



Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

**“MONITORAGGIO INTEGRATO DELL’AMBIENTE MARINO-
COSTIERO NELLA REGIONE VENETO”
GENNAIO - DICEMBRE 2003**

ANALISI CONCLUSIVA DEI DATI OSSERVATI
NELL’ANNO 2003



Area Tecnico Scientifica
Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto
Dipartimento Provinciale di Rovigo
Dipartimento Provinciale di Venezia

Padova, febbraio 2004

ARPAV

Direttore Generale
Paolo Cadrobbi

Direttore Area Tecnico Scientifica
Sandro Boato

Responsabile Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto
Marina Vazzoler

A cura di:
Sara Ancona, Anna Rita Zogno

Esecuzione prelievi:
Andrea De Santi, Daniel Fassina, Valeria Iacovone, Angiola Lonigo, Matteo Masin

Esecuzioni Analitiche:
Dipartimento Provinciale di Rovigo, Dipartimento Provinciale di Venezia

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	DESCRIZIONE DEI PARAMETRI INDAGATI.....	8
3	ANALISI DEI RISULTATI.....	11
3.1	TRASPARENZA	12
3.2	TEMPERATURA	13
3.3	SALINITA'	14
3.4	CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA.....	16
3.5	OSSIGENO DISCIOLTO	18
3.6	TORBIDITA'	19
3.7	CONDUCIBILITA' ELETTRICA.....	20
3.8	POTENZIALE REDOX.....	21
3.9	AZOTO AMMONIACALE	22
3.10	AZOTO NITRICO	23
3.11	AZOTO NITROSO	25
3.12	AZOTO TOTALE.....	26
3.13	SILICIO DA ORTOSILICATI.....	27
3.14	FOSFORO DA ORTOFOSFATI	29
3.15	FOSFORO TOTALE	30
3.16	CLOROFILLA A.....	31
3.17	TRIX	33
3.18	FITOPLANCTON	35
3.19	RICERCA ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE	39
3.20	MESOOOPLANCTON	40
4	DISCUSSIONE.....	44
5	RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI.....	52
6	SEGNALAZIONE PRESENZA MEDUSE	52
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	53

1 Premessa

Nell'anno 2003 l'Agenzia per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto - Osservatorio Alto Adriatico ha eseguito il progetto MAR-CO 2 "Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella regione Veneto" (DGR Veneto n. 1468 del 7 giugno 2002) con lo scopo di raggiungere i seguenti obiettivi:

1. Studi mirati e allestimento delle attività previste dal D.Lgs.11 maggio 1999 n. 152 e s.m.i. per le acque marine del Veneto, ai fini della loro classificazione ecologico-ambientale
2. Attuazione del Programma di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero per il triennio 2001-2003 in convenzione tra Ministero dell'Ambiente-Servizio Difesa del Mare e Regione Veneto (DGR Veneto n. 3971 del 15 dicembre 2000)
3. Attuazione del Programma di sorveglianza algale sulle acque di balneazione (Legge 185/1993, legge 140/2002 e D.M. 17 Giugno 1988) ai fini dell'ottenimento della deroga ai valori limite del parametro Ossigeno Disciolto stabiliti dal D.P.R. 470/82
4. Attuazione del Programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/99 all. 2, sez. C) in adempimento della D.G.R. Veneto n° 2591 del 10/10/2001 di riparto competenze tra A.R.P.A.V. e Dipartimenti Prevenzione Aziende ULSS
5. Attuazione del Programma di monitoraggio delle acque costiere del Mare Adriatico di cui alla rete interregionale di monitoraggio quali-quantitativo delle acque superficiali del bacino del fiume Po
6. Ottimizzazione e razionalizzazione delle attività istituzionali e di ricerca svolte sulla matrice
7. Attuazione di iniziative di ricerca scientifica e sviluppo.

La realizzazione di tale programma prevede indagini sulle matrici acqua, biota, sedimenti nonché benthos (SFBC), da effettuarsi secondo specifici protocolli operativi.

In questo report vengono presentati i soli dati rilevati sulla matrice acqua nel corso dell'anno 2003, con campionamenti a cadenza mensile da gennaio ad aprile e da ottobre a dicembre, e quindicinale da maggio a settembre 2003 (Tab. 1).

Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2003 nell'ambito del progetto MAR-CO 2

CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI anno 2003		
Campagna	Date di campionamento	Transetti campionati
Campagna 01	23,24,28,29,30 gennaio	008-024-040-056-062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 02	03,06,07,26,27 febbraio	008-024-040-056-062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 03	04,06,10,12 marzo	008-024-040-056-062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 04	09,14,18,22,23,24 aprile	008-024-040-056-062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 05A	05, 06, 07 maggio	008-024-040-056-062-064-072
Campagna 05B	19, 23, 26, 27, 28 maggio	008-024-040-056-062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 06A	04, 05, 06, 10 giugno	008-024-040-056-062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 06B	16, 17, 18, 19 giugno	008-024-040-056-062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 07A	01, 03, 04, 07, 08, 09 luglio	008-024-040-056-062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 07B	17, 18, 21, 22, 28 luglio	008-024-040-056-062-064-072-077-082-602
Campagna 08A	01, 04, 05, 06, 07, 11 agosto	008-024-040-056-062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 08B	19, 27 agosto	024-040-056-062-064-072-077-080
Campagna 09A	10, 11, 12 settembre	008-024-040-056-062-064-072
Campagna 09B	18, 19, 22 settembre	062-064-072-077-080-601-082-602
Campagna 10	09, 21, 22 ottobre	008, 056, 062, 064, 072
Campagna 11	03, 04, 13 novembre	008, 024, 040, 056, 064, 072, 601
Campagna 12	16, 17, 18, 19 dicembre	008, 024, 040, 056, 064, 072, 601

La rete è costituita da un reticolo di 40 stazioni, distribuite su dodici transetti perpendicolari alla costa; ciascun transetto è costituito da tre stazioni per il campionamento sulla matrice acqua poste rispettivamente a 500 m, 926 m e 3704 m dalla costa eccetto i quattro transetti fronte Po (080, 601, 082, 602) che hanno anche una quarta stazione a 10000 m di distanza (Tab. 2 e Fig. 1).

Tabella 2: Elenco delle stazioni di campionamento su matrice acqua alle varie distanze dalla costa (m = metri)

Transetto	Provincia	Comune	Descrizione località	Distanza dalla costa			
				500 m	926 m	3704 m	10000 m
008	VE	Caorle	direzione centro spiaggia Brussa	10080	20080	30080	
024	VE	Jesolo	direzione villaggio Marzotto Jesolo lido	10240	20240	30240	
040	VE	Cavallino-Treporti	direzione campeggio Marina di Venezia spiaggia Cavallino	10400	20400	30400	
056	VE	Venezia	direzione spiaggia Ca' Roman Pellestrina	10560	20560	30560	
062	VE	Chioggia	direzione spiaggia Sottomarina sud	10620	20620	30620	
064	VE	Chioggia	direzione Residence Magnolia Isola Verde	10640	20640	30640	
072	RO	Rosolina	direzione fronte Hotel Capo Nord Isola di Albarella	10720	20720	30720	
077	RO	Porto Viro	direzione scanno Cavallari nord	10770	20770	30770	
080	RO	Porto Tolle	direzione centro Baccasette sud	10800	20800	30800	40800
601	RO	Porto Tolle	direzione foce Po di Pila	16010	26010	36010	46010
082	RO	Porto Tolle	direzione Barricata sud	10820	20820	30820	40820
602	RO	Porto Tolle	direzione foce Po della Gnocca	16020	26020	36020	46020



