campione d’acqua, nel corso dell’anno è risultata positiva la ricerca di Salmonelle.

Per quanto concerne invece la determinazione dei parametri batteriologici sul biota (*Mytilus galloprovincialis*) non si evidenziano particolari eventi di significativa contaminazione.

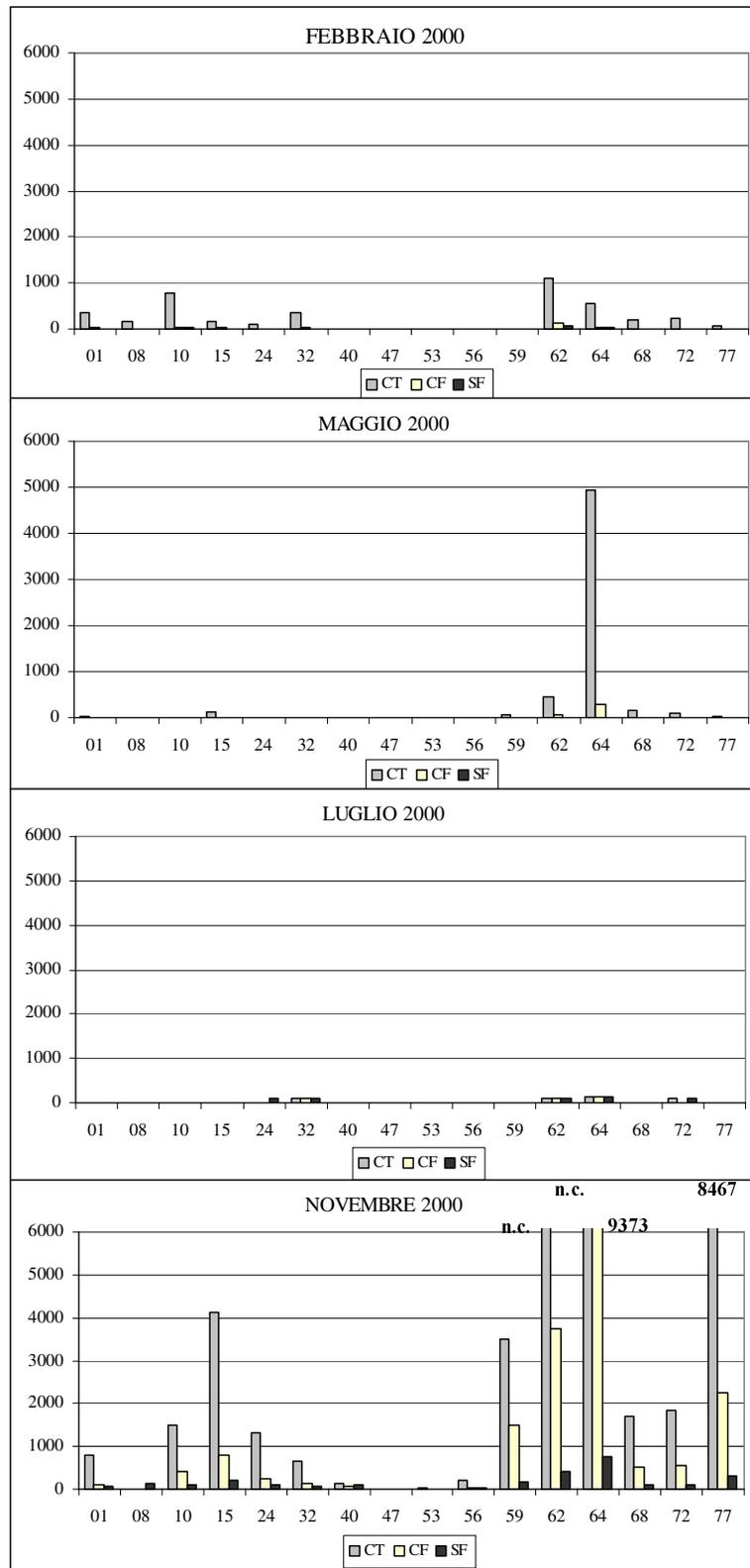


Figura 40: Valori medi di contaminazione batterica rilevati presso ciascun transetto nelle quattro campagne stagionali (i valori sono espressi in UFC/100 ml).

### *3.1.17 Rinvenimento di aggregati mucillaginosi e segnalazione della presenza di meduse*

Il periodo estivo dell'anno oggetto di questa analisi è stato caratterizzato dal ripresentarsi del fenomeno degli aggregati mucillaginosi che ha interessato in modo uniforme tutto il bacino nord Adriatico comprendendo anche tutta la fascia costiera veneta.

A tal proposito e più precisamente a partire dalla seconda campagna del mese di giugno e fino a tutto settembre, sono stati effettuati, a bordo dell'imbarcazione, rilevamenti ed osservazioni straordinarie per mezzo di telecamere subacquee ed apparecchiature fotografiche; tali attività sono state effettuate nel corso delle campagne in mare dei giorni 20 e 21 giugno, 03, 05, 18, 19, 26 e 27 luglio, 01, 02, 30 e 31 agosto, 05, 13, 25 e 26 settembre.

Le operazioni in mare sono state comunque integrate anche da periodiche ricognizioni aeree effettuate per conto dell'A.R.P.A.V. in collaborazione con il C.N.R. Istituto di Biologia del Mare di Venezia e la Protezione Civile.

I voli sono stati effettuati lungo tutto l'arco di costa della regione Veneto e per una parte del bacino antistante rispettivamente per il mese di giugno nei giorni 21, 26 e 29 e per il mese di luglio nei giorni 06, 13 e 20.

Nel corso del mese di agosto inoltre, si sono verificate numerose segnalazioni relative alla presenza diffusa di meduse che avevano invaso tutta la fascia costiera, creando ripercussioni sulle normali attività ricreative legate al turismo balneare. La ricognizione costiera e le relative osservazioni effettuate a bordo dell'imbarcazione nonché la classificazione degli esemplari catturati, sono state effettuate nella seconda metà del mese di agosto.

### 3.2 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.

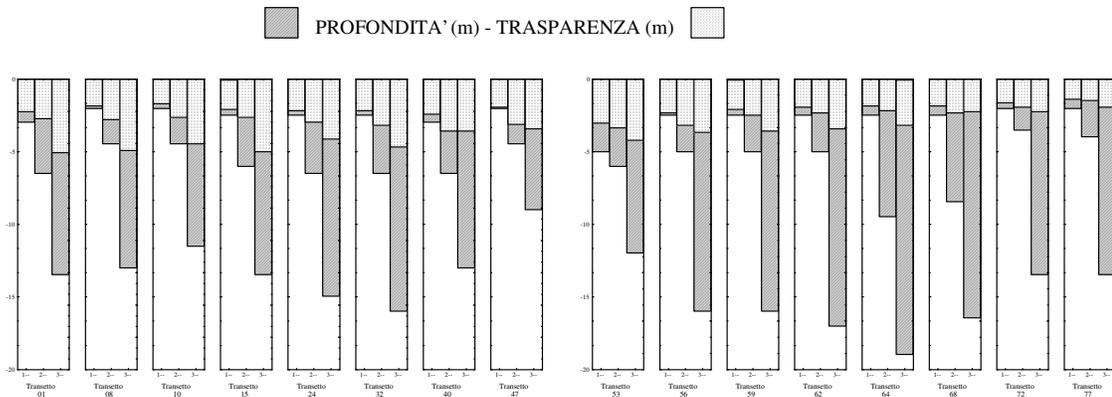
Tutto ciò si evidenzia anche nella presenza di un gradiente positivo allontanandosi dalla costa per le variabili trasparenza e salinità (Figg. 41 e 42), e di uno negativo per l'azoto nitrico (Fig. 43) nutriente tipicamente di provenienza fluviale; tali gradienti risultano assai ridotti o addirittura assenti per i transetti compresi nel tratto di costa antistante la Laguna di Venezia (transetti 40, 47, 53 e 56).

Già negli anni precedenti era stata evidenziata la presenza di tre tipologie di aree caratterizzate da specifici andamenti delle variabili descrittive (Zammattio e Perissinotto, 1995; Baroni *et al.*, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000) che individuano per ciascun transetto un proprio comportamento caratteristico, dal punto di vista quantitativo, in funzione della propria posizione geografica. Ciò risulta evidente anche dalla distribuzione dei valori assunti dalle diverse variabili riportata nelle figure 41, 42, 43, 44, 45, 46 e 47.

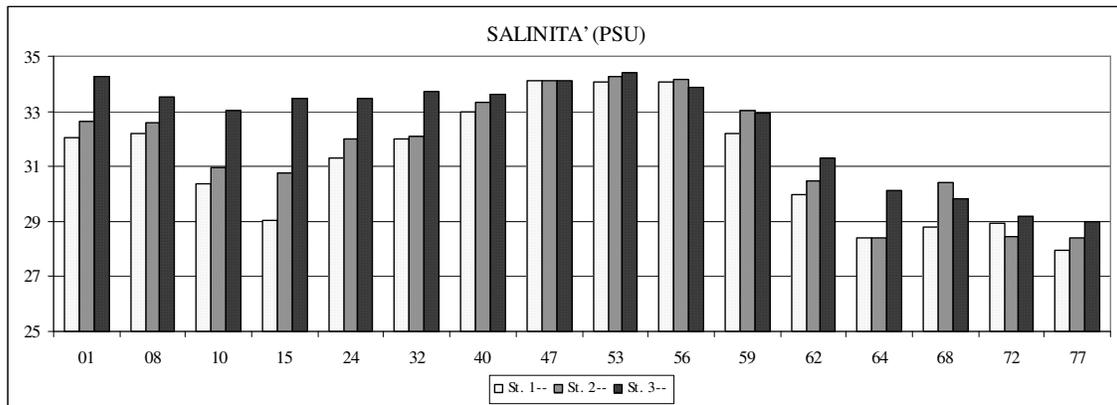
E' da segnalare, per quanto riguarda la salinità, il peculiare andamento che ha assunto la distribuzione dei valori medi annuali in superficie alle diverse distanze dalla costa. Tale distribuzione assume nel corso dell'anno caratteristiche peculiari, imputabili alle abbondanti precipitazioni che si sono verificate nella stagione primaverile e tardo estiva e che si traducono in un appiattimento del gradiente costa-largo particolarmente evidente nella regione a sud del porto di Chioggia (Fig. 42).

Il silicio da ortosilicati come anche l'azoto nitrico, noti come nutrienti di chiara provenienza esogena, hanno presentato gradienti negativi con l'allontanamento dalla costa nei transetti della zona a Nord ed in quelli del Centro (Fig. 44).

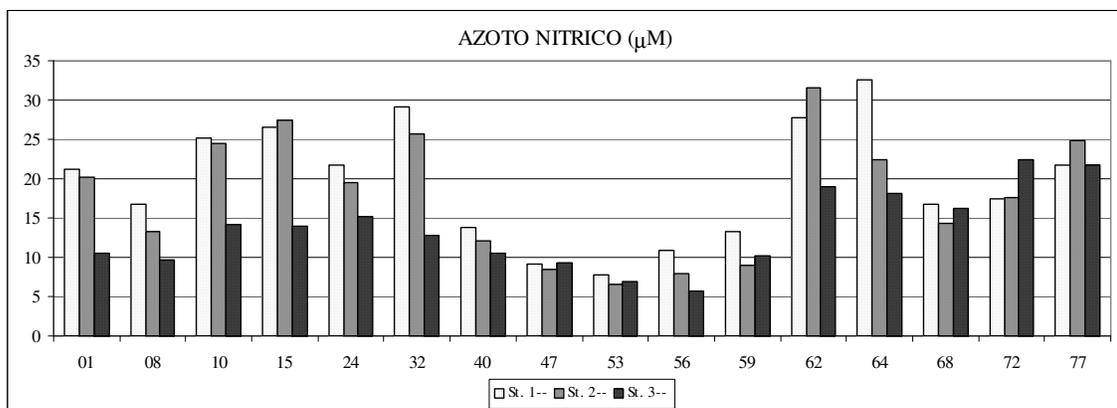
Gradienti di concentrazione negativi anche per fosforo totale (Fig. 45) risultano apprezzabili sia a Nord sia, con concentrazioni più elevate, a sud del Porto di Chioggia (transetti 62, 64 e 77). Dagli istogrammi si nota, inoltre, che le concentrazioni di tali nutrienti e della clorofilla *a* (Fig. 46), così come di fitoplancton (Fig. 48), 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. Viceversa la zona antistante la Laguna di Venezia, non direttamente influenzata da sbocchi fluviali, mostra una distribuzione più uniforme dei valori di tutti i nutrienti disciolti e del fosforo totale; le concentrazioni di questi ultimi si attestano sempre su valori inferiori a quelli riscontrati nelle rimanenti zone.



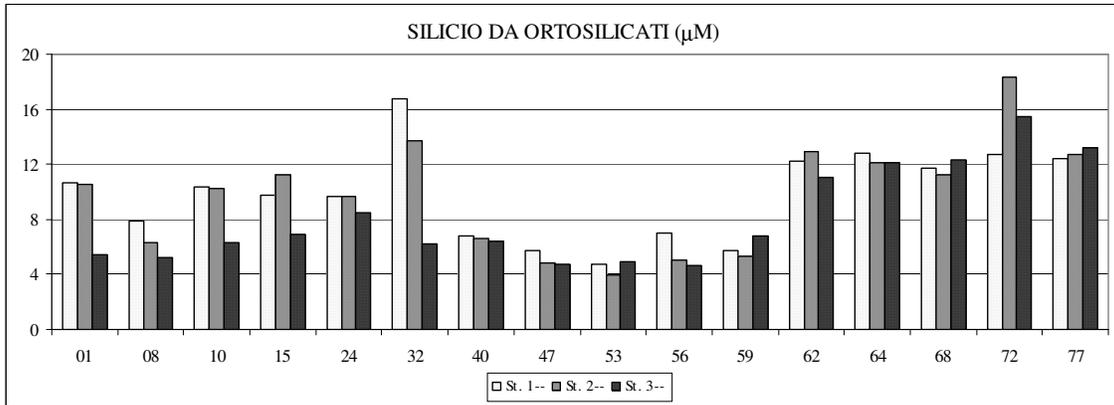
**Figura 41: Valori medi annuali di trasparenza per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto**



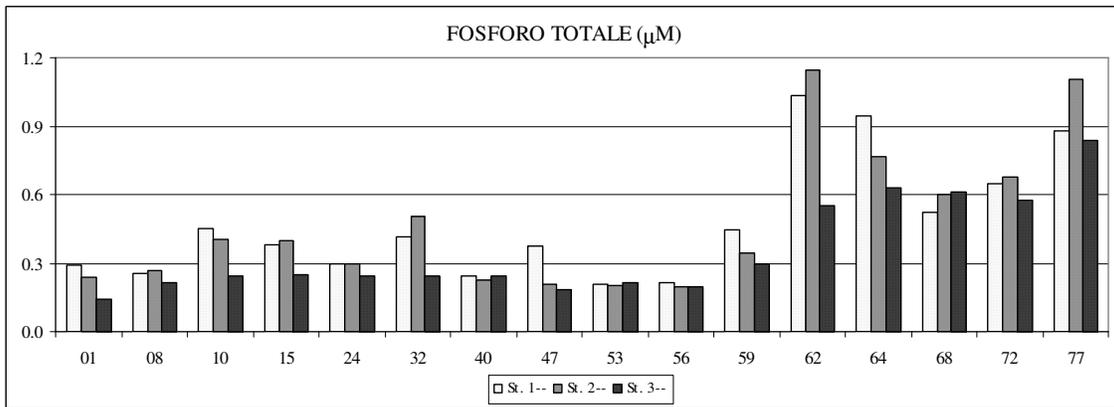
**Figura 42: Valori medi annuali di salinità per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto**



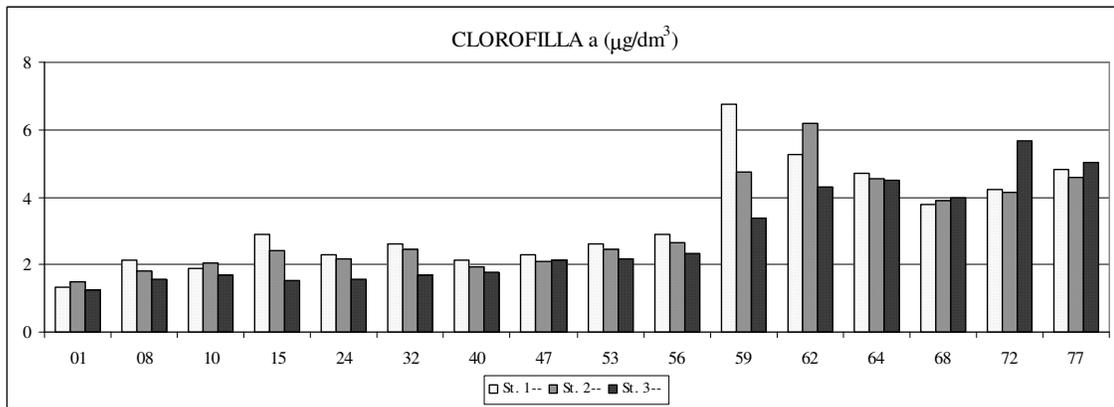
**Figura 43: Valori medi annuali di azoto nitrico per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto**



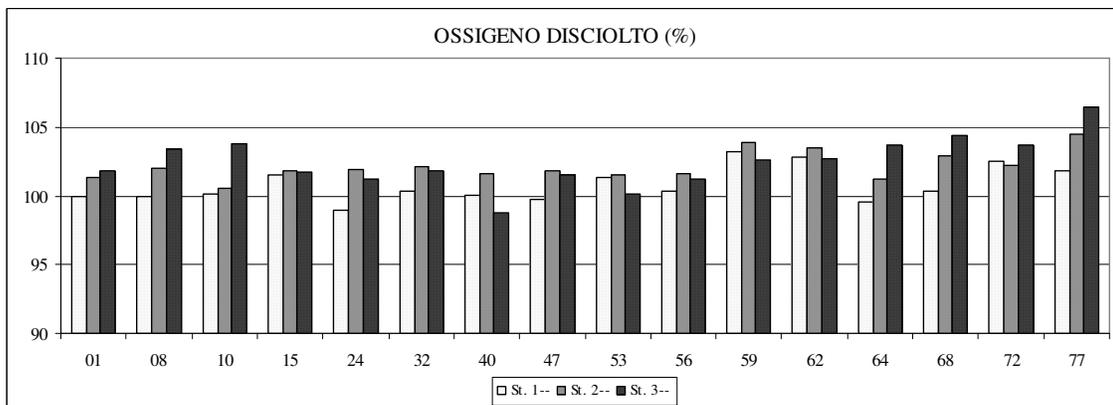
**Figura 44:** Valori medi annuali di silicio da ortosilicati per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto



**Figura 45:** Valori medi annuali di fosforo totale per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto

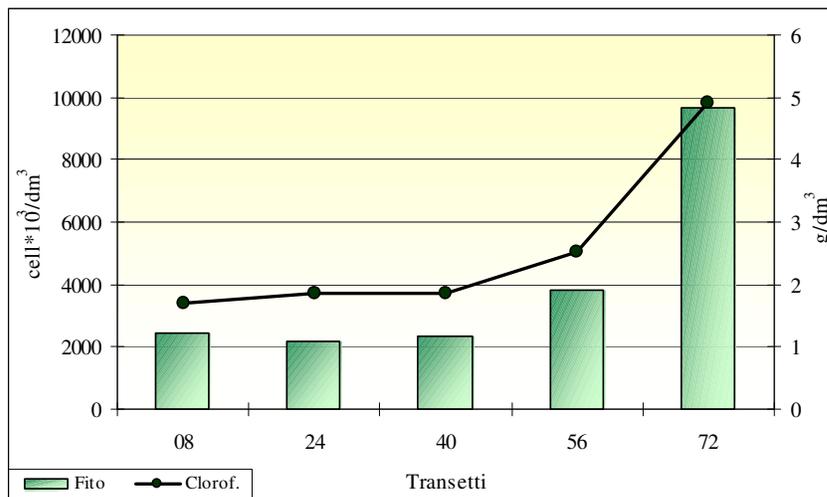


**Figura 46:** Valori medi annuali di clorofilla a per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto



**Figura 47: Valori medi annuali di ossigeno disciolto per distanza dalla costa nella colonna d’acqua, in ciascun transetto**

Per quanto riguarda la trasparenza (Fig. 41), essa è stata rappresentata assieme alla corrispondente profondità per evidenziare ancora una volta come la zona a sud del porto di Chioggia presenti in proporzione valori minori rispetto a quelli riscontrati più a Nord per la presenza abbondante di seston in questa zona, in modo particolare nelle stazioni poste a maggiore distanza dalla costa.