arpav

Area Tecnico Scientifica - Osservatorio Regionale Acque

Localizzazione topografica delle stazioni di campionamento per MAR-CO 2

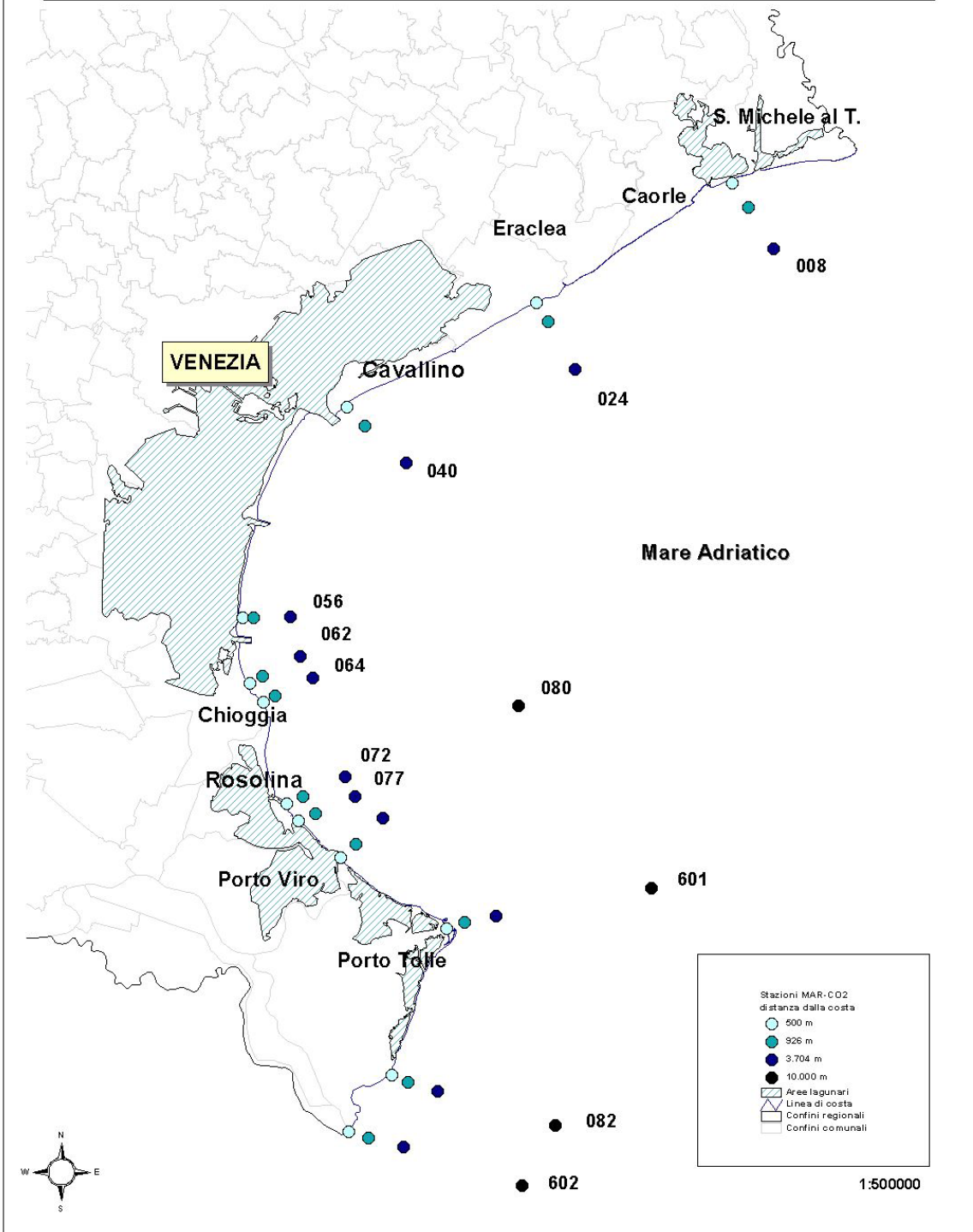


Figura 1: Localizzazione delle stazioni di campionamento di MAR-CO 2 lungo la costa veneta

2 Descrizione dei parametri indagati¹

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

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

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

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

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

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

Conducibilità elettrica: indica il livello di elettricità presente in acqua e dipende dal grado di salinità essendo il rapporto tra questi due parametri direttamente proporzionale. Permette quindi di valutare in maniera approssimativa il grado di mineralizzazione dell'acqua. Valori troppo elevati di conducibilità possono risultare dannosi alla vita acquatica.

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

Potenziale redox: misura la capacità di un sistema di ossidare un altro. Questo parametro è legato alla pressione parziale dell'ossigeno e al pH. Un valore fortemente positivo ($> +400$ mV) indica condizioni ambientali favorevoli all'ossidazione (presenza di ossigeno) mentre un potenziale basso ($< +200$ mV) indica una tendenza alla riduzione (carenza di ossigeno).

Sali nutritivi: sotto tale denominazione vanno i composti dell'azoto e del fosforo in forma disciolta; questi composti sono costituiti da nitrati, nitriti, sali d'ammonio e fosfati. Tra essi viene compreso anche il silicio in quanto entra nella composizione dei frustuli di Diatomee, di gusci e di spicole di Silicoflagellati e Radiolari. La concentrazione dei nutrienti non è omogenea né in senso verticale, né orizzontale, né temporale. Nella distribuzione verticale, si può notare che negli strati superficiali, eufotici, essi vengono assimilati dagli organismi fotosintetici nei vari processi metabolici con formazione di materia organica, mentre negli strati profondi hanno luogo i processi rigenerativi con decomposizione di materia organica di provenienza diversa. Grazie a questi processi i nutrienti vengono rimessi in circolo con il rimescolamento della colonna d'acqua. Il gradiente orizzontale è dovuto principalmente all'apporto costante di nutrienti da parte dei fiumi che convogliano al mare acque raccolte dai bacini imbriferi a monte; in relazione a tale gradiente esistono differenze notevoli tra il livello trofico della zona costiera e quello delle acque al largo. Per quanto riguarda l'andamento temporale, in particolare per azoto e fosforo, esso dipende principalmente dai seguenti fattori: la portata dei fiumi legata alle condizioni meteorologiche, l'andamento stagionale del fitoplancton e i processi rigenerativi a livello del sedimento.

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

Indice trofico TRIX²: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla *a* ed ossigeno disciolto). Il TRIX esprime,

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

attraverso una scala da 2 a 8, il gradi di trofia ed il livello di produttività delle acque costiere in base a quattro classi di qualità (Tab. 3).

Tabella 3: Classificazione trofica delle acque marine costiere (D.Lgs. 152/99 e s.m.i.)

Indice di trofia	Stato trofico
2 - 4	<i>Elevato</i>
4 - 5	<i>Buono</i>
5 - 6	<i>Mediocre</i>
6 - 8	<i>Scadente</i>

Fitoplancton: è costituito da organismi vegetali in genere microscopici ed è il maggior responsabile dei processi fotosintetici e della produzione della sostanza organica necessaria allo zooplancton. La densità fitoplanctonica presenta variazioni stagionali strettamente correlate alla quantità di radiazione solare, alla disponibilità di macronutrienti (principalmente azoto e fosforo) e alla efficienza degli organismi che si cibano di alghe planctoniche. La distribuzione verticale è influenzata dalla percentuale di penetrazione della radiazione solare incidente e dalla sua progressiva estinzione, a loro volta dipendenti dalla presenza di torbidità minerale, di sostanze umiche e degli stessi organismi planctonici.

Mesozooplancton: è costituito da organismi animali eterotrofi facenti parte del plancton di dimensioni convenzionalmente comprese fra 0.2 e 20 mm ed è prevalentemente rappresentato da copepodi e cladoceri. La densità dei popolamenti mesozooplanctonici varia notevolmente a seconda del periodo dell'anno.

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

Biota: le misure di bioaccumulo e di tipo microbiologico vengono effettuate sul bivalve *Mytilus galloprovincialis*; i campioni del bivalve vengono prelevati presso banchi naturali individuati nell'area del transetto in prossimità della costa.

Benthos: insieme degli organismi acquatici che vivono sul fondo del mare. Si distinguono: un benthos sessile, cioè attaccato al fondo; un benthos vagile, che si sposta; un benthos litoraneo e un benthos profondo. Lungo la costa veneta in relazione alla struttura del fondale le indagini vengono effettuate sulle biocenosi delle sabbie fini ben calibrate. L'analisi sulla tipologia delle comunità bentoniche permette di caratterizzare le aree indagate e di valutare l'estensione di eventuali impatti ambientali.

3 Analisi dei risultati

Il periodo oggetto di questa indagine è l'anno 2003, che ha visto lo svolgimento di diciassette campagne di monitoraggio su 12 transetti, come previsto dal progetto Mar-Co 2, con la raccolta di dati acquisiti direttamente in campo e di campioni da analizzare in laboratorio utilizzando come metodiche di riferimento quelle indicate dal Ministero dell'Ambiente - Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001).

In questa sede vengono analizzati i dati di superficie della sola matrice acqua; l'esiguità dei campionamenti effettuati sulle altre matrici (sedimento, biota e benthos) non permette al momento di analizzare statisticamente in modo significativo i relativi dati, pertanto tale analisi verrà svolta con il raggiungimento di un numero più consistente di dati.

In tabella 4 sono riportati numerosità (N), valori medi, mediana, minimo, massimo e deviazione standard (SD) dei parametri analizzati nel periodo di indagine per tutte le stazioni.

In tabella i valori risultati al di sotto dei limiti di rilevabilità delle strumentazione sono indicati come < L.R.. Tali limiti sono rispettivamente 7.75 µg/l per azoto ammoniacale, 1.52 µg/l per azoto nitroso, 11.20 µg/l per azoto nitrico e totale, 1.00 µg/l per fosforo da ortofosfati e totale, 7.96 µg/l per silice e 0.02 µg/l per clorofilla *a* rilevata tramite sonda. Nell'elaborazione dei dati i valori risultati inferiori al limite di rilevabilità sono stati sostituiti da un valore pari alla metà del limite corrispondente, ai fini di una migliore lettura dell'andamento dei parametri.

Tabella 4: Numerosità (N), valori medi, mediana, minimo, massimo e deviazione standard (SD) dei parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2003

Parametro	Unità di misura	N	Media	Mediana	Minimo	Massimo	SD
Temperatura acqua	°C	546	18.91	21.31	5.19	29.88	7.98
Conducibilità	mS/cm	546	43.52	43.65	7.51	60.40	10.28
Salinità	PSU	546	31.99	33.06	6.47	38.05	4.86
Ossigeno disciolto	% saturazione	546	104.62	100.95	71.80	244.30	19.60
Ossigeno disciolto	ppm	546	8.12	7.91	5.28	17.71	1.56
pH	unità	545	8.18	8.18	7.93	8.56	0.10
Potenziale redox	mV	546	239.30	227.70	145.60	629.90	60.25
Clorofilla "a" (sonda)	µg/l	546	1.01	0.60	< L.R.	10.40	1.17
Clorofilla "a" (analitica)	µg/l	537	3.42	2.10	0.20	21.90	3.38
Torbidità	NTU	546	3.16	2.45	0.00	24.50	2.89
Trasparenza	metri	546	3.11	2.50	0.30	18.00	2.36
Azoto ammoniacale (N-NH3)	µg/l	546	11.92	3.88	< L.R.	169.67	19.18
Azoto nitroso (N-NO2)	µg/l	546	5.85	4.48	< L.R.	34.22	5.40
Azoto nitrico (N-NO3)	µg/l	546	203.52	107.57	< L.R.	1870.05	262.99
Azoto totale (N Tot.)	µg/l	546	472.93	382.53	< L.R.	1970.80	334.65
Fosfati (P-PO4)	µg/l	546	3.26	1.10	< L.R.	37.90	4.90
Fosforo totale (P Tot.)	µg/l	546	22.33	18.80	< L.R.	120.90	15.53
Silicati (Si-SiO4)	µg/l	546	229.01	171.80	< L.R.	1612.35	218.98
Diatomee	n° cell/l	167	1665298.0	1003056.0	13403	14566140	2104970.0
Dinoflagellate	n° cell/l	167	57425.8	43611.0	0	475362	65182.3
Altro Fitoplancton	n° cell/l	167	879111.7	728306.0	87222	3914106	611696.7