**Figura 48: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie e della concentrazione media di clorofilla a in superficie nei transetti “faro-pesca” nel 2000.**

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 6.

La salinità è risultata strettamente correlata in senso negativo con azoto nitrico, silicio da ortosilicati e fosforo totale, indicando come l'aumento delle concentrazioni di tali parametri in ambiente costiero coincida con la diminuzione della salinità (Tab. 6).

La presenza di forti correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune. La scarsa correlazione tra nutrienti e componente fitoplanctonica 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  $r = -0.13$ , a 0.5 mn  $r = -0.33$  e a 2 mn dalla costa  $r = -0.34$ ). 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. In tabella 6, inoltre, si può notare come tale abbondanza venga comunque confermata, oltre che dal dato analitico, anche dall'esistenza di una forte correlazione diretta tra clorofilla *a* ed ossigeno disciolto.

	Trasp.	Temp.	Salin.	pH	O.D. %	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Si-SiO <sub>4</sub>	P-PO <sub>4</sub>	P tot	Clor <i>a</i>	TRIX	Fito	Diato	Dino	Micro
Dist.	<b>0,42</b>	0,00	<b>0,13</b>	<b>0,11</b>	0,06	-0,11	-0,06	-0,15	-0,08	-0,13	-0,11	-0,07	-0,14	-0,26	-0,19	-0,01	-0,21
Trasp.		<b>0,20</b>	<b>0,45</b>	0,05	-0,02	-0,20	-0,25	-0,34	-0,35	-0,19	-0,34	-0,27	-0,48	-0,37	-0,33	0,05	-0,22
Temp.			0,01	<b>0,13</b>	<b>0,48</b>	-0,22	-0,26	-0,43	-0,24	-0,13	0,00	<b>0,21</b>	0,01	<b>0,29</b>	<b>0,15</b>	<b>0,12</b>	<b>0,36</b>
Salin.				0,02	-0,17	-0,27	-0,33	-0,57	-0,53	-0,34	-0,55	-0,34	-0,58	-0,51	-0,47	-0,09	-0,22
pH					<b>0,41</b>	-0,18	-0,10	-0,17	-0,21	-0,16	-0,11	<b>0,14</b>	-0,01	0,10	<b>0,12</b>	0,08	-0,11
O.D. %						-0,28	-0,07	-0,20	-0,19	-0,18	0,02	<b>0,54</b>	<b>0,25</b>	<b>0,62</b>	<b>0,56</b>	<b>0,12</b>	<b>0,25</b>
N-NH <sub>3</sub>							<b>0,36</b>	<b>0,64</b>	<b>0,47</b>	<b>0,66</b>	<b>0,58</b>	-0,02	<b>0,37</b>	-0,06	-0,05	-0,04	-0,01
N-NO <sub>2</sub>								<b>0,48</b>	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>	<b>0,38</b>	<b>0,34</b>	<b>0,47</b>	<b>0,18</b>	<b>0,12</b>	0,01	0,10
N-NO <sub>3</sub>									<b>0,61</b>	<b>0,54</b>	<b>0,48</b>	0,04	<b>0,51</b>	0,00	0,03	<b>0,13</b>	-0,09
Si-SiO <sub>4</sub>										<b>0,37</b>	<b>0,50</b>	0,06	<b>0,51</b>	0,09	0,06	-0,01	<b>0,16</b>
P-PO <sub>4</sub>											<b>0,68</b>	0,04	<b>0,34</b>	0,10	0,05	0,04	<b>0,18</b>
P tot												<b>0,32</b>	<b>0,63</b>	<b>0,44</b>	<b>0,35</b>	0,00	<b>0,38</b>
Clor <i>a</i>													<b>0,54</b>	<b>0,73</b>	<b>0,63</b>	0,06	<b>0,32</b>
TRIX														<b>0,59</b>	<b>0,50</b>	<b>0,14</b>	<b>0,32</b>
Fito															<b>0,93</b>	0,05	<b>0,46</b>
Diato																0,01	<b>0,16</b>
Dino																	0,09

**Tabella 6: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05 % (in grassetto) in superficie per tutte le stazioni del 2000.**

A conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX risulta fortemente correlato con tutte le variabili che sono coinvolte con i meccanismi di produzione.

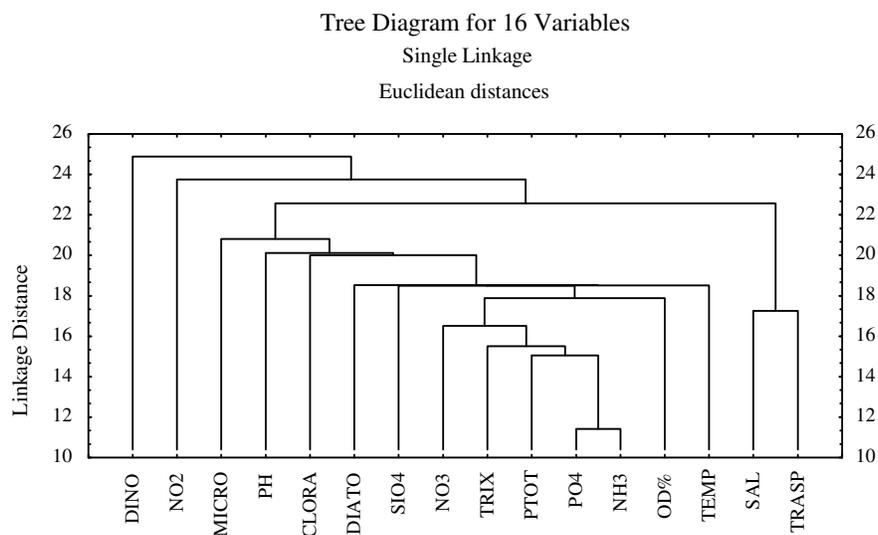
Per quanto riguarda le acque di fondo, per  $p < 0.05$ , il rinvenimento di una forte correlazione diretta tra ossigeno disciolto e pH ( $r = 0.64$ ) e di una consistente correlazione

inversa di queste due variabili con azoto ammoniacale ( $\text{pH-NH}_3$   $r = -0.49$ ;  $\text{O.D.-NH}_3$   $r = -0.64$ ) confermano come siano queste le variabili più direttamente coinvolte nei processi catabolici che avvengono all'interfaccia acqua-sedimento.

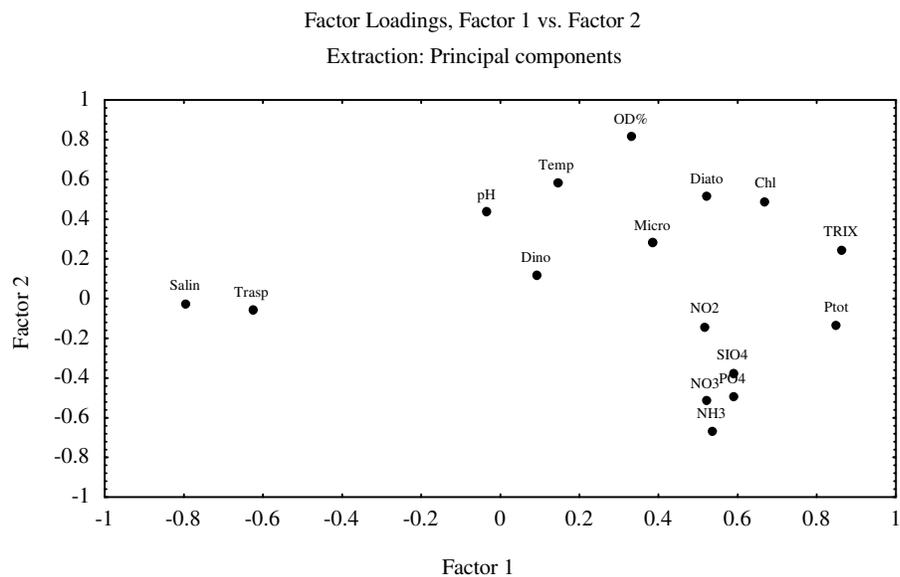
Da una preliminare analisi della classificazione in "cluster" dei dati di superficie relativi alle campagne del 2000, risulta chiaro come la descrizione del sistema costiero si discosti nettamente da quella definita negli anni precedenti (Tab. 7); una possibile interpretazione di ciò è attribuibile alle numerose fluttuazioni meteorologiche che in maniera piuttosto estrema hanno portato all'alternarsi di periodi di siccità a periodi di intense precipitazioni. Da tale analisi, pertanto, l'ecosistema costiero veneto in quest'ultimo anno sembra essere influenzato dalla salinità in maniera meno marcata rispetto al passato; una conferma a ciò è riscontrabile anche dall'analisi delle Componenti Principali (Figg. 49 e 50).

	<i>FATTORE 1</i>	FATTORE 2
VARIANZA (%)	<b>31.45</b>	<b>18.62</b>
<b>Trasparenza</b>	-0.63	<b>-0.06</b>
<b>Temperatura</b>	<b>0.15</b>	<b>0.58</b>
<b>Salinità</b>	-0.80	<b>-0.02</b>
<b>pH</b>	<b>-0.03</b>	<b>0.43</b>
<b>O.D. %</b>	<b>0.33</b>	0.81
<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>0.54</b>	<b>-0.67</b>
<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>0.52</b>	<b>-0.14</b>
<b>NO<sub>3</sub></b>	<b>0.52</b>	<b>-0.52</b>
<b>SiO<sub>4</sub></b>	<b>0.59</b>	<b>-0.37</b>
<b>PO<sub>4</sub></b>	<b>0.59</b>	<b>-0.49</b>
<b>P TOT</b>	0.85	<b>-0.13</b>
<b>Clorofilla <i>a</i></b>	<b>0.67</b>	<b>0.49</b>
<b>Diato</b>	<b>0.52</b>	<b>0.51</b>
<b>Dino</b>	<b>0.09</b>	<b>0.12</b>
<b>Micro</b>	<b>0.39</b>	<b>0.28</b>
<b>TRIX</b>	0.86	<b>0.25</b>

**Tabella 7: Autovalori ed autovettori relativi ai primi due fattori estratti dal dataset relativo all'anno 2000.**



**Figura 49: Classificazione (Cluster) dei campioni delle campagne effettuate nel 200**



**Figura 50: Ordinamento dei campioni delle campagne effettuate nel 2000.**

## 4 RISULTATI 2001

### 4.1 Controllo dell'eutrofizzazione

Il periodo oggetto di questa indagine, l'anno 2001, ha previsto lo svolgimento delle campagne di monitoraggio previste dal programma con la raccolta di dati acquisiti direttamente in campo e di analisi prodotte in laboratorio.

Nelle tabelle 8a, 8b e 8c vengono riportati i dati riassuntivi per ciascuna variabile calcolati per le sole stazioni del monitoraggio in superficie (Tab. 8a), in profondità per le stazioni situate a 0.5 e 2.0 mn (Tab. 8b) e al fondo per le stazioni aventi profondità superiore a 10 m (stazioni 3-- a 2.0 mn) (Tab. 8c).

PROGRAMMA INTERREG II ANNO 2001 – SUPERFICIE						
	N	Media	Mediana	Minimo	Massimo	D.S.
Trasparenza (m)	729	2.47	2.20	0.10	12.50	1.45
Temperatura (°C)	729	18.14	19.72	6.63	28.46	6.27
Salinità (PSU)	729	30.34	31.70	12.84	37.46	4.59
pH	729	8.24	8.25	8.05	8.48	0.07
O.D. (%)	729	101.55	100.00	84.86	138.43	9.92
N-NH <sub>3</sub> (µM)	729	0.89	0.33	< 0.08	27.52	1.72
N-NO <sub>2</sub> (µM)	729	0.55	0.47	< 0.02	2.25	0.41
N-NO <sub>3</sub> (µM)	729	21.40	16.05	< 0.20	152.86	19.35
Si-SiO <sub>4</sub> (µM)	729	15.40	11.48	< 0.20	78.03	12.46
P-PO <sub>4</sub> (µM)	729	0.17	0.10	< 0.04	1.51	0.21
P TOT (µM)	729	0.63	0.51	< 0.06	4.02	0.49
N/P	729	428.21	171.47	0.09	5036.78	689.16
Clor.a (µg/dm <sup>3</sup> )	729	3.46	2.50	0.05	36.56	3.42
TRIX	729	4.99	5.00	2.07	7.18	0.82

**Tabella 8 a: Numerosità, media, mediana, minimo, massimo e deviazione standard calcolati per i dati relativi alle acque di superficie, nel 2001.**

PROGRAMMA INTERREG II ANNO 2001 – PROFONDITA'						
	n	Media	Mediana	Minimo	Massimo	D.S.
Temperatura (°C)	154	17.51	19.15	7.54	26.68	5.45
Salinità (PSU)	154	35.48	35.86	22.21	37.72	1.89
pH	154	8.21	8.23	7.90	8.35	0.08
O.D. (%)	154	94.29	95.92	32.27	117.96	12.70
N-NH <sub>3</sub> (µM)	154	0.46	0.19	< 0.08	3.97	0.74
N-NO <sub>2</sub> (µM)	154	0.33	0.23	< 0.02	5.31	0.50
N-NO <sub>3</sub> (µM)	154	4.44	2.59	< 0.20	55.53	6.34
Si-SiO <sub>4</sub> (µM)	154	4.69	3.87	< 0.20	18.05	3.35
P-PO <sub>4</sub> (µM)	154	0.09	< 0.04	< 0.04	0.91	0.13
P TOT (µM)	154	0.37	0.33	< 0.06	1.24	0.25
N/P	154	262.98	109.01	0.18	4084.08	489.85
Clor.a (µg/dm <sup>3</sup> )	154	2.16	1.72	0.14	15.27	2.11
TRIX	154	4.16	4.23	2.25	6.69	0.73

**Tabella 8 b: Numerosità media, mediana, minimo, massimo e deviazione standard calcolati per i dati relativi alle acque di fondo (stazioni 2-- e 3--), nel 2001.**

PROGRAMMA INTERREG II ANNO 2001 – PROFONDITA' >10 m						
	n	Media	Mediana	Minimo	Massimo	D.S.
Temperatura (°C)	77	17.01	18.61	9.46	25.12	4.84
Salinità (PSU)	77	36.64	36.86	34.76	37.72	0.74
pH	77	8.18	8.19	7.90	8.31	0.08
O.D. (%)	77	88.35	91.85	32.27	107.98	14.16

N-NH <sub>3</sub> (μM)	77	0.63	0.29	< 0.08	3.64	0.86
N-NO <sub>2</sub> (μM)	77	0.33	0.20	< 0.02	5.31	0.63
N-NO <sub>3</sub> (μM)	77	1.86	1.39	< 0.20	5.05	1.44
Si-SiO <sub>4</sub> (μM)	77	4.05	3.22	0.61	18.05	3.06
P-PO <sub>4</sub> (μM)	77	0.08	< 0.04	< 0.04	0.91	0.14
P TOT (μM)	77	0.35	0.32	< 0.06	1.00	0.24
N/P	77	155.10	76.14	0.18	815.58	174.32
Clor. <i>a</i> (μg/dm <sup>3</sup> )	77	1.85	1.44	0.14	15.27	1.99
TRIX	77	4.08	4.21	2.25	5.64	0.78

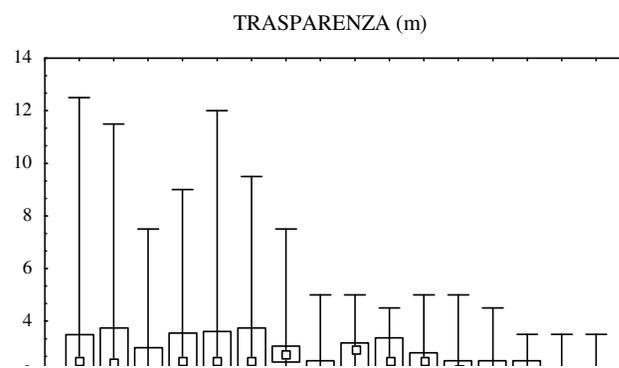
**Tabella 8 c: Numerosità, media, mediana, minimo, massimo e deviazione standard calcolati per i dati relativi alle acque di fondo nelle stazioni 3-- , aventi profondità maggiori di 10 m, nel 2001.**

#### 4.1.1 Trasparenza

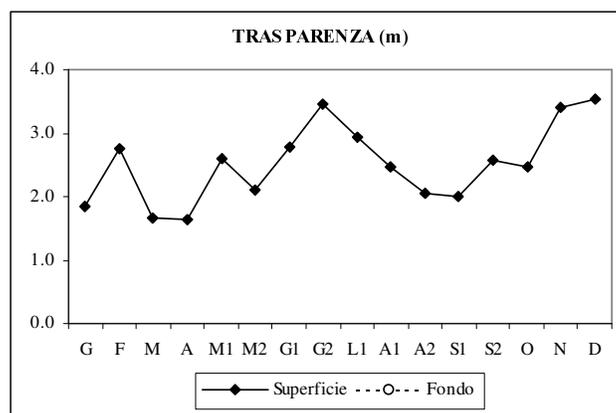
i valori di trasparenza nell'anno 2001 sono stati compresi tra un massimo di 12.50 m (stazione 301 nelle campagne di agosto I) ed un minimo di 0.10 m; questo valore minimo, è stato rilevato in corrispondenza delle stazioni 264, 364, 168, 268, 368 durante la campagna di giugno I e si ritiene che sia giustificabile come conseguenza delle abbondanti precipitazioni verificatesi quel periodo. Infatti, in questo mese, la presenza di valori di trasparenza inferiori a 1 m è stata rilevata prevalentemente in corrispondenza delle stazioni localizzate in prossimità dei principali sbocchi fluviali. Il valore medio annuale è stato di 2.47 m.

La distribuzione dei valori per transetto, riportata in figura 51, mostra inoltre come la zona a sud di Chioggia, interessata dagli sbocchi dei maggiori fiumi della regione, presenti valori inferiori rispetto alle altre zone, in conseguenza del materiale in sospensione qui veicolato.

In figura 52 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento.



**Figura 51: Box & Whisker Plots dei valori di trasparenza per ciascun transetto.**

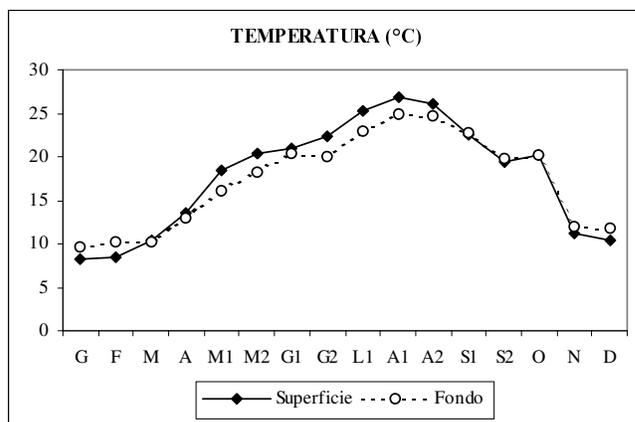


**Figura 52: Valori medi di trasparenza per campagna di rilevamento e misura.**

#### 4.1.2 Temperatura

in superficie il valore medio annuale è stato di 18.14°C, con un minimo di 6.63°C (stazione 272, febbraio) ed un massimo di 28.46°C (stazione 147, agosto I). In profondità il valore medio annuale è stato di 17.51°C con un minimo di 7.54°C (stazione 256, febbraio) ed un massimo di 26.68°C (stazione 208, agosto I).