Parametro	Unità di misura	N	Media	Mediana	Minimo	Massimo	SD
Fitoplancton Totale	n° cell/l	167	2601835.0	2110782.0	412126	16801214	2253018.0
Cladoceri (*)	numero/m ³	78	423.5	36.0	0	7171	978.1
Copepodi (*)	numero/m ³	78	1900.8	946.5	8	24467	3518.8
Altro Mesozooplancton (*)	numero/m ³	78	420.6	222.5	3	2722	553.1
Mesozooplancton Totale (*)	numero/m ³	78	2744.9	1673.5	25	33469	4415.9
TRIX (Chla sonda)	unità	546	4.45	4.62	0.82	7.25	1.04
TRIX (Chla analitica)	unità	537	4.92	5.01	1.22	7.53	1.01

Legenda:

< L.R.= inferiore al limite di rilevabilità dello strumento

(*) analisi effettuate sui soli 5 transetti della Convenzione tra Ministero dell'Ambiente e la Regione del Veneto (008; 024; 040; 056; 072)

3.1 TRASPARENZA

I valori di trasparenza nel periodo indagato sono compresi tra un massimo di 18 metri, rilevato in due casi (stazione 46010 nella prima campagna di agosto e stazione 40800 nella seconda campagna di agosto) e un minimo di 0.3 metri (stazione 10080 nel mese di ottobre), con un valore medio di 3.1 m.

In figura 2 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento. Il periodo estivo risulta caratterizzato da valori medi per lo più al di sopra dei 3.5 m in relazione al ridotto apporto fluviale conseguente ad un periodo di prolungata siccità che ha comportato il mancato apporto di materiale in sospensione e di nutrienti; segue, a partire da settembre, una netta riduzione dei valori medi per campagna.

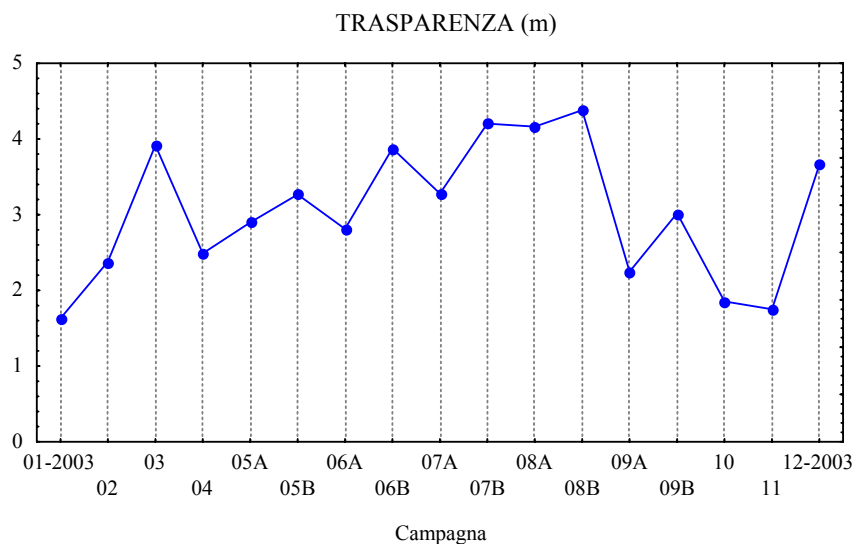


Figura 2: Valori medi di trasparenza (m) per campagna di rilevamento e misura.

In figura 3 è riportata la distribuzione dei valori medi di trasparenza per transetto alle diverse distanze dalla costa; si osserva una diminuzione dei valori di trasparenza, nelle

stazioni alle tre distanze dalla costa, in direzione sud e in particolare a sud di Chioggia dove sono presenti le foci dei maggiori fiumi della regione. E' da notare come nella zona fronte Po (transetti dal 080 al 602) i transetti che risentono maggiormente dell'influenza delle acque del fiume siano il transetto 082 e il 602 dove le stazioni a 10000 m mostrano una trasparenza bassa e simile a quella dei punti più vicini alla costa.