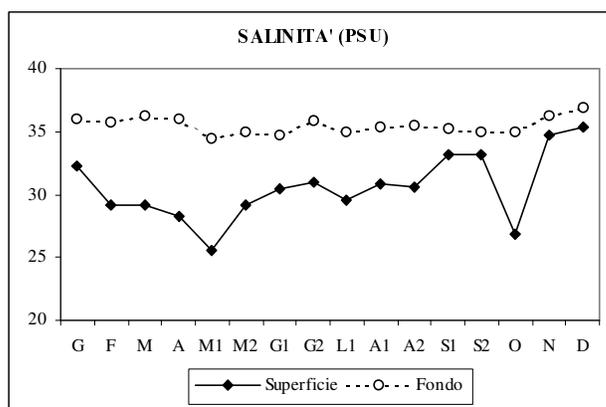
La distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità conferma la presenza di due differenti regimi termici: uno primaverile-estivo, caratterizzato da valori medi superficiali più elevati rispetto a quelli di fondo, ed uno, autunno-invernale, di inversione termica in cui le temperature di fondo sopravanzano quelle di superficie (Fig. 53). Il perdurare di condizioni tipiche del periodo tardo estivo ha mantenuto la stratificazione delle acque analizzate ritardando il fenomeno di rimescolamento tipico del periodo autunnale.



**Figura 53: Valori medi di temperatura per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

#### 4.1.3 Salinità

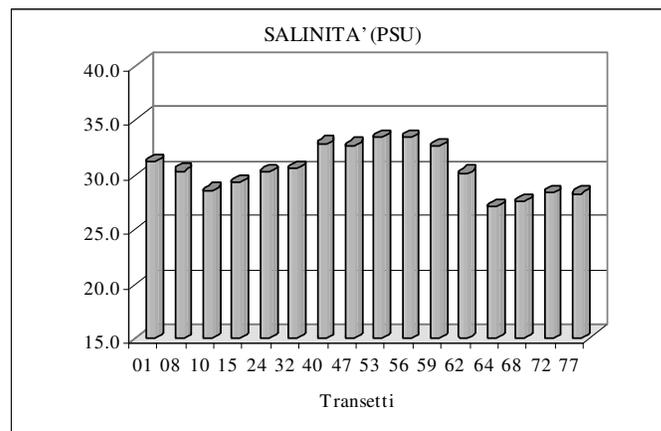
in superficie la distribuzione dei valori di salinità ha presentato escursioni comprese tra 13 e 37 PSU, con valori mediamente più bassi nei mesi di maggio I ed ottobre (Fig. 54). La salinità media è stata di 30.34 PSU, con un valore minimo assoluto di 12.84 PSU (stazione 264, maggio I) e un massimo di 37.46 PSU (stazione 308, dicembre). La distribuzione dei valori medi nelle acque di fondo (Fig. 54), come di consueto, si è presentata molto più uniforme (media annuale 35.48 PSU) con un valore minimo di 22.21 PSU (stazione 272, maggio I) ed un massimo di 37.72 PSU (stazione 356, marzo). Le abbondanti precipitazioni in corrispondenza del mese di maggio hanno determinato la presenza di acque fortemente diluite soprattutto in corrispondenza della zona a sud del porto di Chioggia.



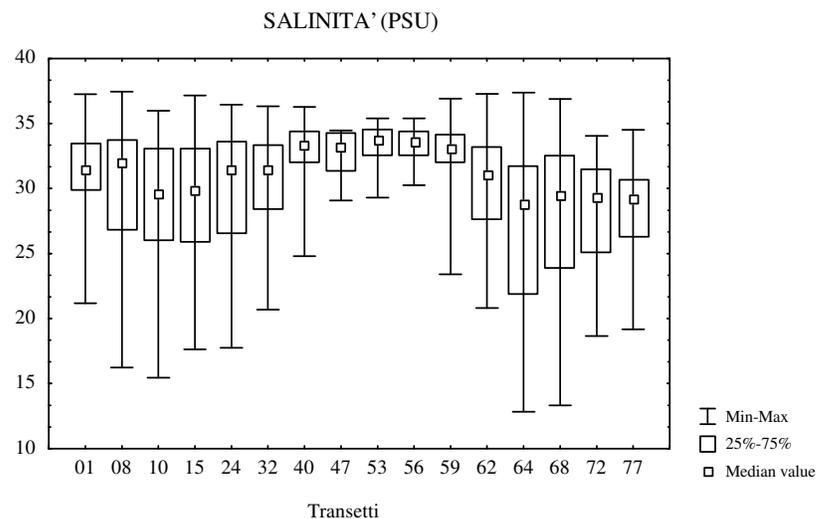
**Figura 54: Salinità medie per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

In superficie, la distribuzione dei valori medi per transetto lungo l'intero tratto di costa considerato (Fig. 55), mostra come la zona antistante la Laguna di Venezia, non direttamente interessata da apporti di acque dolci, presenti valori medi di salinità più elevati. La zona posta a sud del Porto di Chioggia presenta salinità medie nettamente inferiori, pur con una certa variabilità tra i transetti, come conseguenza della presenza di fiumi di notevole portata (Brenta, Adige, Po di Levante). Valori di salinità intermedi caratterizzano, infine, il tratto di mare compreso tra la foce del fiume Tagliamento e la Bocca di Porto di Venezia-Punta Sabbioni, zona interessata da foci di corsi d'acqua minori (Fig. 1).

La figura 56 descrive più in dettaglio il comportamento della salinità che suddivide chiaramente la costa nelle tre zone già citate e più precisamente transetti 01-32 tratto nord, 40-56 tratto centro e 59-77 tratto sud.



**Figura 55: Valori medi di salinità in superficie calcolati per ciascun transetto.**



**Figura 56: Box & Whisker Plots dei valori di salinità in superficie per ciascun transetto.**

#### 4.1.4 Concentrazione Idrogenionica

rappresenta il parametro che, grazie all'azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, ha espresso la più ristretta variabilità sia in superficie che al fondo, con valori medi rispettivamente di 8.24 e 8.21 unità di pH (Fig. 57). In superficie il valore massimo è stato di 8.48 unità di pH (stazione 159, agosto II) e il minimo 8.05 unità di pH (stazione 359, agosto II).

Al fondo il valore massimo è stato 8.35 unità di pH (stazione 272, agosto I) ed il minimo di 7.90 unità di pH (stazione 308, ottobre). In figura 58 è possibile notare come, pur su scala ridotta, i valori medi annuali per transetto tendano ad aumentare procedendo da Nord verso Sud.

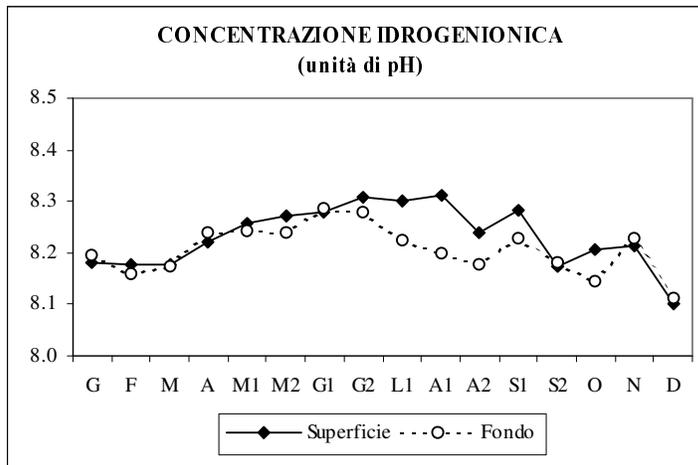


Figura 57: Valori medi di pH per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.

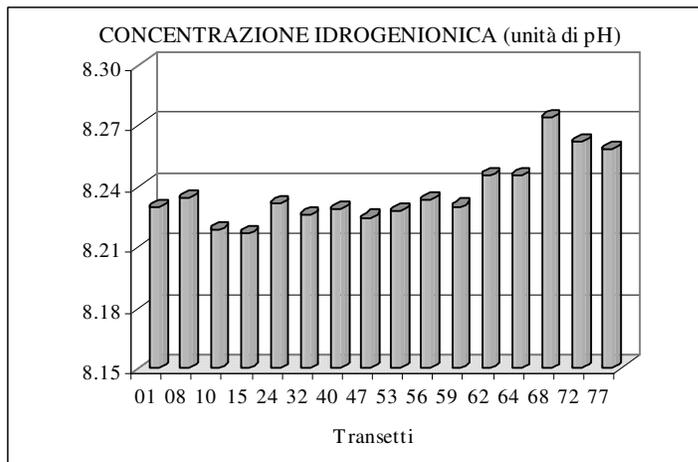


Figura 58: Valori medi di pH in superficie calcolati per ciascun transetto.

#### 4.1.5 Ossigeno Disciolto

in superficie il valore medio annuale è stato di 101.55%, con un minimo di 84.86% (stazione 359, settembre II) ed un massimo di 138.43 (stazione 372, luglio I). In profondità il valore medio annuale è stato di 94.29%, con un minimo di 32.27% (stazione 308, ottobre) ed un massimo di 117.96% (stazione 272, agosto I).

La figura 59 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie ed al fondo. I valori si mantengono mediamente al disopra del livello di saturazione per una buona parte dell'anno; durante il periodo tardo estivo nelle acque di fondo la presenza contemporanea di temperature particolarmente miti e di abbondanti popolamenti fitoplanctonici ha favorito la prosecuzione dei processi catabolici al fondo facendo registrare, in alcune zone, situazioni di moderata sottosaturazione. Nel mese di dicembre i valori di ossigeno al fondo hanno sopravanzato quelli di superficie

In figura 60 è riportata la variabilità dei valori di concentrazione dell'ossigeno disciolto calcolata per ciascun transetto lungo tutto il tratto di costa; si può chiaramente notare come, durante tutto l'anno, tali valori assumano caratteristiche pressoché costanti, fanno eccezione i transetti 72 e 77 che mostrano una variabilità maggiore dei valori di concentrazione dell'ossigeno disciolto.

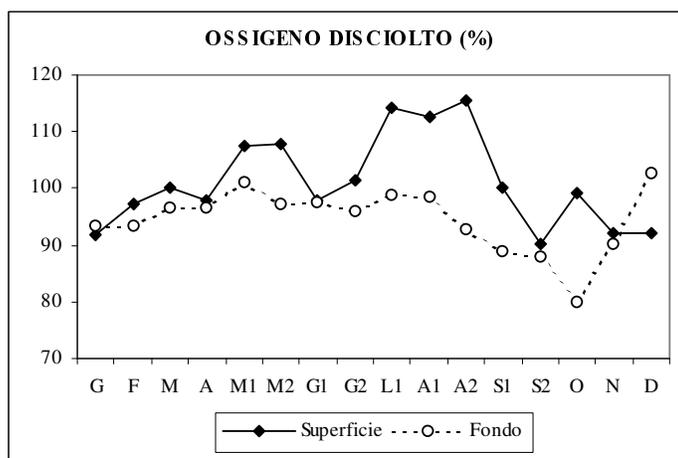
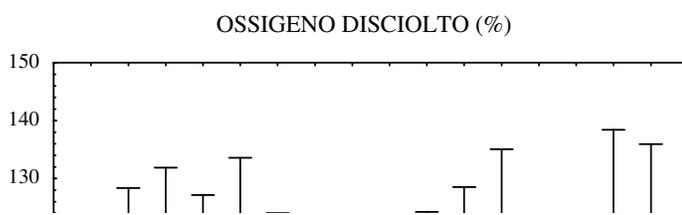


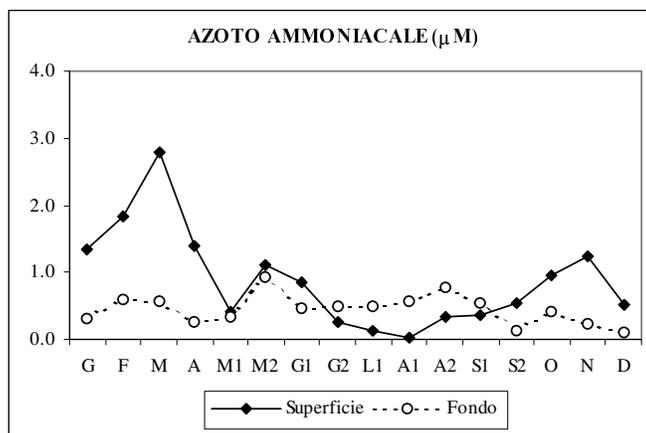
Figura 59: \_ Concentrazioni medie di ossigeno disciolto per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.



**Figura 60: Box & Whisker Plots dei valori di ossigeno disciolto in superficie calcolati per ciascun transetto.**

#### 4.1.6 Azoto Ammoniacale

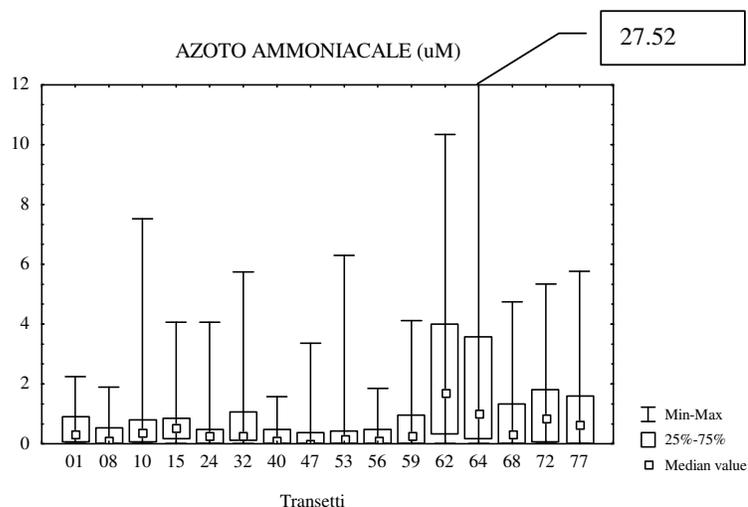
In superficie la concentrazione media annuale di azoto ammoniacale è stata di  $0.89 \mu\text{M}$  con un massimo di  $27.52 \mu\text{M}$  (stazione 164, marzo) e valori minimi inferiori al limite di rilevabilità dello strumento ( $0.08 \mu\text{M}$ ) pari al 32.5% dei casi. Al fondo la concentrazione media annuale è stata di  $0.46 \mu\text{M}$  con un massimo di  $3.97 \mu\text{M}$  (stazione 272, febbraio) e con il 39.6% dei casi risultati inferiori al limite di rilevabilità. La figura 61 mostra l'andamento dei valori medi di concentrazione per campagna di rilevamento e si può notare come le concentrazioni rilevate in profondità hanno sopravanzato quelle di superficie durante i mesi estivi come di consueto.



**Figura 61: Conc. medie di azoto ammoniacale per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

Il riscontro di valori per transetto più elevati nel tratto a sud del Porto di Chioggia (Fig. 62) è da mettere in relazione con la presenza di fiumi i cui corsi attraversano grossi insediamenti

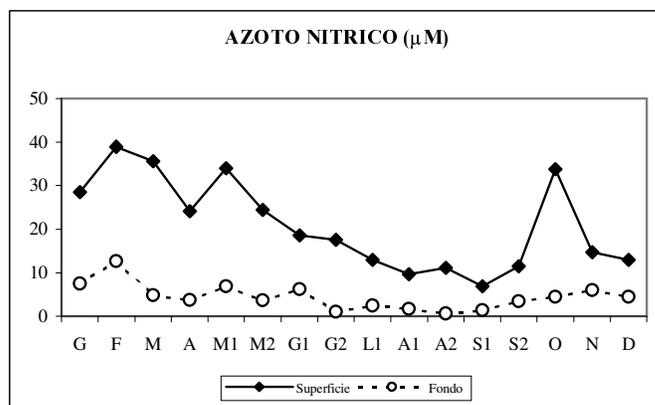
urbani, inoltre è evidente una maggiore variabilità dei valori di concentrazione di ammoniaca in questa zona soprattutto presso i transetti 62 e 64.



**Figura 62: Box & Whisker Plots delle conc. di azoto ammoniacale in superficie per ciascun transetto.**

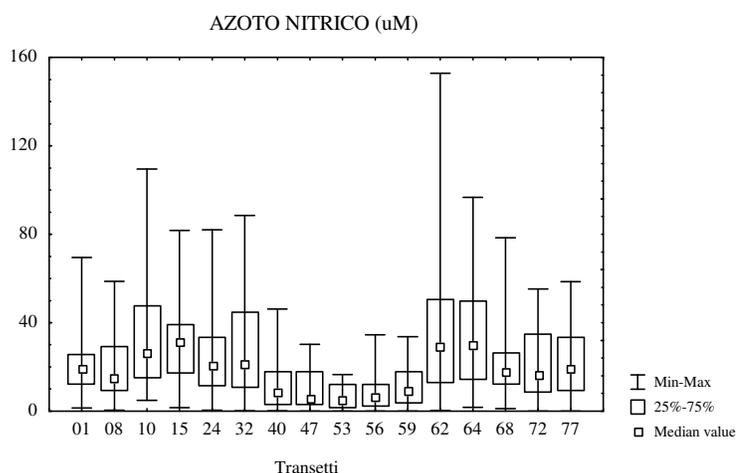
#### 4.1.7 Azoto Nitrico

in superficie la concentrazione media annuale di azoto nitrico è stata di 21.40 µM con un massimo di 152.86 µM (stazione 262, giugno II). Al fondo il valore medio annuale è stato di 4.44 µM con un massimo di 55.53 µM (stazione 272, febbraio). Sia in superficie che in profondità i valori minimi sono risultati inferiori al limite di rilevabilità di 0.20 µM, rispettivamente nel 3.8% e 7.1% dei casi. In figura 63 è riportato l'andamento delle concentrazioni medie in superficie ed in profondità per ciclo di rilevamento; tale andamento si sviluppa in modo tipicamente stagionale con valori minimi nel periodo estivo e concentrazioni più elevate nel periodo tardo autunnale ed invernale. I picchi di concentrazione si sono sempre registrati in conseguenza a fenomeni di precipitazioni conferma dell'origine esogena di tale nutriente.



**Figura 63: Concentrazioni medie di azoto nitrico per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo**

La distribuzione dei valori di concentrazione lungo la costa è riportata in figura 64. Anche quest'anno la distribuzione dei dati per transetto di questo nutriente non permette di evidenziare la suddivisione nelle tre zone tipiche riscontrata di consueto.



**Figura 64: Box & Whisker Plots delle concentrazioni di azoto nitrico in superficie per ciascun transetto.**  
*Azoto Nitroso*

nel corso dell'anno 2001 la concentrazione media in superficie di questo nutriente è stata di 0.55 µM con un massimo di 2.25 µM (stazione 262, settembre I), nelle acque di fondo il valore medio è stato di 0.33 µM con un massimo di 5.31 µM (stazione 308, ottobre).

Sia in superficie che in profondità i valori minimi sono risultati inferiori al limite di rilevabilità di 0.02 µM, rispettivamente nel 2.3% e 5.8% dei casi.

L'andamento temporale dei nitriti ha presentato concentrazioni invernali sia in superficie che al fondo più alte rispetto alle concentrazioni nei rimanenti mesi; nel mese di ottobre, inoltre, le concentrazioni medie al fondo hanno sopravanzato quelle di superficie (Fig. 65). Come per gli altri macronutrienti la zona a sud del Porto di Chioggia ancora una volta ha presentato la

maggior variabilità nella distribuzione delle concentrazioni registrando, alla stazione 362, il valore massimo assoluto (Fig. 66).

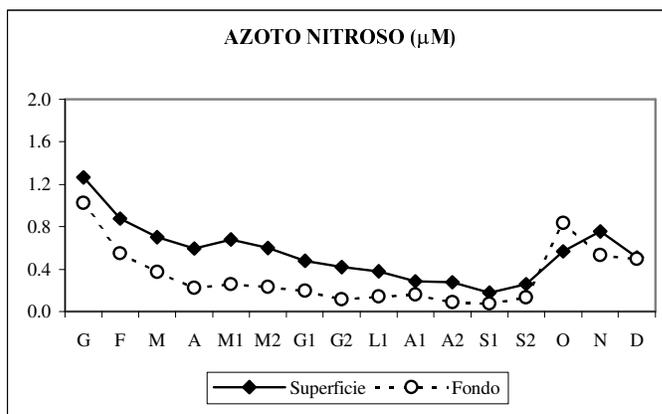


Figura 65: Concentrazioni medie di azoto nitroso per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.

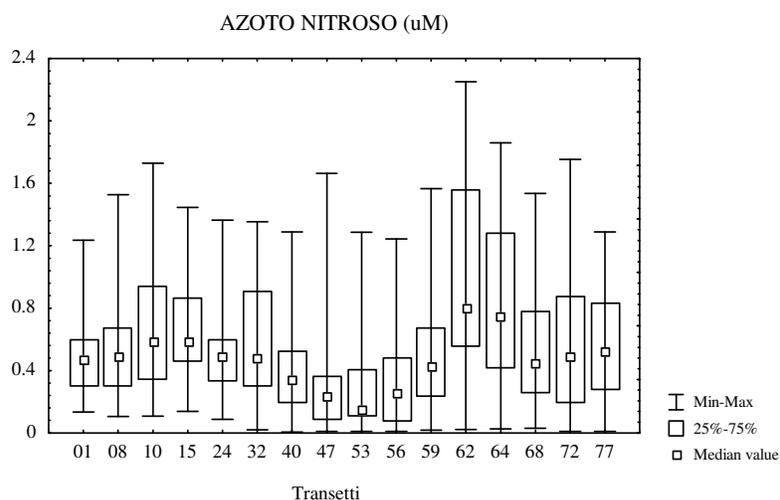


Figura 66: Box & Whisker Plots dei valori di azoto nitroso in superficie per ciascun transetto.

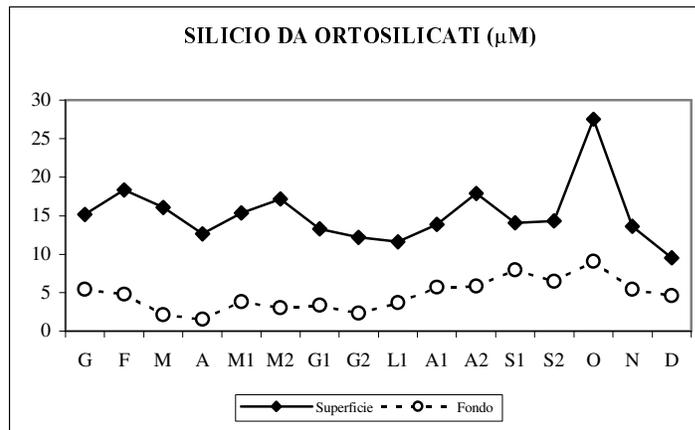
#### 4.1.8 Silicio da Ortosilicati

in superficie la concentrazione media annuale è stata di 15.40 µM, con un massimo di 78.03 µM (stazione 132, ottobre) e il valore minimo, inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (0.20 µM), presso la stazione 340 (aprile); in profondità la concentrazione media annuale è stata di 4.69 µM, con un massimo di 18.05 µM (stazione 324, settembre I) e il valore minimo, anche in questo caso inferiore al limite di rilevabilità, alla stazione 240 (5.5 m, aprile).

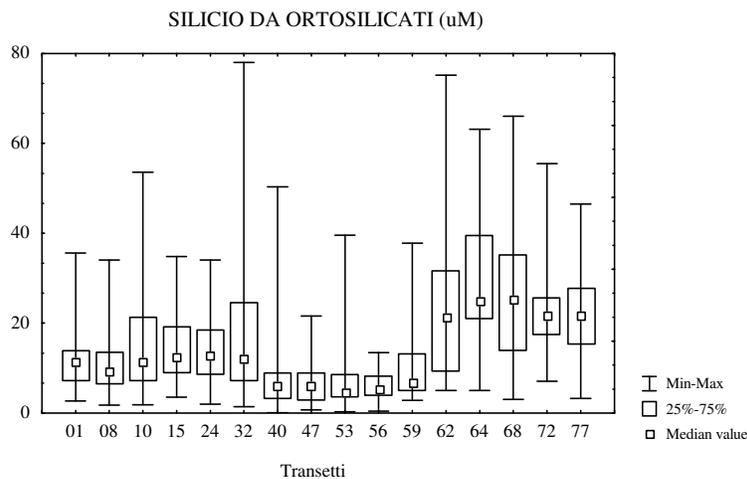
Analogamente a quanto già detto per i nitrati, sono stati rilevati picchi di massima concentrazione in corrispondenza ai periodi di maggiore precipitazione con il massimo assoluto nella campagna di novembre (Fig. 67). L'andamento del silicio è apparso in parte sovrapponibile

a quello dei nitrati (Fig. 66); entrambi questi nutrienti inoltre, hanno mostrato una forte correlazione inversa con la salinità (rispettivamente  $r = -0.57$  e  $r = -0.56$  per  $p < 0.05$ , calcolati sui soli campioni di superficie).

La forte influenza fluviale appare ancora una volta evidente e condiziona la distribuzione spaziale che presenta le concentrazioni più elevate a sud del Porto di Chioggia e quelle più basse nella fascia di mare antistante la Laguna di Venezia (Fig. 68).



**Figura 67: Concentrazioni di silicio da ortosilicati per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**

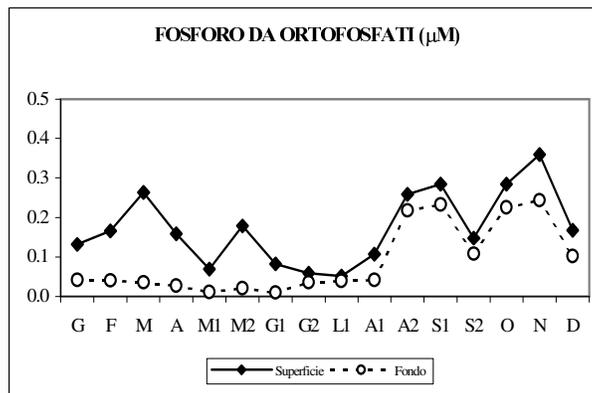


**Figura 68: Box & Whisker Plots dei valori di silicio da ortosilicati in superficie calcolate per ciascun transetto.**

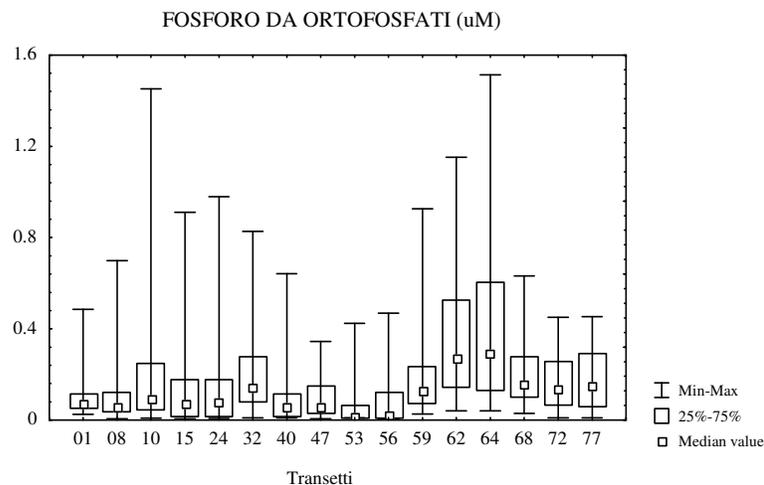
#### 4.1.9 Fosforo da Ortofosfati

in superficie la concentrazione media annuale è stata di  $0.17 \mu\text{M}$ , con un massimo di  $1.51 \mu\text{M}$  (stazione 364, marzo). Al fondo il valore medio è stato di  $0.09 \mu\text{M}$  con un massimo di  $0.91 \mu\text{M}$  (stazione 324, agosto II). I valori minimi sono risultati costantemente al di sotto del limite di rilevabilità ( $0.04 \mu\text{M}$ ), dispersi sia in termini temporali che spaziali, con una percentuale del 26.5% dei casi in superficie e del 54.5% in profondità; tali percentuali sono sovrapponibili a quelle rilevate nel corso del 2000. La distribuzione stagionale delle concentrazioni di fosforo da ortofosfati ha mostrato un andamento non ben definito, legato al ciclo di questo elemento (Fig. 69), con picchi nei mesi di marzo e novembre.

La distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati lungo la costa (Fig. 70) evidenzia come presso i transetti 62, 64 e 77 posti in corrispondenza delle foci di Bacchiglione-Brenta, Adige e Po di Levante si siano registrati i valori più elevati.



**Figura 69: Concentrazioni di fosforo da ortofosfati per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.**



**Figura 70: Box & Whisker Plots dei valori di fosforo da ortofosfati in superficie calcolate per ciascun transetto.**

#### 4.1.10 Fosforo Totale

in superficie la concentrazione media annuale è risultata pari a  $0.63 \mu\text{M}$ , con un massimo di  $4.02 \mu\text{M}$  (stazione 277, aprile) e con l'1.6% dei casi di valori inferiori al limite di rilevabilità ( $0.06 \mu\text{M}$ ). Al fondo il valore medio annuale è stato di  $0.37 \mu\text{M}$ , con un massimo di  $1.24 \mu\text{M}$  (stazione 272, agosto II) e valori minimi inferiori al limite di rilevabilità ( $0.06 \mu\text{M}$ ) nel 7.1% dei casi.

In superficie i valori medi per ciclo di rilevamento (Fig. 71) hanno mostrato un andamento discontinuo, così come quelli di fondo. In figura 72 sono riportate le distribuzioni dei valori in superficie rilevate per ciascun transetto.

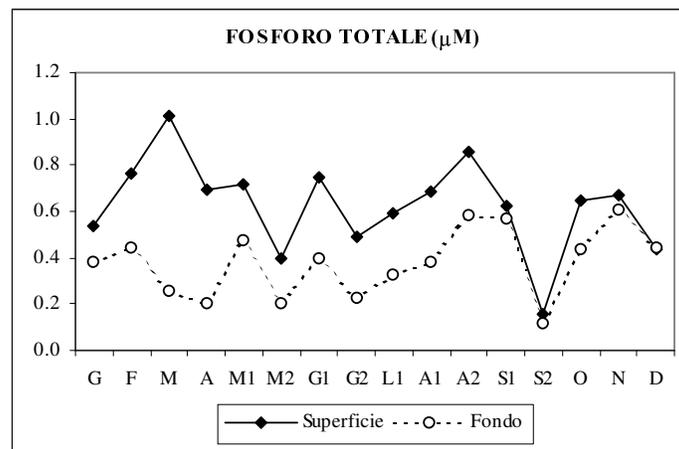


Figura 71: Concentrazioni di fosforo totale per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.

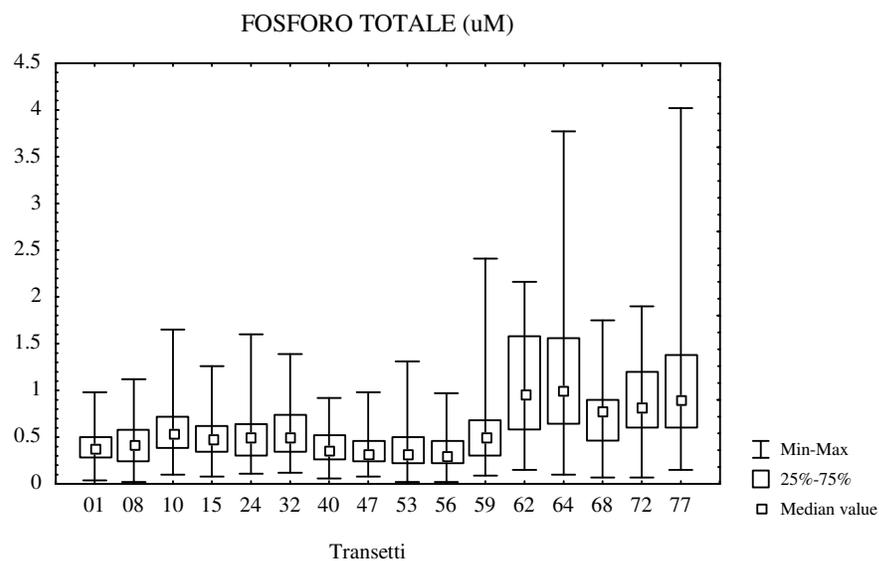


Figura 72: Box & Whisker Plots dei valori di fosforo totale in superficie calcolate per ciascun transetto.

#### 4.1.11 Rapporto Azoto Inorganico - Fosforo Inorganico

il valore massimo in superficie è pari a 5036.78 (stazione 124, maggio I), mentre il minimo è pari a 0.09 (stazione 124, agosto I) con una media annuale di 428.21.

Nelle acque di fondo il valore massimo è stato di 4084.08 (stazione 208, febbraio) e il minimo è stato di 0.18 (stazione 324, ottobre) con una media di 262.98.

La percentuale di campioni presentanti un valore di tale rapporto maggiore di 20 è stata pari al 88.3% in superficie e 79.9% al fondo; tali valori indicano la presenza di un eccesso di azoto inorganico rispetto al fosforo (Consorzio Venezia Nuova, 1989).

#### 4.1.12 Clorofilla a

in superficie la concentrazione media annuale di clorofilla *a* è stata di  $3.46 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  con un minimo di  $0.05 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  (stazione 308, giugno I) ed un massimo di  $36.56 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  (stazione 277, luglio I). Al fondo la concentrazione media è stata di  $2.16 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  con un minimo di  $0.14 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  (stazione 372, giugno I) ed un massimo di  $15.27 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  (stazione 324, febbraio). La distribuzione dei valori medi di clorofilla *a* per campagna di rilevamento (Fig. 73) presenta un andamento che ricalca quello tipicamente stagionale. Il trend annuale risulta infatti contraddistinto dalla presenza dei valori più alti nei mesi più caldi, come conseguenza ai bloom fitoplanctonici tipici del periodo primaverile estivo; particolare è il picco registrato nel mese di febbraio nelle acque di fondo dovuto alla presenza di condizioni favorevoli allo sviluppo di fioritura di *Pseudonitschia* spp..

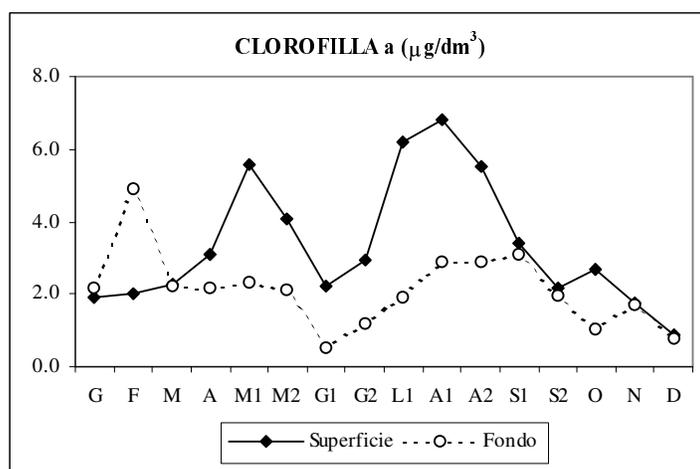


Figura 73: Concentrazioni di clorofilla *a* per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.

In figura 74 ancora una volta si può osservare come le concentrazioni a sud del Porto di Chioggia appaiano più alte e presentino una maggiore variabilità rispetto a quelle riscontrate nel restante tratto di mare analogamente a quanto si osserva per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 75).

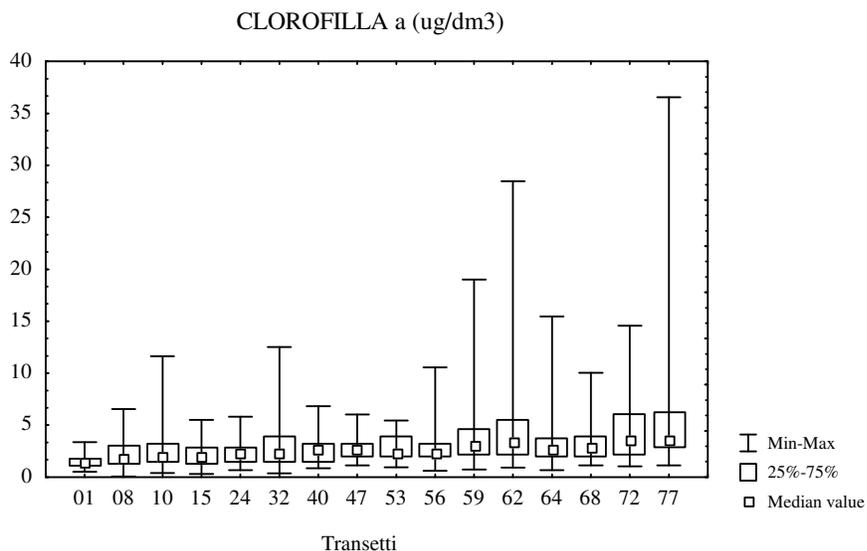


Figura 74: Box & Whisker Plots dei valori di clorofilla *a* in superficie calcolate per ciascun transetto.

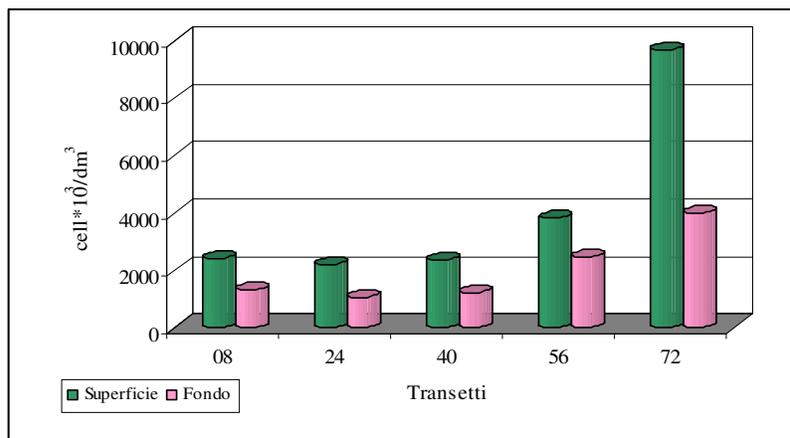


Figura 75: Abbondanze fitoplanctoniche medie annuali nei transetti “faro-pesca” in superficie ed al fondo.

Le concentrazioni si sono mantenute sui livelli elevati che hanno caratterizzato gli ultimi anni (Fig. 76), con un numero di campioni eccedenti i  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  (secondo il criterio di classificazione delle acque costiere proposto da Chiaudani *et al.*, 1982), pari al 11.9% (su un totale di 960), di questi 64% è stato, come sempre, rinvenuto a sud del Porto di Chioggia (Fig. 77).

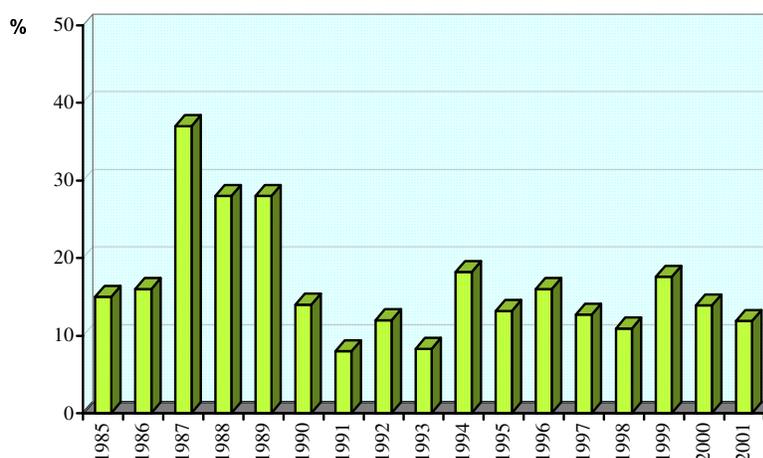


Figura 76: Percentuale di campioni aventi concentrazione maggiore di  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  a partire dal 1985.