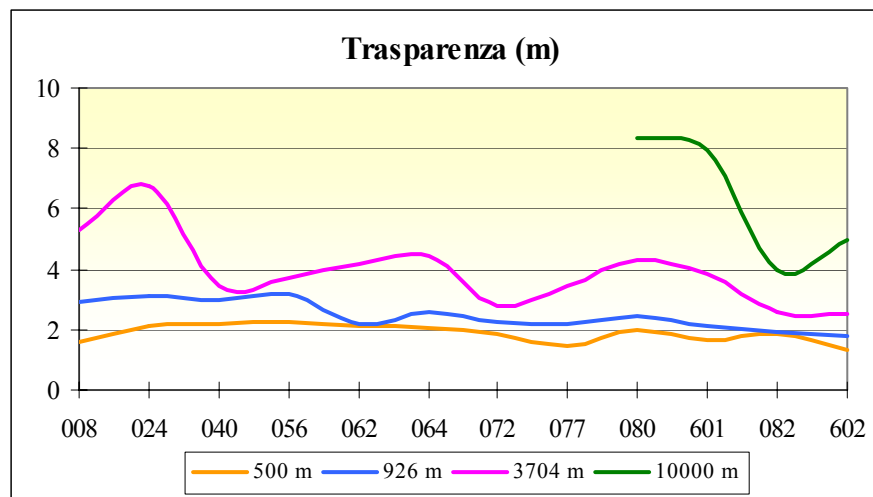


Figura 3: Valori medi di trasparenza (m) per transetto alle diverse distanze dalla costa.

3.2 TEMPERATURA

In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è di 18.91 °C, con un minimo di 5.19 alla stazione 10080 nel mese di febbraio ed un massimo di 29.88 nella stazione 30560 nella seconda campagna di agosto.

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).

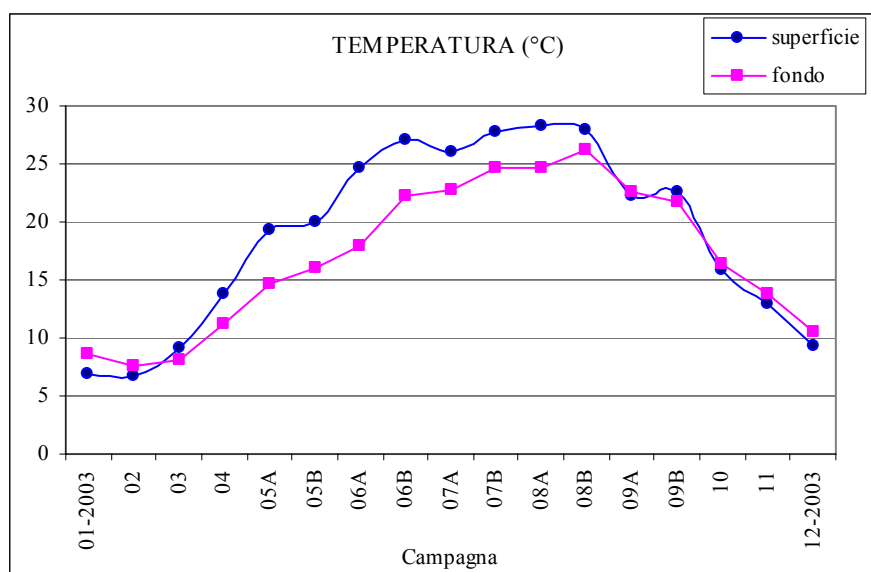


Figura 4: Valori medi di temperatura (°C) per campagna di rilevamento.

In figura 5 si riporta la temperatura media per transetto alle diverse distanze dalla costa; particolare è la situazione rilevabile presso i transetti 077 e 082 caratterizzati da temperature più elevate.

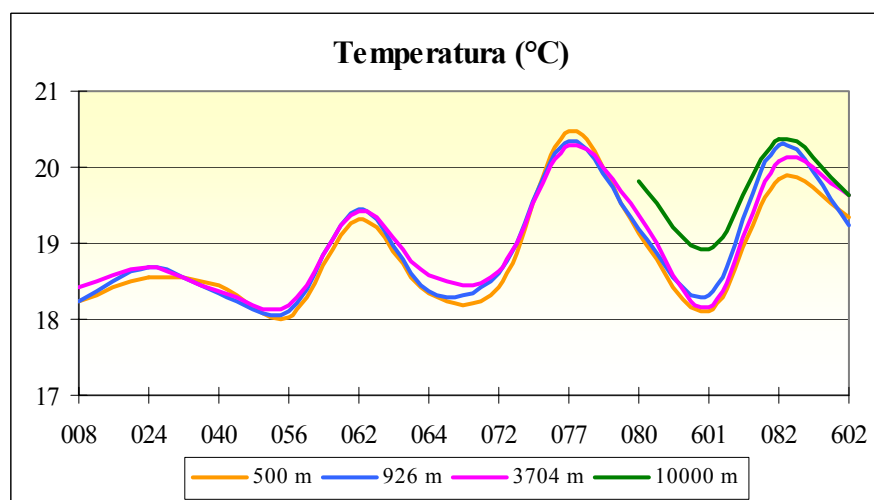


Figura 5: Valori medi di temperatura per transetto alle diverse distanze dalla costa.