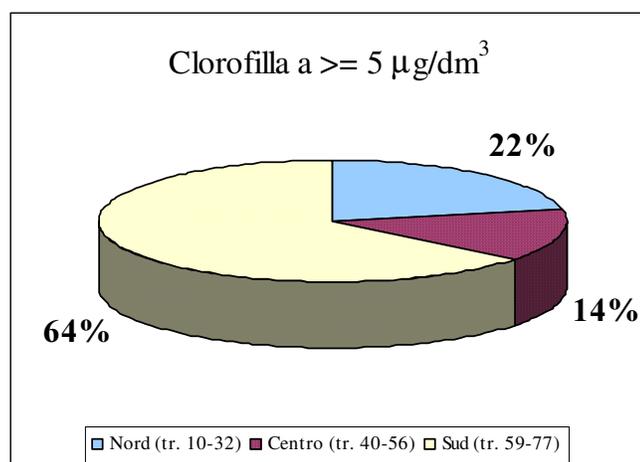


Figura 77: Percentuale dei campioni con clorofilla *a* maggiore di  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  suddivisi per zona.

#### 4.1.13 Indice trofico TRIX<sup>3</sup>

L'indice classifica lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità (Tab. 9), 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 (mg/m<sup>3</sup>);

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

N = Azoto minerale disciolto (mg/m<sup>3</sup>);

P = Fosforo totale (mg/m<sup>3</sup>);

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

**Tabella 9: Classificazione trofica delle acque marine costiere (D.Lgs. 152/99).**

I dati dell'attività del 2001 evidenziano, per le acque di superficie, un valore medio annuale di indice trofico pari a 4.99, vicino al limite tra le classi "buono" e "mediocre", con un minimo di 2.07 (stazione 353, giugno I) ed un massimo di 7.18 (stazione 272, maggio I). Nelle acque di fondo il valore medio annuale è stato di 4.16, al limite tra le classi "elevato" e "buono", con un minimo di 2.25 (stazione 324, ottobre) ed un massimo di 6.69 (stazione 272, maggio I).

In figura 78 sono riportati gli andamenti dei valori medi dell'indice trofico per ciascuna campagna: si può osservare che i valori medi di superficie risultano costantemente compresi nelle due classi centrali "buono" e "mediocre"; i valori medi al fondo rientrano nella classe "elevato" durante il periodo primaverile-estivo e nella classe "buono" nei rimanenti mesi dell'anno. La distribuzione dei valori per ciascun transetto (Fig. 79) mostra come i valori più

<sup>3</sup> 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).

elevati siano stati riscontrati nel tratto meridionale di costa, in cui risulta maggiore l'afflusso di acque fluviali cariche di macronutrienti tali da sostenere un'intensa attività biologica.

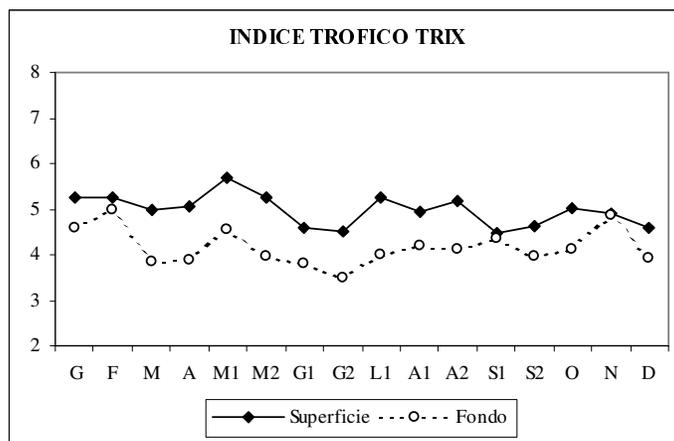


Figura 78: Valori medi di TRIX per campagna di rilevamento in superficie ed al fondo.

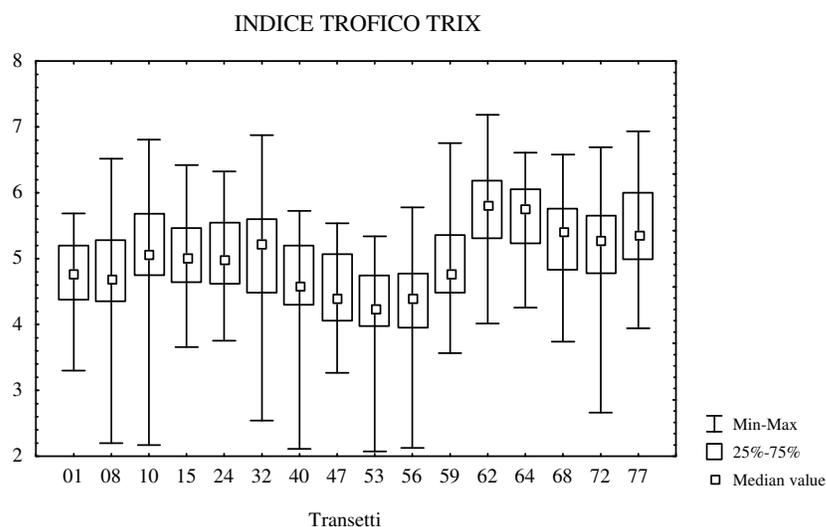


Figura 79: Box & Whisker Plots dei valori di TRIX in superficie per ciascun transetto.

#### 4.1.14 Fitoplancton

nel corso delle campagne di rilevamento e misura del 2001 è stata analizzata la componente fitoplanctonica di 394 campioni dei quali, 306 relativi alle stazioni “faro-pesca” e 88 corrispondenti alle stazioni dei transetti per il controllo dell'eutrofizzazione che hanno presentato concentrazioni di clorofilla *a* superiore a 5 µg/dm<sup>3</sup>.

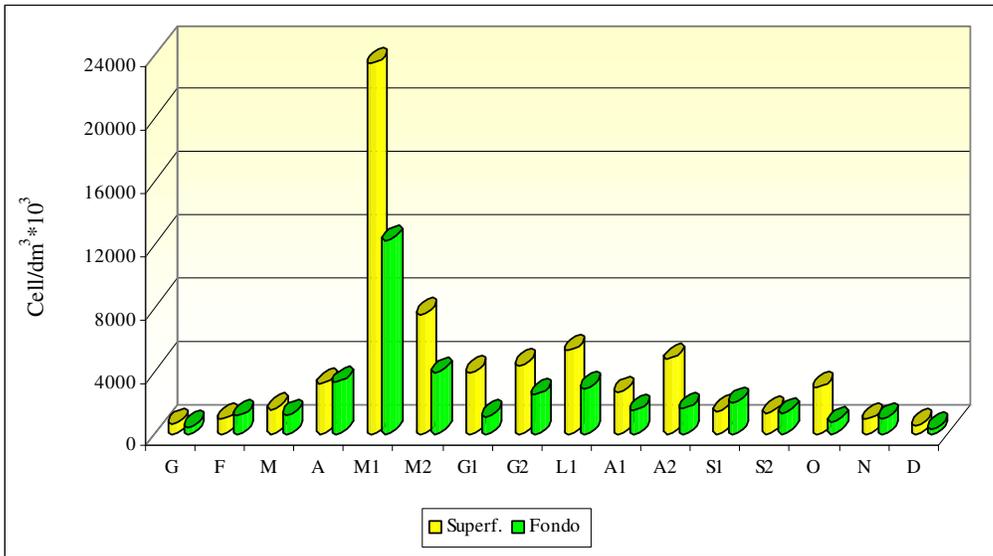
#### 4.1.14.1 Analisi quantitativa

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.

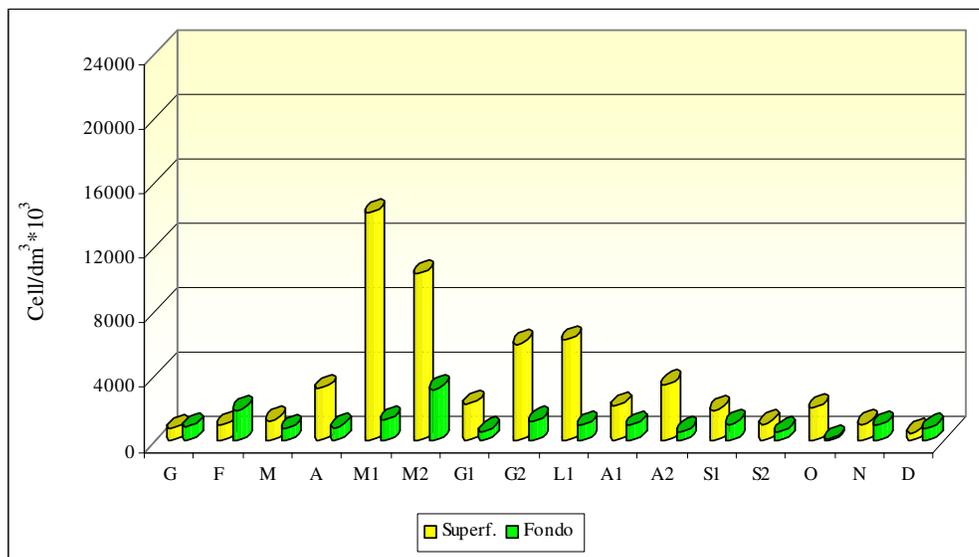
Nonostante ciò per la fascia costiera della Regione Veneto è stato possibile evidenziare, per la componente fitoplanctonica, un andamento stagionale delle abbondanze simile a quello degli anni precedenti caratterizzato da massimi nel periodo estivo, minimi nel periodo invernale e ripresa vegetativa nel periodo primaverile.

Nonostante la ridotta batimetria è stata riscontrata anche una differenziazione quantitativa tra i popolamenti di superficie che hanno presentato valori di abbondanza sempre superiori rispetto a quelli di fondo (Fig. 80 A e B), soprattutto nella stazione 3-- che presenta una profondità di circa 12 metri rispetto alla stazione 2--dove la profondità è di circa 4 metri. Tale differenziazione è maggiormente riscontrabile nel periodo estivo durante il quale le acque sono stratificate rispetto al periodo invernale in cui si riscontra un completo rimescolamento delle acque.

L'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un minimo assoluto di  $84 \cdot 10^3 \text{ celldm}^{-3}$  (rinvenuto nella stazione 372 al fondo nel mese di Ottobre) ed un massimo assoluto pari a  $93873 \cdot 10^3 \text{ celldm}^{-3}$  (rinvenuto in superficie nella stazione 277 durante la prima campagna di rilevamento e misure di Maggio).

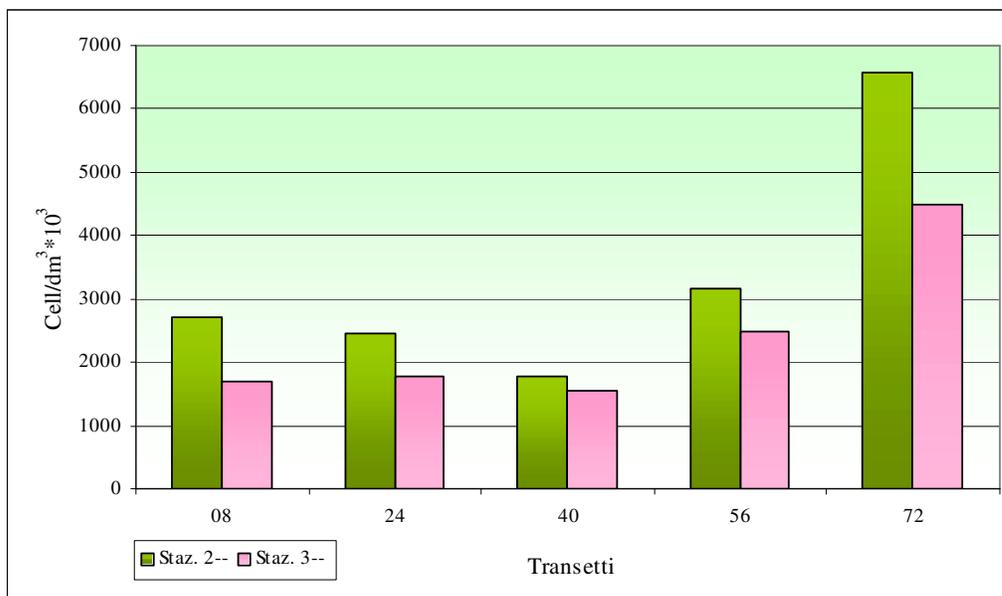


**Figura 80 A: Andamento delle abbondanze medie mensili nell'anno di campionamento nella stazione 2--.**



**Figura 80 B: Andamento delle abbondanze medie mensili nell'anno di campionamento nella stazione 3--.**

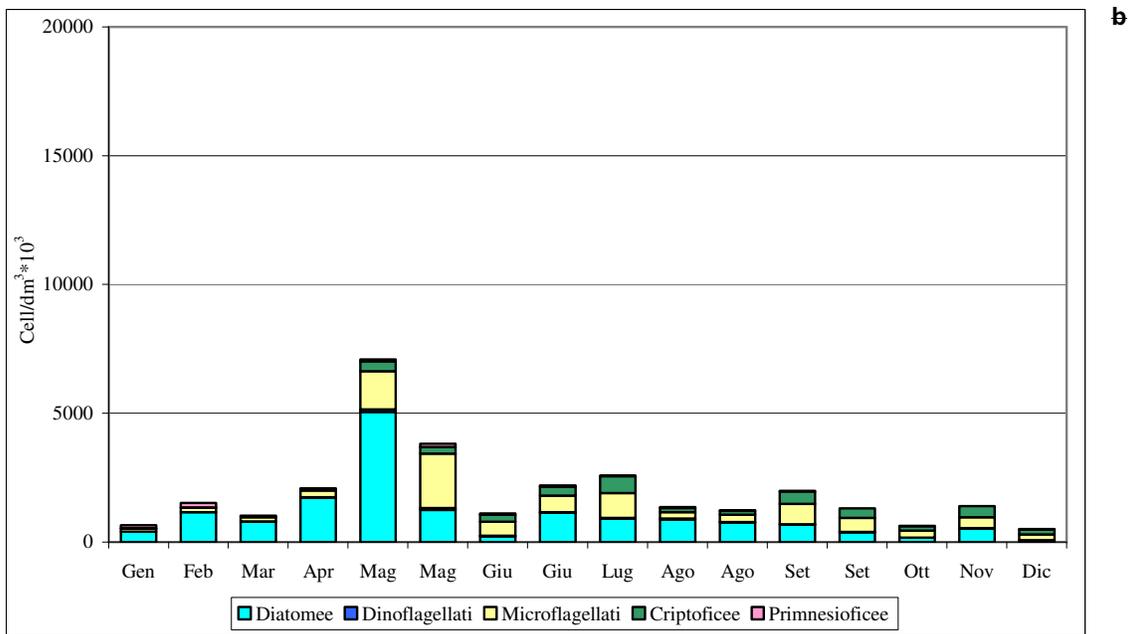
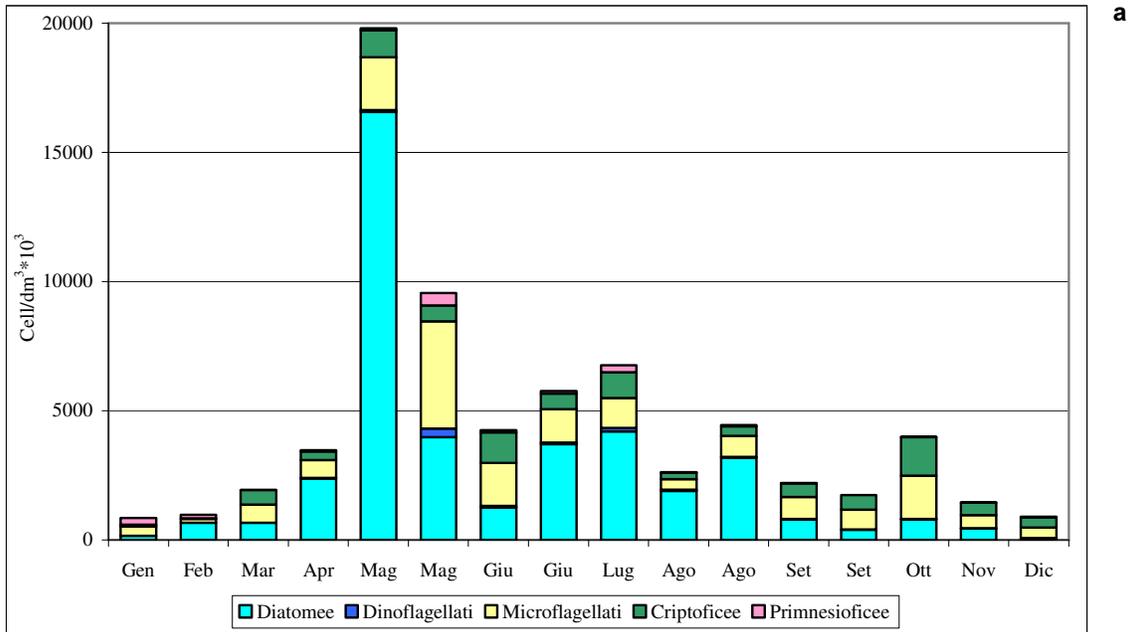
La distribuzione spaziale dei popolamenti fitoplanctonici, lungo il litorale veneto, ha presentato un gradiente positivo in direzione nord-sud, con valori di abbondanza più elevati in corrispondenza del transetto 72, quest'ultimo fortemente influenzato dagli apporti fluviali di Adige e Po di Levante (Fig. 81).



**Figura 81: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie nei transetti "faro-pesca".**

Il programma di monitoraggio regionale per le acque di balneazione prevede che la componente fitoplanctonica sia analizzata costantemente nelle stazioni dei transetti "faro-pesca"; per i rimanenti transetti, relativi al controllo dell'eutrofizzazione, l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton è eseguita solo nelle stazioni in cui il valore di clorofilla *a* superi i  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^{-3}$ , limite con il quale un corpo idrico è definito "eutrofico" (Chiaudani *et al.*, 1982).

Complessivamente nel corso del 2001 ben 114 campioni pari al 12% del totale dei campioni analizzati, hanno presentato valori di clorofilla *a* superiori a  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^{-3}$ . Essi sono stati rinvenuti in particolare nel periodo primaverile-estivo, localizzati soprattutto nel tratto a sud di Chioggia (64%), compreso tra i transetti 59 e 77 (Fig. 77). In generale i taxa maggiormente rappresentati sono stati Diatomee e Microflagellati (valori medi pari rispettivamente al 65% ed al 31%). Entrambi hanno presentato valori d'abbondanza variabili in funzione della stagione (Figg. 82 a, b).