3.3 SALINITÀ

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra un minimo di 6.47 PSU (stazione 16020 a febbraio) e un massimo di 38.05 PSU (stazione 46010 nel mese di novembre) con un valore medio di 31.99 PSU.

In figura 6 si riporta l'andamento delle salinità medie in superficie e al fondo per campagna di rilevamento. La distribuzione dei valori medi nelle acque di fondo si presenta tipicamente molto più uniforme rispetto alla superficie. Negli strati superficiali la prima metà dell'anno è caratterizzata da bassi valori medi di salinità seguita da mesi a concentrazioni elevate in relazione al lungo periodo di siccità, ad eccezione della seconda campagna di settembre a causa delle abbondanti precipitazioni nella seconda quindicina del mese che hanno determinato la presenza di acque fortemente diluite. In particolare, a causa delle condizioni meteo, la seconda campagna di settembre è stata condotta sui soli transetti a sud di Chioggia, tipicamente caratterizzati da basse salinità a causa degli sbocchi dei fiumi di maggior portata nella zona.

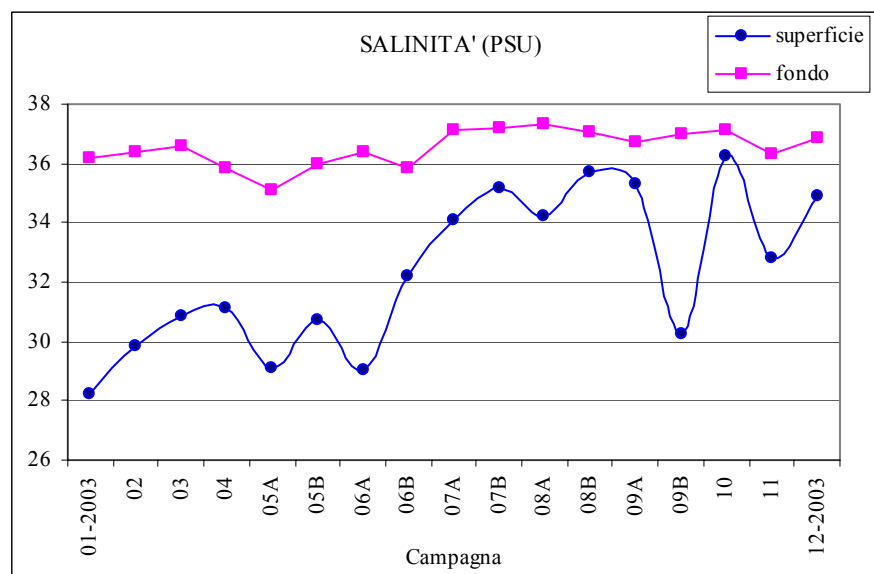


Figura 6: Salinità medie (PSU) in superficie per campagna di rilevamento.

Dalla figura 7, in cui si riportano i valori medi di salinità per transetto alle diverse distanze dalla costa, si osserva come la zona antistante il delta del fiume Po sia caratterizzata da salinità medie nettamente inferiori e come i transetti 082 e il 602 risentano fino al largo dell'apporto di acque dolci.

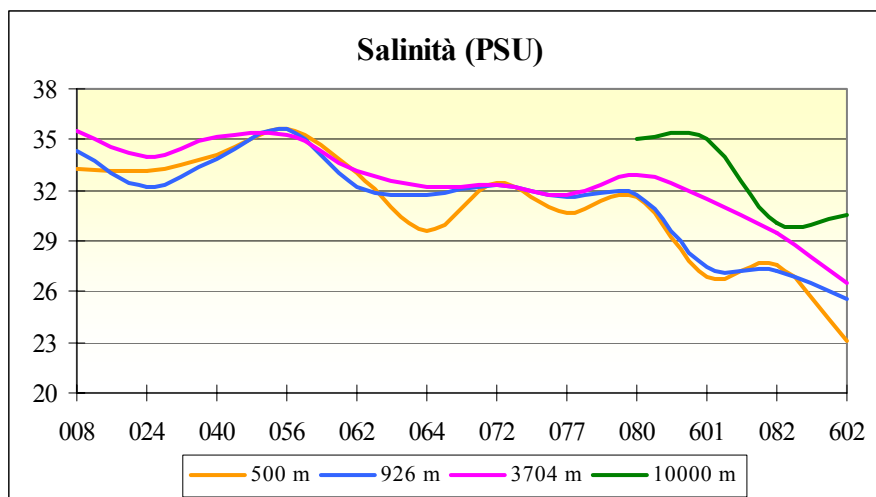


Figura 7: Valori medi di salinità per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.4 CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA

Rappresenta il parametro che, grazie alla azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, esprime la più ristretta variabilità con un valore medio di 8.18 unità di pH, un massimo di 8.56 (stazione 10820 nella seconda campagna di settembre) ed un minimo di 7.93 (stazione 20610 a novembre).