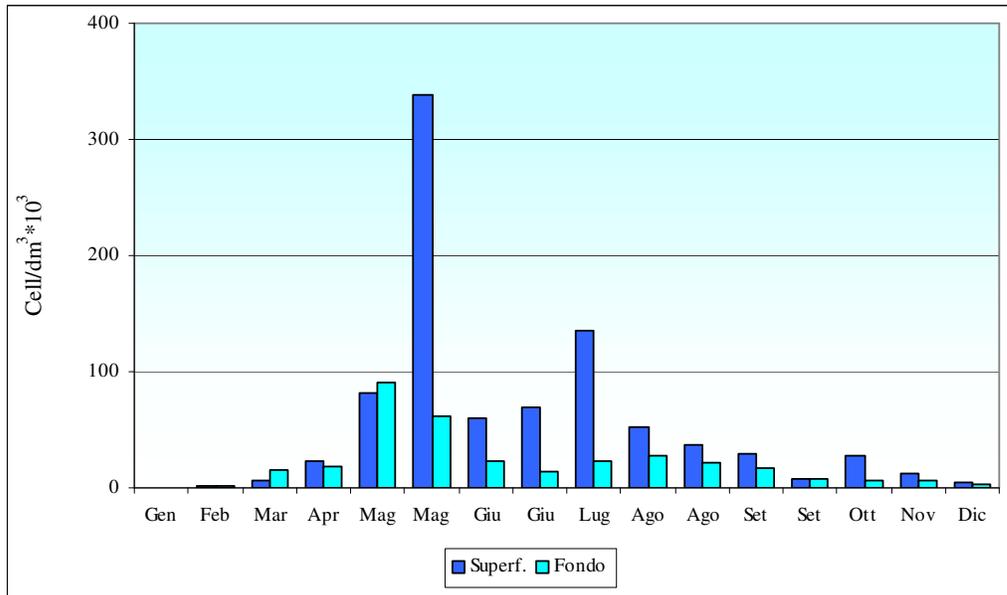


**Figura 82 a, b: Distribuzione temporale delle abbondanze medie mensili dei principali gruppi tassonomici nei transetti "faro-pesca"; a) superficie, b) fondo**

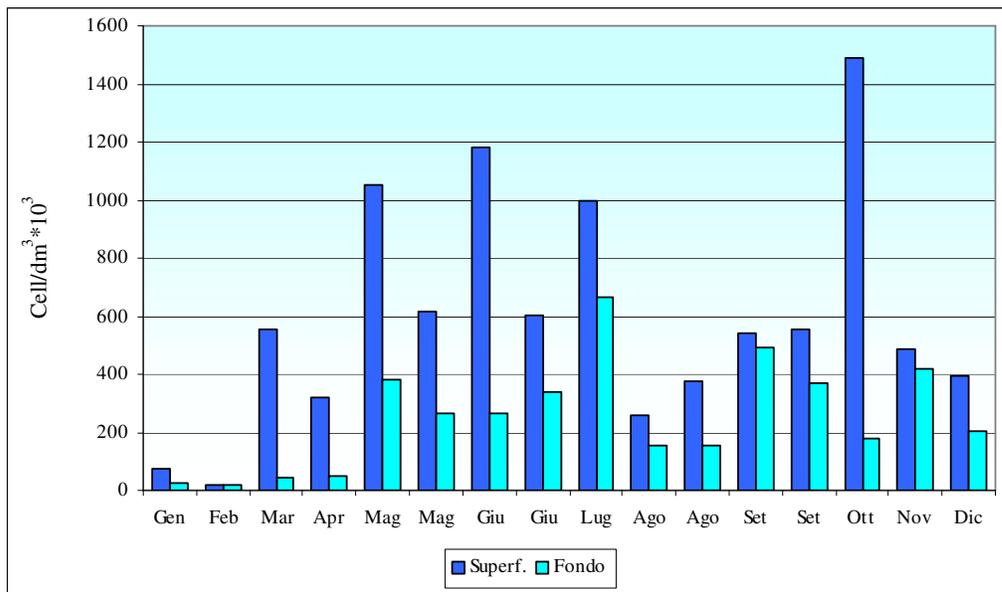
Altri taxa hanno presentato abbondanze relative ridotte o legate a specifici periodi dell'anno:

la classe dei Dinoflagellati è stata più abbondante soprattutto nei campioni di superficie nel periodo primaverile (Fig. 83); quella delle Criptoficee (Fig. 84) nel periodo primaverile estivo e anche autunnale; quella delle Primnesioficee, rappresentata soprattutto da *Emiliania huxley*, è

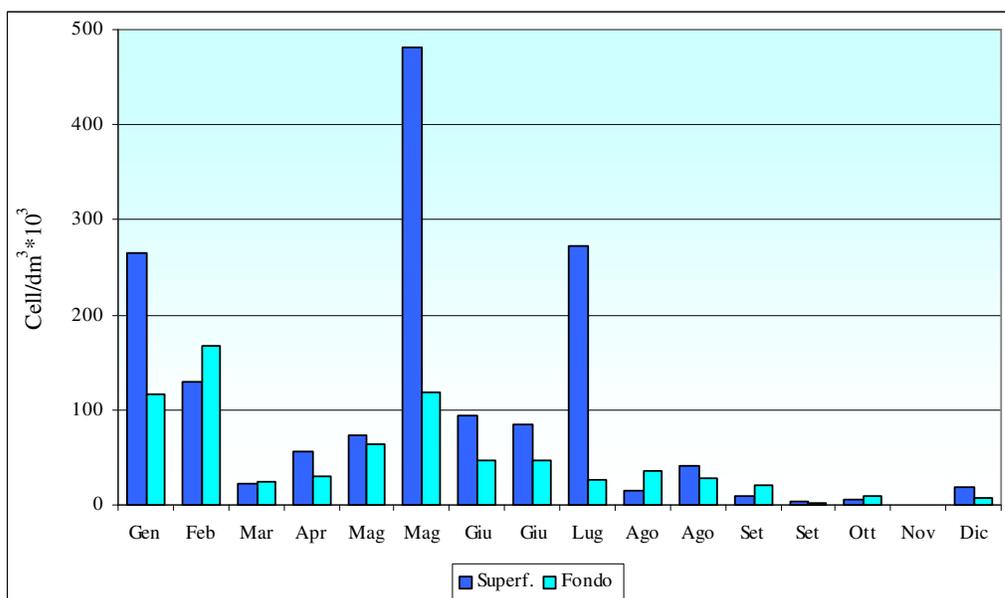
risultata presente durante tutto l'anno con dei massimi in gennaio, febbraio e nella seconda di maggio e prima di luglio (Fig. 85). Altre classi quali le Euglenoficee e Cloroficee sono state rinvenute sporadicamente ed in campioni raccolti in zone influenzate da apporti d'acqua dolce.



**Figura 83: Distribuzione temporale delle abbondanze medie mensili dei Dinoflagellati nei transetti "faro-pesca".**



**Figura 84: Distribuzione temporale delle abbondanze medie mensili delle Criptoficee nei transetti "faro-pesca".**



**Figura 85: Distribuzione temporale delle abbondanze medie mensili delle Primnesiofite nei transetti "faropescà".**

#### 4.1.14.2 Analisi qualitativa

Sono state rinvenute 188 specie di cui 179 a livello di genere o specie e 9 sono state identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I 188 taxa si sono così ripartiti:

Diatomee	126
Dinoflagellate	27
Primnesiofite (Coccolitoforidee)	10
Clorofite	8
Criptofite	3
Crisofite	4
Dictiohofite	4
Prasinofite	3
Euglenofite	2
Ebridee	1

I taxa riconosciuti appartengono per la maggior parte alla classe delle Diatomee (67%), delle Dinoflagellate (14%) e delle Primnesiofite (Coccolitoforidee, 5%).

I piccoli flagellati di dimensioni inferiori ai 12 µm sono stati raggruppati sotto il termine di Ultraplancton.

Il gruppo tassonomico dei Microflagellati comprende al suo interno l'Ultraplancton già citato le Criptofite e le Prasinofite.

L'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

<b>CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>PRYMNESIOPHYCEAE</b>
<i>Hillea fusiformis</i> (Sch.) Sch.	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohm.) Hay e Mohler
<i>Teleaulax</i> sp.	<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran (in Murray & Hjort)
Cryptophyceae indeterminate	<i>Calciosolenia</i> sp.
<b>DINOFLAGELLATAE</b>	<i>Acanthoica quattrosolina</i> Lohm.
<i>Alexandrium</i> sp.	<i>Acanthoica</i> sp.
<i>Prorocentrum micans</i> Ehr.	<i>Rhabdosphaera claviger</i> Murr.a.Black.
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pav.) Sch.	<i>Syracosphaera mediterranea</i> Lohm.
<i>Prorocentrum Schilleri</i> Bohm	<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohm.
<i>Prorocentrum</i> sp.	<i>Syracosphaera</i> sp.
<i>Dinophysis caudata</i> Saville e Kent	Coccolitinae indeterminate
<i>Dinophysis Fortii</i> Pav.	<b>DYCHTYOCHOPHYCEAE</b>
<i>Dinophysis sacculus</i> Stein	<i>Dictyocha fibula</i> Ehr.
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kof. e Sw.	<i>Dichtyocha speculum</i> (Ehr.) Haeckel
<i>Gyrodinium</i> sp.	<i>Octatis octonaria</i> (Ehr.)
<i>Glenodinium</i> sp.	<i>Dictyocha</i> sp.
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loebli.	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>
<i>Protoperidinium brevipes</i> (Paul.) Bal.	<i>Euglena acus</i> Ehrb.
<i>Protoperidinium divergens</i> Ehr. (Balech.)	<i>Euglena</i> sp.
<i>Protoperidinium diabolus</i> Cl.	<b>PRASINOPHYCEAE</b>
<i>Protoperidinium tuba</i> Sch..	<i>Pyrromonas</i> sp.
<i>Minuscula bipes</i> Lebour	<i>Tetraselmis</i> sp.
<i>Protoperidinium</i> sp.	Prasinophyceae indeterminate
<i>Goniaulax spinifera</i> (Clap. & Lachm.) Dies.	<b>CLOROPHYCEAE</b>
<i>Ceratium furca</i> (Ehr.) Clap. e Lachm.	<i>Ankistrodesmus</i> sp.
<i>Ceratium fusus</i> (Ehr.) Duj.	<i>Crucigenia tetrapedia</i> Kirch.
<i>Ceratium macroceros</i> (Ehr.) Cleve	<i>Eudorina</i> sp.
<i>Ceratium tripos</i> (O. F. Muller) Nitz.	<i>Oocystis</i> sp.
<i>Oxytoxum adriaticum</i> Sch.	<i>Pandorina</i> sp.
<i>Oxytoxum lonciceps</i> Sch.	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.
<i>Oxytoxum</i> sp.	<i>Scenedesmus</i> sp.
Dinoflagellatae indeterminate	Clorophyceae indeterminate
<b>CRYSOPHYCEAE</b>	<b>EBRIIDEAE</b>
<i>Calycomonas</i> sp.	<i>Ebria</i> sp.
<i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohm.	<b>ULTRAPLANCTON</b>
<i>Dinobryon</i> sp.	<b>INDETERMINATE</b>
Crysophyceae indeterminate	

**DIATOMAEAE**

<i>Melosira moniliformis</i> (Mull.) Ag.	<i>Fragilaria vitrea</i> K.
<i>Melosira sulcata</i> (Ehr.) Kutz.	<i>Fragilaria</i> sp.
<i>Melosira varians</i> Ag.	<i>Synedra acus</i> Kutz.
<i>Melosira</i> sp.	<i>Synedra affinis</i> Kg.
<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	<i>Synedra</i> sp.
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grun.) Joerg.	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grun) Grun ex Hustedt
<i>Thalassiosira gravida</i> Cl.	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow)
<i>Thalassiosira Nordenskioldi</i> Cl.	<i>Asterionella bleakeley</i> W. Sm.
<i>Thalassiosira</i> sp.	<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castr.) Round.
<i>Cyclotella chaetoceras</i> Lemm.	<i>Cocconeis quarnerensis</i> Grun.
<i>Cyclotella glomerata</i> Bachm.	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.
<i>Cyclotella Meneghiniana</i> Kutz.	<i>Cocconeis</i> sp.
<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Achnanthes brevipes</i> Ag.
<i>Coscinodiscus excentricus</i> E.	<i>Achnanthes longipes</i> Ag.
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Diploneis crabro</i> Ehr.
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.	<i>Diploneis</i> sp.
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	<i>Rhoicosphaenia curvata</i> Grun.
<i>Guinardia delicatula</i> (Cl.) Hasle	<i>Navicula cancellata</i> Donk.
<i>Guinardia flaccida</i> (Castr.) Per.	<i>Navicula cineta</i> Ehr.
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle.	<i>Navicula cryptocephala</i> Kg.
<i>Guinardia</i> Sp..	<i>Navicula crucifera</i> Grun.
<i>Proboscia alata</i> (Brightw.) Sundstrom	<i>Navicula distans</i> W. Schmith
<i>Pseudosolenia calcaravis</i> (Schultze) Sundstrom	<i>Navicula forcipata</i> Grev.
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Berg) Hasle	<i>Navicula lanceolata</i> K.
<i>Dactyliosolen mediterraneus</i> Perag.	<i>Navicula mutica</i> K.
<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightw.	<i>Navicula ostrearia</i> Grun.
<i>Rhizosolenia Stolterfothii</i> Perag.	<i>Navicula retusa</i> Breb.
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightw.	<i>Navicula salinarum</i> Grun.
<i>Rhizosolenia</i> sp.	<i>Navicula</i> sp.
<i>Bacteriastrum varians</i> Laud.	<i>Pleurosigma</i> sp.
<i>Bacteriastrum</i> sp.	<i>Amphiprora paludosa</i> W. Sm.
<i>Chaetoceros affinis</i> Laud.	<i>Amphiprora</i> sp.
<i>Chaetoceros anastomonas</i> Grun.	<i>Amphora angusta</i> Greg.
<i>Chaetoceros simplex</i> Cl.	<i>Amphora coffæiformis</i> Ag.
<i>Chaetoceros brevis</i> Schutt.	<i>Amphora exigua</i> Greg.
<i>Chaetoceros cfr. compressus</i> Laud.	<i>Amphora hyalina</i> K.
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cl.	<i>Amphora macilenta</i> Greg.
<i>Chaetoceros delicatulus</i> Ostf.	<i>Amphora ovalis</i> K.
<i>Chaetoceros diversus</i> Cl.	<i>Amphora veneta</i> K.
<i>Chaetoceros messanensis</i> Castr.	<i>Amphora</i> sp.
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Gran.	<i>Gomphonema parvolum</i> Kg.
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i> Ostf.	<i>Gomphonema</i> sp.
<i>Chaetoceros socialis</i> Laud.	<i>Nitzschia acicularis</i> Selbstr.
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cl.	<i>Nitzschia behrei</i> Hust.
<i>Chaetoceros teres</i> Cl.	<i>Nitzschia frustulum</i> K.
<i>Chaetoceros vixvisibilis</i> Sch.	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch
<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Nitzschia lanceolata</i> Smith
<i>Eucampia cornuta</i> Syvertsen & Hasle	<i>Nitzschia longissima</i> (Breb. In Kutz.) Ralf. In Pritic.
<i>Eucampia</i> sp.	<i>Nitzschia lorenziana</i> Grun.
<i>Triceratium</i> sp.	<i>Nitzschia palea</i> (K.) sm.
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cl.) Hendey	<i>Nitzschia recta</i> Htz.
<i>Hemiaulus Hauckii</i> Grun.	<i>Nitzschia sigma</i> W.Sm.
<i>Hemiaulus sinensis</i> Grev.	<i>Nitzschia subtilis</i> K.
Centricae indeterminate	<i>Pseudonitzschia delicatissima complex</i> (Cl.) Heiden in 1
<i>Grammatofora</i> sp.	<i>Pseudonitzschia pungens</i> (Grun. ex Cl.) Hasle
<i>Licmophora</i> sp.	<i>Pseudonitzschia seriata complex</i> (Cl.) Hasle
<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Lewin & Reim.
<i>Diatoma</i> sp.	<i>Tropidoneis lepidoptera</i>
<i>Dimerogramma</i> sp.	<i>Troponeis</i> sp.
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	Pennatae indeterminate
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.	Diatomeae indeterminate

#### 4.1.14.3 Analisi delle singole campagne di rilevamento e misura

##### ***Gennaio – 1° campagna di rilevamento e misura***

La struttura dei popolamenti fitoplanctonici rinvenuti in questa campagna è tipicamente invernale, con una scarsa differenziazione sia qualitativa, sia quantitativa tra i popolamenti di fondo e quelli di superficie. Qualitativamente il fitoplancton è risultato costituito principalmente da Diatomee (42%), in particolar modo *Skeletonema costatum*, e da Microflagellati (35%); da segnalare inoltre la presenza di Primnesiofitee (21%) costituite soprattutto dalla specie *Emiliana huxley*.

##### ***Febbraio – 2° campagna di rilevamento e misura***

Nella campagna di febbraio tre campioni hanno presentato valori di clorofilla a maggiori di  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ , raccolti tutti al fondo e nel tratto settentrionale della costa.

*La fascia costiera del Veneto in questo mese è stata interessata da uno sviluppo di Diatomee (73%), per lo più Skeletonema costatum, Chaetoceros spp. e da Pseudonitzschia seriata complex. Sono inoltre ancora presenti Microflagellati (13%) e anche Primnesiofitee (12%), sempre con Emiliana huxley.*

##### ***Marzo – 3° campagna di rilevamento e misura***

In questo mese continuano a prevalere le Diatomee (61%), con *Skeletonema costatum* e in minor quantità con *Pseudonitzschia seriata complex*, e le Microflagellate (36%) per la presenza soprattutto di Criptofitee che rappresentano il 25% del fitoplancton totale. Da segnalare, inoltre, ancora la presenza di Primnesiofitee (2%), ancora con *Emiliana huxley*.

##### ***Aprile – 4° campagna di rilevamento e misura***

I popolamenti fitoplanctonici di aprile sono ancora costituiti prevalentemente da Diatomee (78%) seguiti dai Microflagellati (18%). In generale le specie maggiormente presenti nei popolamenti di Diatomee sono state *Chaetoceros spp.*, *Hemiaulus sinensis* e *Skeletonema costatum*.

In questa campagna due campione, prelevati nelle stazioni 159 e 372 in superficie, hanno presentato concentrazioni di clorofilla *a* superiori a  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ .

### ***Maggio – 5° e 6° campagna di rilevamento e misura***

Nella prima campagna di rilevamento e misura di maggio 22 campioni, tra stazioni faro pesca e non, hanno presentato valori di clorofilla *a* maggiori di 5 µg/dm<sup>3</sup>, raccolti per la maggior parte in stazioni poste nel tratto meridionale del litorale veneto. In tutti i campioni di superficie e di fondo la classe prevalente è stata quella delle Diatomee (86%) con in maggior quantità la specie *Cyclotella glomerata* e anche con varie specie di *Chaetoceros*.

Nella seconda campagna di maggio i campioni con valori di clorofilla *a* maggiori di 5 µg/dm<sup>3</sup> sono stati 12, raccolti per lo più nelle stazioni del tratto settentrionale del litorale veneto. Dal punto di vista quantitativo il popolamento fitoplanctonico si divide tra Diatomee (47%) e Microflagellati (44%); dal punto di vista qualitativo, le specie per lo più rinvenute sono state le Diatomee *Cyclotella glomerata* e soprattutto *Chaetoceros* spp.. Sono presenti anche Dinoflagellati con un'abbondanza media del 3%.

### ***Giugno – 7° e 8° campagna di rilevamento e misura***

Nella prima campagna di rilevamento e misura di giugno i campioni con concentrazioni di clorofilla *a* superiori a 5 µg/dm<sup>3</sup> sono stati 4, a livello dei transetti 10 e 77. Nella composizione dei popolamenti hanno prevalso sempre le Diatomee (49%), in particolare con le specie *Cyclotella glomerata*, *Chaetoceros* spp., e i Microflagellati (46%) per la loro componente di Criptoficee.

Nella seconda campagna di rilevamento e misura i campioni con clorofilla *a* superiore ai 5 µg/dm<sup>3</sup> sono stati 7, distribuiti nel tratto meridionale della fascia costiera. Dal punto di vista quantitativo, rispetto alla campagna precedente, c'è un aumento delle Diatomee (76%) mentre le Microflagellate sono presenti in quantità ridotta (22%).

In entrambe le campagne sono presenti Dinoflagellati (1-2%).

### ***Luglio – 9° e 10° campagna di rilevamento e misura***

Nella prima campagna di rilevamento e misura di Luglio i campioni raccolti, tra stazioni faro pesca e non, che hanno presentato valori di clorofilla *a* superiori a 5 µg/dm<sup>3</sup>, sono stati 16. In tale campagna le classi più abbondanti sono state, in superficie, quelle delle Diatomee (73%) (in particolare *Cyclotella glomerata*, *Chaetoceros* spp., *Skeletonema costatum*), mentre al fondo in uguale misura si trovano Diatomee (47%) e Microflagellate (50%).

La seconda campagna di rilevamento e misura di luglio non è stata effettuata.

### ***Agosto – 11° e 12° campagna di rilevamento e misura***

Entrambe le campagne hanno presentato campioni con concentrazioni di clorofilla *a* superiori a 5 µg/dm<sup>3</sup> (rispettivamente 24 e 22) soprattutto prelevati in stazioni poste nel tratto meridionale della costa veneta.

Nella prima campagna di agosto, e anche nella seconda, sono state rinvenute principalmente Diatomee, rispettivamente con percentuali del 77% e del 74%.

Qualitativamente, in entrambe le campagne, la specie più presente risulta essere *Cyclotella glomerata*.

È da notare inoltre che in entrambe le campagne a valori di clorofilla alti non sempre sono corrisposte concentrazioni di fitoplancton elevate lungo la colonna d'acqua, fatto dovuto probabilmente al particolare periodo meteorologico che ha portato ad una precipitazione di materiale algale con conseguente accumulo al fondo.

### ***Settembre – 13° e 14° campagna di rilevamento e misura***

Le campagne di Settembre hanno presentato un popolamento fitoplanctonico suddiviso tra Microflagellati (52%), soprattutto per la presenza della componente delle Criptoficee presente con il 33% rispetto al fitoplancton totale, e Diatomee (46%) sempre per la specie *Cyclotella glomerata*.

Nella prima campagna di settembre un solo campione, prelevato nella stazione 262, ha presentato concentrazioni di clorofilla *a* superiori a 5 µg/dm<sup>3</sup>.

### ***Ottobre – 15° campagna di rilevamento e misura***

Il mese di Ottobre è stato caratterizzato dalla presenza di Microflagellate (67%), ancora per la presenza della componente delle Criptoficee che è presente con valori del 60% in superficie e del 40% al fondo.

### ***Novembre–16° campagna di rilevamento e misura***

I popolamenti fitoplanctonici della campagna di Novembre hanno evidenziato una tipica situazione invernale caratterizzata da valori di abbondanza ridotti e da una distribuzione quali-quantitativa sia spaziale che lungo la colonna d'acqua, pressoché omogenea.

La componente fitoplanctonica è risultata costituita egualmente da Microflagellate (51%), soprattutto per le Criptoficee, e da Diatomee (50%) con specie quali *Chaetoceros* spp. e *Asterionellopsis glacialis*.

Dicembre–17° campagna di rilevamento e misura

I popolamenti fitoplanctonici della campagna di Dicembre continuano ad evidenziare una tipica situazione invernale con una composizione quantitativa del popolamento fitoplanctonico costituita principalmente da Microflagellati (76%) per la componente delle Criptofitee, che sono presenti con percentuale del 73% sul fitoplancton totale.

#### **4.1.14.4 Ricerca di specie potenzialmente tossiche appartenenti al genere *Dinophysis***

L'attività di monitoraggio, sui transetti "faro-pesca", per la ricerca di *Dinophysis* ha portato all'identificazione delle seguenti specie:

*Dinophysis sacculus* Stein

*Dinophysis caudata* Seville-Kent

*Dinophysis rotundata* Clap. & Lachm.

*Dinophysis fortii* Gourret

La distribuzione spaziale del genere non ha evidenziato variazioni significative tra i transetti.

Sono stati considerati i trend temporali per le specie maggiormente rappresentate:

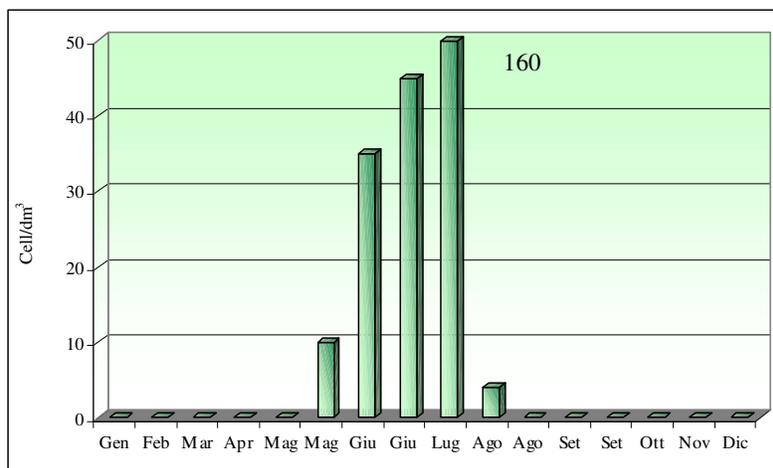
*D. sacculus* rinvenuto nel periodo primaverile – estivo (Fig. 86 a);

*D. rotundata* rinvenuto solo nelle campagne di marzo e aprile (Fig. 86 b);

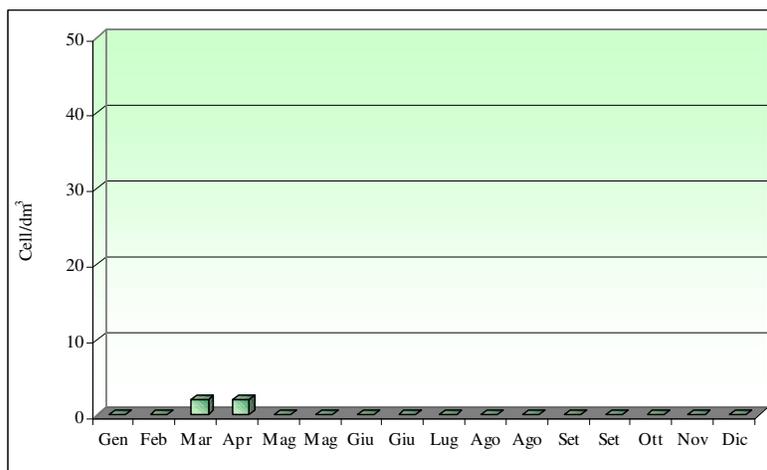
*D. caudata* diffuso nel periodo estivo-autunnale (Fig. 87 a);

*D. fortii* rinvenuto solo nelle campagne di febbraio e nella seconda di maggio (Fig. 87 b).

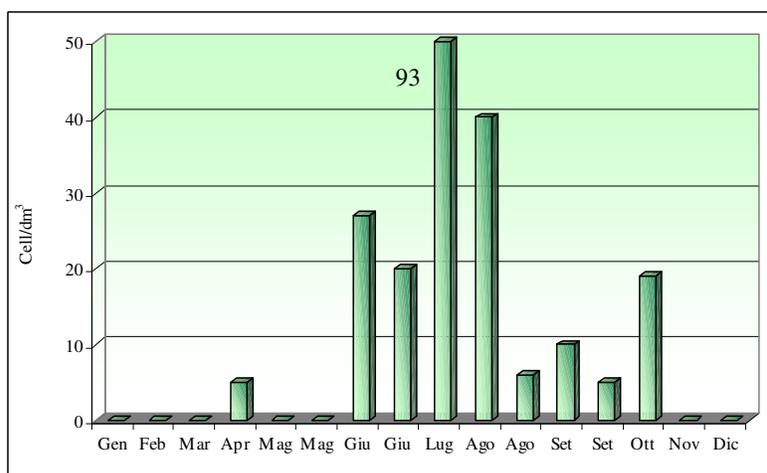
Nel corso del 2001 non è mai stato superato il valore limite di abbondanza indicato nel D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/dm<sup>3</sup>.



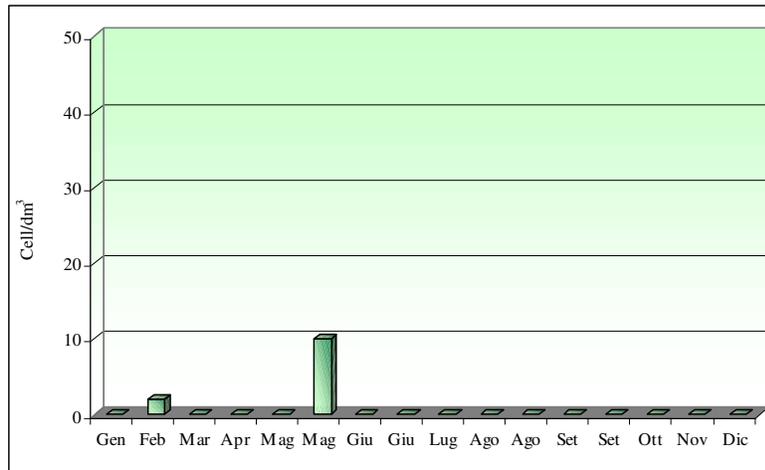
**Figura 86 A:** Distribuzione temporale delle abbondanze medie mensili della specie *Dinophysis sacculus*.



**Figura 86 B:** Distribuzione temporale delle abbondanze medie mensili della specie *Dinophysis rotundata*.



**Figura 87 A:** Distribuzione temporale delle abbondanze medie mensili della specie *Dinophysis caudata*



**Figura 87 B: Distribuzione temporale delle abbondanze medie mensili della specie *Dinophysis fortii*.**

#### 4.1.15 Parametri chimici nelle acque e nei molluschi

##### 4.1.15.1 Tensioattivi, fenoli, olii e catrami

L'analisi chimica dei campioni d'acqua relativa a questi parametri è stata condotta, come previsto, con cadenza stagionale contemporaneamente a quella microbiologica.

I dati raccolti non hanno evidenziato fenomeni di contaminazione per i *tensioattivi*; a carico dei *fenoli*, tuttavia, si sono riscontrati valori anomali limitatamente al periodo autunnale; nelle rimanenti campagne le concentrazioni rinvenute sono sempre risultate contenute all'interno degli intervalli solitamente rilevati e comunque mai superiori ai 500 µg/l per i tensioattivi e di 50 µg/l per i fenoli.

La ricerca di *olii e catrami* sulla superficie dell'acqua ha dato sempre esito negativo.

##### 4.1.15.2 Metalli pesanti (piombo, cadmio e mercurio) e idrocarburi clorurati

La ricerca dei metalli pesanti mercurio, piombo e cadmio nei molluschi analizzati ha permesso di evidenziare valori di concentrazione, in peso umido, inferiori ai limiti previsti dal D.Lvo 152/1999 (sue modifiche ed integrazioni), allegato 2 sezione C: "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative ed il calcolo della conformità delle acque destinate alla vita dei molluschi", che sono rispettivamente per il mercurio 0.5 ppm

(mg/Kg) e per il piombo 2 ppm (mg/Kg). Per quanto riguarda il cadmio si fa esplicito riferimento a quanto riportato nella relativa bibliografia consultata (Capelli *et al.*, 1978).

L'analisi sui composti organoclorurati non ha evidenziato nel corso dell'anno in esame situazioni di particolare interesse anche alla luce della carenza di una significativa mole di dati pregressi che non permette di trarre conclusioni in merito .

I valori relativi a tale tipologia di analisi sono riportati nella sessione "Dati Chimici".

#### *4.1.16 Parametri microbiologici nelle acque e nei molluschi*

Le campagne di controllo microbiologico delle acque superficiali e dei molluschi sono state condotte, come previsto, con cadenza stagionale.

I valori relativi a tale tipologia di analisi sono riportati nella sessione "Dati Microbiologici".

- L'analisi microbiologica condotta sulle acque permette di sottolineare come, in concomitanza alle campagne di campionamento primaverile ed invernale si sia evidenziata una situazione di contaminazione più accentuata limitatamente alla zona a sud del Porto di Chioggia.

In nessun campione d'acqua, nel corso dell'anno è risultata positiva la ricerca di Salmonelle.

Per quanto concerne invece la determinazione dei parametri batteriologici sul biota (*Mytilus galloprovincialis*) non si evidenziano particolari eventi di significativa contaminazione.

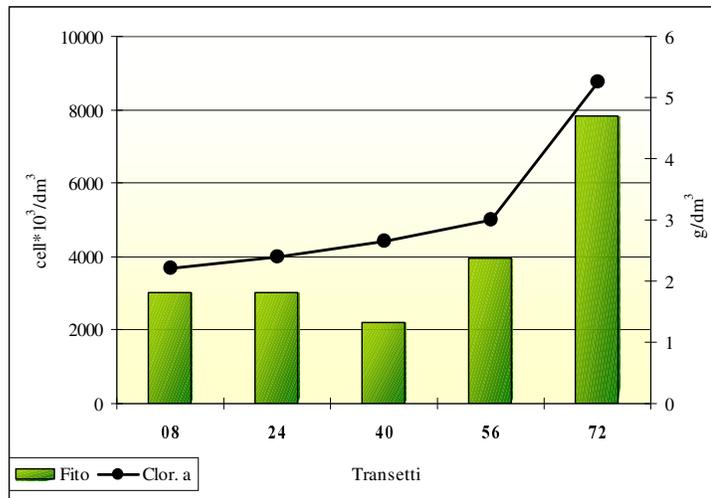
## 4.2 DISCUSSIONE

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. 89 e 90), e di uno negativo per l'azoto nitrico (Fig. 91) nutriente tipicamente di provenienza fluviale; tali gradienti risultano assai ridotti o addirittura assenti per i transetti compresi nel tratto di costa antistante la Laguna di Venezia (transetti 40, 47, 53 e 56).

Già negli anni precedenti era stata evidenziata la presenza di tre tipologie di aree caratterizzate da specifici andamenti delle variabili descrittive (Zammattio e Perissinotto, 1995; Baroni *et al.*, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000) che individuano per ciascun transetto un proprio comportamento caratteristico, dal punto di vista quantitativo, in funzione della propria posizione geografica. Ciò risulta evidente anche dalla distribuzione dei valori assunti dalle diverse variabili riportata nelle figure 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45.

Il silicio da ortosilicati come anche l'azoto nitrico, noti come nutrienti di chiara provenienza esogena, hanno presentato gradienti negativi con l'allontanamento dalla costa nei transetti della zona a Nord (Figg. 91 e 92). Gradienti di concentrazione negativi anche per fosforo totale (Fig. 93) risultano apprezzabili sia a Nord sia, con concentrazioni più elevate, a sud del Porto di Chioggia (transetti 62, 64 e 77). Dagli istogrammi si nota, inoltre, che le concentrazioni di tali nutrienti e della clorofilla *a* (Fig. 94), così come di fitoplancton (Fig. 88), 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. Viceversa la zona antistante la Laguna di Venezia, non direttamente influenzata da sbocchi fluviali, mostra una distribuzione più uniforme dei valori di tutti i nutrienti disciolti e del fosforo totale; le concentrazioni di questi ultimi si attestano sempre su valori inferiori a quelli riscontrati nelle rimanenti zone. Per quanto riguarda la trasparenza (Fig. 89), essa è stata rappresentata assieme alla corrispondente profondità per evidenziare ancora una volta come la zona a sud del porto di Chioggia presenti in proporzione valori minori rispetto a quelli riscontrati più a Nord per la presenza abbondante di seston in questa zona, in modo particolare nelle stazioni poste a maggiore distanza dalla costa. I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 10.



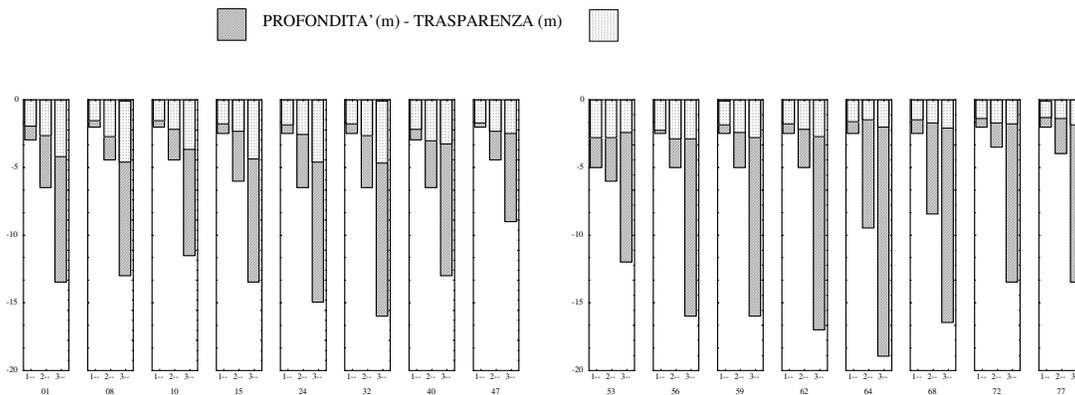
**Figura 88: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie e della concentrazione media di clorofilla *a* in superficie nei transetti “faro–pesca” nel 2001.**

La salinità è risultata strettamente correlata in senso negativo con azoto nitrico, silicio da ortosilicati e fosforo totale, indicando come l’aumento delle concentrazioni di tali parametri in ambiente costiero coincida con la diminuzione della salinità (Tab.10). La presenza di forti correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune. La scarsa correlazione tra nutrienti e componente fitoplanctonica può essere ricercata nella presenza di elevate concentrazioni di nutrienti che non agiscono in tal caso da fattore limitante (Tab. 10).

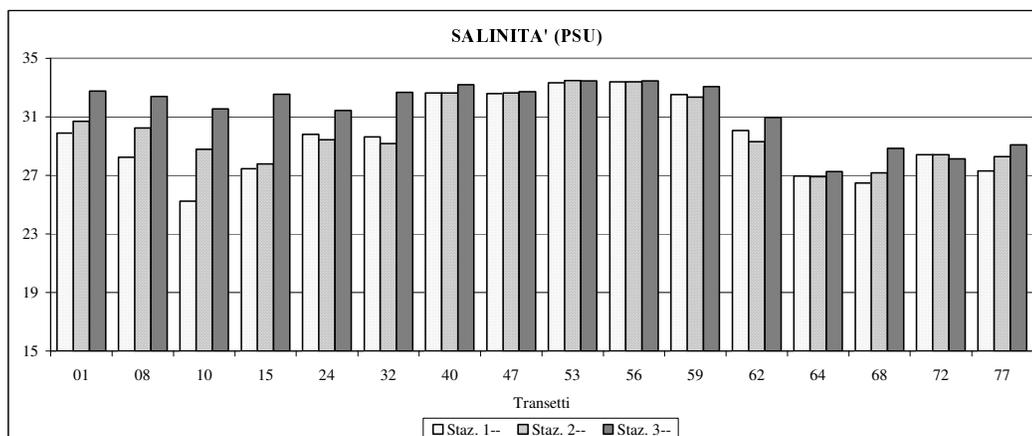
L’esistenza di una associazione inversa tra trasparenza e clorofilla *a* si rafforza notevolmente con l’allontanamento dalla costa (a 500 m dalla costa  $r = -0.23$ , a 0.5 mn  $r = -0.24$  e a 2 mn dalla costa  $r = -0.31$ ). La presenza di un legame meno forte nella stazione più vicina alla costa indica come la trasparenza in questa zona sia condizionata pesantemente più dalla presenza di seston che dall’abbondanza di biomassa fitoplanctonica. In tabella 10, inoltre, si può notare come tale abbondanza venga comunque confermata, oltre che dal dato analitico, anche dall’esistenza di una forte correlazione diretta tra clorofilla *a* ed ossigeno disciolto.

A conferma della sua costituzione, l’indice trofico TRIX risulta fortemente correlato con tutte le variabili che sono coinvolte con i meccanismi di produzione.

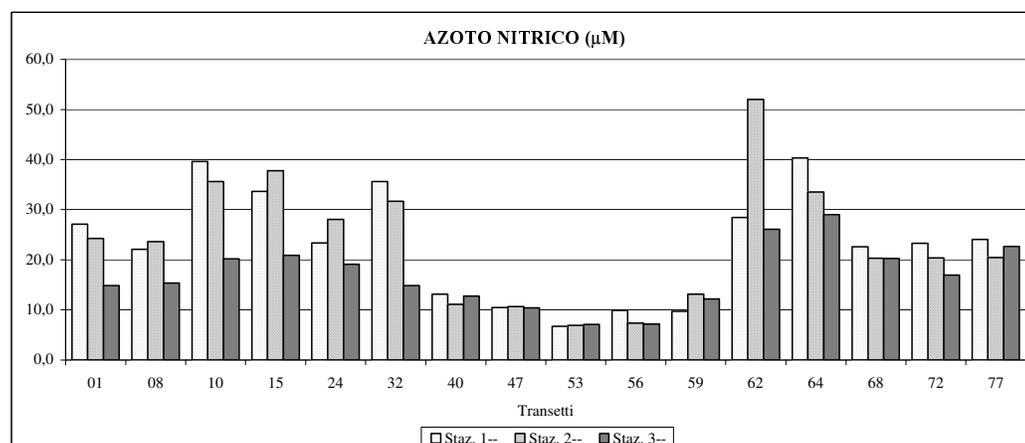
Per quanto riguarda le acque di fondo, per  $p < 0.05$ , il rinvenimento di una forte correlazione diretta tra ossigeno disciolto e pH ( $r = 0.64$ ) e di una consistente correlazione inversa di queste due variabili con azoto ammoniacale (pH-NH<sub>3</sub>  $r = -0.32$ ; O.D. -NH<sub>3</sub>  $r = -0.47$ ) confermano come siano queste le variabili più direttamente coinvolte nei processi catabolici che avvengono all’interfaccia acqua-sedimento.



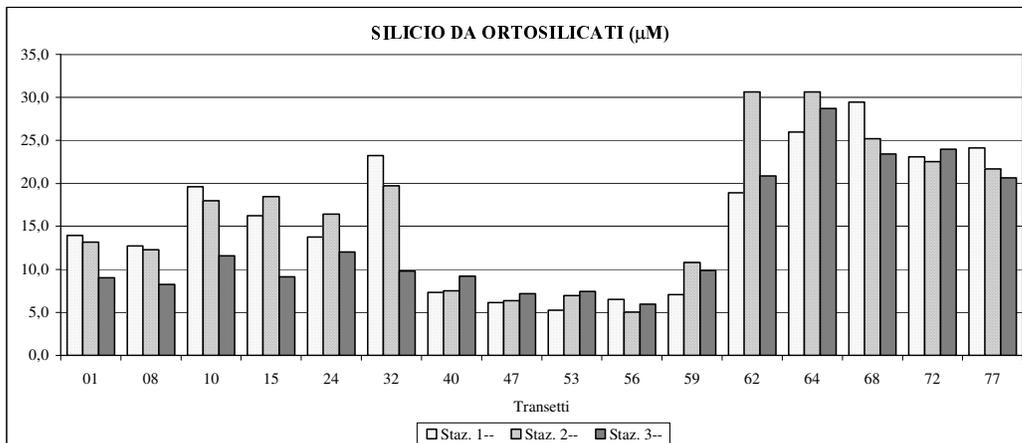
**Figura 89:** Valori medi annuali di trasparenza per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto.



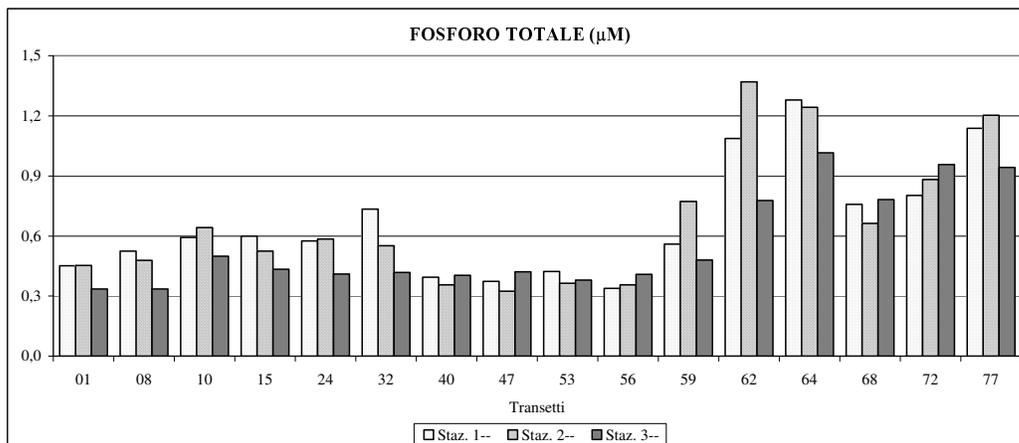
**Figura 90:** Valori medi annuali di salinità per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto.



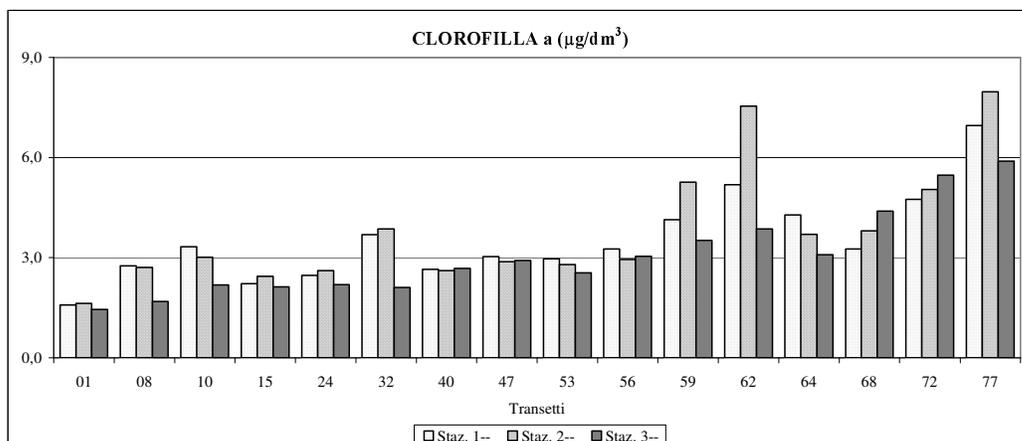
**Figura 91:** Valori medi annuali di azoto nitrico per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto.



**Figura 92:** Valori medi annuali di silicio da ortosilicati per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto.



**Figura 93:** Valori medi annuali di fosforo totale per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto.



**Figura 94:** Valori medi annuali di clorofilla a per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto.

**Figura 95: Valori medi annuali di ossigeno disciolto per distanza dalla costa nella colonna d'acqua, in ciascun transetto.**

	Trasp.	Temp.	Salin.	pH	O.D. %	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Si-SiO <sub>4</sub>	P-PO <sub>4</sub>	P tot	Clor <i>a</i>	TRIX	Fito	Diato	Dino	Micro
Dist.	0,40	0,01	0,17	0,08	-0,01	-0,07	-0,11	-0,14	-0,08	-0,09	-0,09	-0,06	-0,15	-0,20	-0,20	0,07	-0,07
Trasp.		0,08	0,37	0,05	-0,12	-0,21	-0,19	-0,19	-0,33	-0,19	-0,34	-0,25	-0,35	-0,25	-0,24	-0,06	-0,12
Temp.			-0,02	0,58	0,59	-0,35	-0,55	-0,34	-0,06	-0,13	-0,08	0,35	-0,10	0,11	0,09	0,21	0,12
Salin.				-0,07	-0,25	-0,17	-0,36	-0,56	-0,58	-0,09	-0,36	-0,31	-0,57	-0,53	-0,51	-0,14	-0,28
pH					0,54	-0,24	-0,34	-0,24	-0,04	-0,13	0,02	0,36	-0,01	0,20	0,17	0,28	0,16
O.D. %						-0,23	-0,23	-0,12	-0,01	-0,14	0,13	0,63	0,27	0,40	0,37	0,37	0,25
N-NH <sub>3</sub>							0,58	0,54	0,38	0,61	0,51	-0,10	0,31	-0,04	-0,07	-0,07	0,08
N-NO <sub>2</sub>								0,73	0,48	0,36	0,39	0,05	0,56	0,29	0,27	0,01	0,18
N-NO <sub>3</sub>									0,56	0,34	0,37	-0,01	0,55	0,35	0,31	0,07	0,30
Si-SiO <sub>4</sub>										0,44	0,43	0,16	0,52	0,14	0,13	0,00	0,09
P-PO <sub>4</sub>											0,47	-0,06	0,26	-0,09	-0,10	-0,14	-0,03
P tot												0,28	0,52	0,27	0,27	-0,02	0,11
Clor <i>a</i>													0,47	0,56	0,56	0,15	0,19
TRIX														0,59	0,56	0,26	0,35
Fito															0,98	0,31	0,48
Diato																0,20	0,29
Dino																	0,55

**Tabella 10: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05 % (in grassetto) in superficie per tutte le stazioni.**

### 4.3 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attività svolta nell'ambito del programma di ricerca Interreg II relativamente alle campagne di campionamento per gli anni 2000 e 2001 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, sia nel corso del 2000 che del 2001, hanno esercitato una marcata influenza sugli andamenti specifici di alcune variabili, modificandone, talvolta in modo anche sensibile, le caratteristiche più tipiche.

#### ANNO 2000

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 maggio e nella stagione autunnale, da fine settembre a tutto novembre; tali eventi sono contestuali ai fenomeni alluvionali di ingente portata che hanno caratterizzato tutto il Nord Italia.

Spesso le campagne in mare, a causa delle avverse condizioni meteo-marine, sono state più volte annullate e posticipate ma ugualmente condotte a conclusione come previsto.

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

#### *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 è delineato con l'allontanamento dalla costa, è rimasto 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, si è verificata la riduzione di tale gradiente.
- 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. D'altro canto l'andamento dei valori medi lungo la costa si è discostato in maniera sensibile dal

comportamento tipico; con ogni probabilità i notevoli input verificatisi nell'ultimo trimestre di indagine e l'assenza dei fenomeni idrodinamici tipici della stagione hanno condotto al prolungarsi di una condizione tipicamente estiva di scarsa mobilità della colonna d'acqua; ciò ha favorito la presenza di uno strato superficiale di acque dolci meno dense che ha caratterizzato l'intero bacino influenzando i valori di salinità. Gli strati di acqua dolce superficiale sono stati tuttavia rapidamente trasportati verso sud dalle correnti di bacino evitando il ristagno e l'estensione più al largo della lamina dolce.

- per quanto attiene l'ossigeno disciolto, anche per quest'anno non si sono verificati fenomeni di grave ipossia, in accordo a quanto evidenziato negli ultimi due anni di indagine. Tuttavia nell'ultimo periodo la presenza contemporanea di temperature dell'acqua particolarmente miti e di abbondanti popolamenti fitoplanctonici ha favorito la prosecuzione dei processi catabolici al fondo facendo registrare sporadiche situazioni puntiformi di moderata ipossia.
- durante il 2000 la distribuzione dei valori delle concentrazioni di tutti i nutrienti ha ricalcato quella degli anni precedenti il cui andamento assume caratteristiche stagionali ben definite; inoltre si segnala il comportamento peculiare registrato in corrispondenza dei transetti 62, 64 e 77 localizzati in prossimità delle foci dei fiumi Brenta, Adige e Po di Levante dove sono state riscontrate le più elevate concentrazioni.
- la componente fitoplanctonica sia qualitativamente che quantitativamente ha presentato un ciclo annuale caratterizzato da valori di abbondanza fitoplanctonica minimi nel periodo invernale e massimi in quello estivo e da un periodo di ripresa vegetativa in primavera come già rinvenuto nelle precedenti indagini. Il numero di campioni che hanno presentato valori di concentrazione di clorofilla *a* superiori a  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  tra tutti quelli raccolti lungo l'intero arco costiero è passato da 189 campioni nel corso del 1999 (17.6%) a 149 campioni (13.9%). Questo calo può essere attribuibile alle condizioni meteorologiche sfavorevoli che hanno caratterizzato il 2000 anche nel periodo estivo.
- la ricerca delle specie appartenenti al genere *Dinophysis* ha evidenziato un solo valore superiore ai limiti di abbondanza indicati nei D.D.M.M. 01.08.1990 e 01.09.1990, pari a  $1000 \text{ cell}/\text{dm}^3$ ; tale valore massimo (pari a  $2360 \text{ cell}/\text{dm}^3$ ) è stato rilevato presso la stazione 208 al fondo nel mese di dicembre.
- relativamente agli indicatori di contaminazione batteriologica di origine fecale, si segnala come l'analisi stagionale effettuata sulle acque ha evidenziato un fenomeno di massiccia contaminazione batterica nel corso della campagna autunnale, a carico di tutte le componenti indagate. Tale situazione, che si discosta nettamente da quanto solitamente rilevato, è stata

registrata a seguito dei già citati fenomeni della mucillagine, nel periodo estivo, e delle alluvioni in quello autunnale. Potrebbe essere interessante continuare la ricerca per approfondire l'esistenza di una eventuale correlazione tra tali eventi e gli elevati livelli di contaminazione batterica registrati.

- in tutto il bacino la misura della temperatura dell'acqua ha evidenziato nell'ultimo trimestre valori piuttosto elevati e generalmente al disopra delle medie stagionali solitamente rilevate. Il perdurare di tali condizioni ha mantenuto le acque in un regime di stratificazione ritardando il fenomeno del rimescolamento tipico del periodo tardo autunnale.

#### *Rinvenimento di aggregati mucillaginosi*

- a partire dal mese di giugno e fino a tutto il mese di luglio 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 mucillaginosi 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 attraverso ricognizioni aeree settimanali in collaborazione con il C.N.R. di Venezia e la Protezione Civile, che ha reso disponibili i mezzi. 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 aggregati superficiali; alcuni sporadici avvistamenti, invece, sono stati segnalati lungo la colonna d'acqua e più precisamente a partire dal termoclino fino a raggiungere gli strati al fondo.

#### *Segnalazione presenza meduse*

- nel mese di agosto, a seguito della segnalazione della presenza di meduse, è stata effettuata una ricognizione costiera straordinaria, per permettere l'osservazione sottocosta del fenomeno. Nelle zone di avvistamento sono stati fotografati gli esemplari presenti e catturati quelli da sottoporre a successiva identificazione di specie. Tali operazioni hanno permesso di giungere alla classificazione di due diverse tipologie di specie:

*Carybdea marsupialis*

*Rhizostoma pulmo*

- Ad ulteriore conferma, l'identificazione di specie è stata sottoposta all'avvallo del Dott. Luca Mizzan del Museo di Scienze Naturali di Venezia.

**ANNO 2001**

Anche quest'anno ha presentato condizioni meteo-climatiche abbastanza particolari caratterizzandosi per fenomeni di intense precipitazioni sia nel mese di marzo (apporti doppi rispetto alla norma) che nei mesi di luglio e settembre. Il mese di maggio è stato caratterizzato, da un lato da nubifragi intensi ma di breve durata associati talvolta a fenomeni grandinigeni, dall'altro da temperatura particolarmente elevate con valori record in alcune località.

Le osservazioni emerse dall'analisi condotta sui dati raccolti permettono di sottolineare quanto segue:

#### *Variabili idrobiologiche*

- per quanto riguarda la trasparenza il gradiente positivo delineatosi con l'allontanamento dalla costa, è rimasto 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, si è verificata la riduzione di tale gradiente.
- per quanto concerne la salinità i valori hanno presentato un ampio campo di variazione piuttosto alto soprattutto in funzione dell'apporto di acque di origine continentale.
- per quanto attiene l'ossigeno disciolto, anche per quest'anno si sono verificati solo alcuni fenomeni di sottosaturazione, in accordo a quanto evidenziato negli ultimi due anni di indagine. Tuttavia nell'ultimo periodo la presenza contemporanea di temperature dell'acqua particolarmente miti e di abbondanti popolamenti fitoplanctonici ha favorito la prosecuzione dei processi catabolici negli strati di fondo facendo registrare sporadiche situazioni puntiformi di moderata ipossia.
- durante il 2001 la distribuzione dei valori delle concentrazioni di tutti i nutrienti ha ricalcato quella degli anni precedenti il cui andamento assume caratteristiche stagionali ben definite; inoltre si segnala il comportamento peculiare registrato in corrispondenza dei transetti 62, 64 e 77 localizzati in prossimità delle foci dei fiumi Brenta, Adige e Po di Levante dove sono state riscontrate le più elevate concentrazioni.
- la componente fitoplanctonica sia qualitativamente che quantitativamente ha presentato un ciclo annuale caratterizzato da valori di abbondanza fitoplanctonica minimi nel periodo invernale e massimi in quello estivo e da un periodo di ripresa vegetativa in primavera come già rinvenuto nelle precedenti indagini. Durante il 2001 si riscontra ancora la tendenza dell'anno precedente alla diminuzione dei campioni con clorofilla *a* superiori a  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ . Il numero di campioni, che hanno presentato valori di concentrazione di clorofilla *a* superiori a  $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ , tra tutti quelli raccolti lungo l'intero arco costiero, è passato infatti da 149 campioni nel corso del 2000 (13.9%) a 114 campioni (11.9%).

- la ricerca delle specie appartenenti al genere *Dinophysis* 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/dm<sup>3</sup>.
- Nel corso del 2001 non sono stati evidenziati fenomeni di comparsa di aggregati mucilluginosi e nemmeno presenza di meduse.

## BIBLIOGRAFIA

Armstrong, F. A. J. e Tibbits S., 1968. *Photochemical combustion of organic matter in sea water, for nitrogen, phosphorus and carbon determination*. J. mar. biol. Ass. U.K., 143-152.

Armstrong, F. A. J., Williams P. M. e Strickland J. D. H., 1966. *Photo-oxidation of organic matter in sea water by ultra-violet radiation, analytical and other application*. Nature, Vol. 211, N°5048: 481-483.

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. *Il programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la Regione Veneto. Anno 2000. Rapporto finale*.

Capelli, R., Contardi V., Fassone B. e Zanicchi G., 1978. *Heavy metals in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from the Gulf of La Spezia and from the Promontory of Portofino, Italy*. Mar. Chem., 6: 179-185.

Chiaudani, G., Gaggino G.F., Marchetti R. e Vighi M., 1982. *Caratteristiche proprie delle acque costiere adriatiche: campagne di rilevamento 1978-1979*. Collana P.F., Promozione Qualità Ambiente, CNR-AQ: 2-14.

Consorzio Venezia Nuova, 1989. *L'inquinamento di origine agricola nella Laguna di Venezia*. Pp.19-45.

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, 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, 31 Luglio 1995. *Metodiche di analisi per la determinazione dei coliformi fecali, di *Escherichia coli*, delle salmonelle, delle biotossine algali PSP (Paralytic Shellfish Poison), delle tossine DSP (Diarrhetic Shellfish Poison), del mercurio e del piombo nei molluschi bivalvi*. G.U. 29/11/1995, n.279.

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.*

Folkard, A. R., 1978. *Automatic analysis of sea water nutrients.* Fish. Res. Techn. Rep., 46: 23pp.

Gemeinhardt, K. E Schiller J., 1930. *Silicoflagellatae. Coccolithineae.* In: Rabenhorst's Kriptogamen-flora von Deutschlands, Osterreich und der Schweiz. Akad. Verlags. Leipzig, 1-273.

Heimdal, B.R., 1993. *Modern Coccolithophorids.* In: Tomas C.K. (Ed.). Marine Phytoplankton. Academic Press Inc., 147-149.

Hustedt, F., 1930-1966. *Die Kieslagen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Berusichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angrenzenden Mehresgebiete.* In: Rabenhorst's Kriptogamen-flora von Deutschlands, Osterreich und der Schweiz. Akad. Verlags. Leipzig, 7: Tl. 1, 920 pp.; Tl. 2, 845 pp.; Tl. 3, 816 pp.

IRSA - CNR, *Metodi analitici per le acque*, 1990.3: 22-90.

Longwell, J. e Maniece W.P., 1955. *Determination of anionic detergents in sewage, sewage effluents and river waters.* Analyst, 80: 167-171.

Murphy, J. e Riley J.P., 1962. *A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters.* Anal. Chim. Acta, 12: 31-36.

Peragallo, H.E. e Peragallo M., 1897-1908. *Diatomees marines de France et des districts maritimes voisins.* Tempere J. (Ed.), Grez sur Loing.

Raccanelli, S., Pavoni B., Maroli L. e Sfriso A., 1994. *One step clean-up and separation of chlorinated, aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in environmental samples, prior to gas chromatographic quantification*. Toxicological and Environmental Chemistry 45: 121-137.

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

Schiller, J., 1933-1937. *Dinoflagellatae (Peridineae)*. In: Rabenhorst's Kryptogamen-flora von Deutschlands, Osterreich und der Schweiz. Akad. Verlags. Leipzig, 70 (III) : Tl. 1, 617 pp.; Tl. 2, 589 pp.

Smoldaka, N. e Degobbis D., 1987. *Problemi di valutazione dell'effetto eutrofizzante del carico di nutrienti sulle acque al largo dell'Adriatico settentrionale*. Acqua-Aria, 1: 53-59.

Sournia, A., 1986. *Atlas du fitoplancton marine*. Editions du C.N.R.S.. Vol. I, II, III.

Strickland, J.D.H. e Parsons T.R., 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 167 pp.

Thronsen, J., 1993. *The planctonic marine flagellates*. In: Tomas C.K. (Ed.). Marine Phytoplankton. Academic Press Inc., 7-145.

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 vervollkommung 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.