In figura 8 si riporta la distribuzione dei valori medi di pH per ciascuna campagna di rilevamento in superficie e al fondo; durante i mesi estivi si evidenziano valori nettamente più bassi al fondo rispetto a quelli di superficie. Particolarmente elevato risulta il valore medio riscontrato nella seconda campagna di settembre, dovuto principalmente alle registrazioni effettuate nei soli transetti a sud di Chioggia, come già indicato per la salinità.

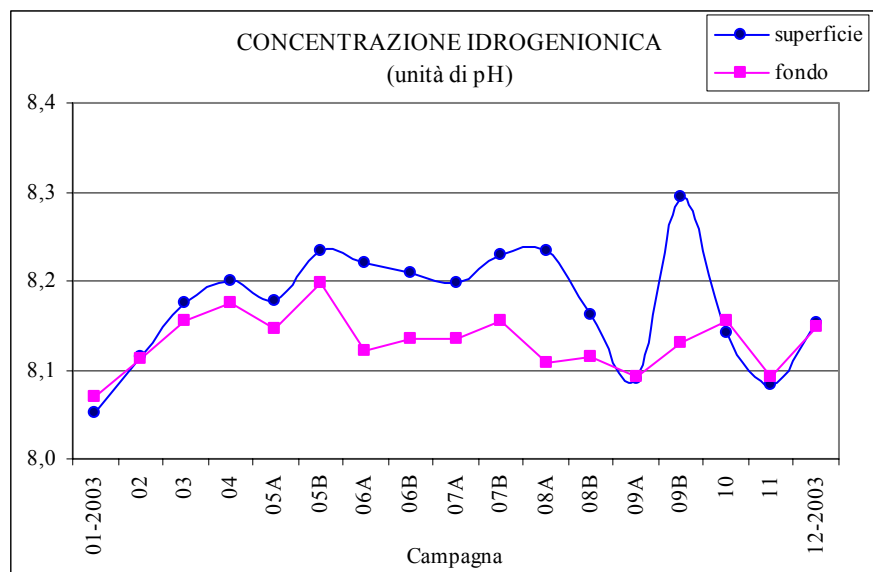


Figura 8: Valori medi di pH in superficie per campagna di rilevamento.

In Figura 9 (valori medi di pH per transetto alle diverse distanze dalla costa) si può osservare come, pur su scala ridotta, i valori medi di concentrazione idrogenionica tendano ad aumentare procedendo da nord verso sud con una maggiore variabilità tra le stazioni nel transetto 602.

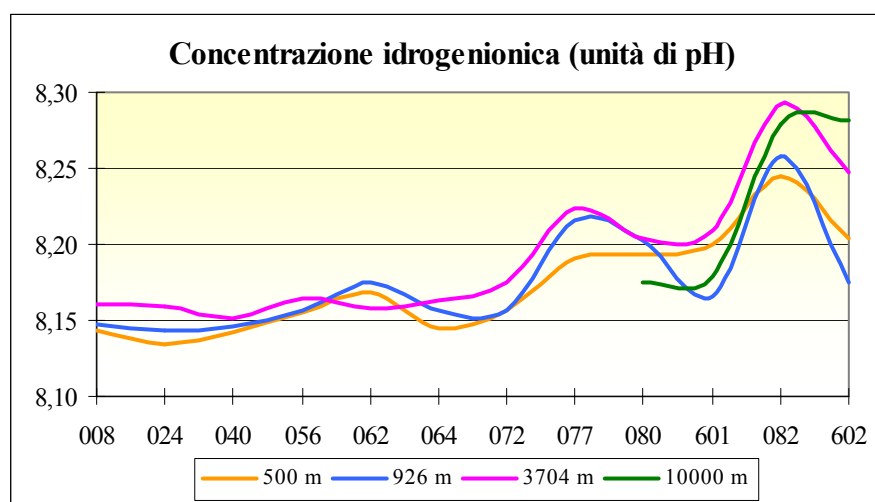


Figura 9: Valori medi di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.5 OSSIGENO DISCIOLTO

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 104.62% con un minimo di 71.80% alla stazione 30400 nel mese di novembre ed un massimo di 244.30% alla stazione 30820 nella seconda campagna di settembre.

La figura 10 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie ed al fondo. I valori di superficie si mantengono al di sotto del livello di saturazione fino al mese di aprile dopo di che si mantengono mediamente al di sopra per il resto del periodo ad eccezione della prima campagna di settembre e da ottobre fino a fine anno; come già evidenziato per salinità e pH l'elevato valore medio della seconda campagna di settembre è legato al fatto che i rilevamenti sono stati effettuati nei soli transetti a sud di Chioggia.

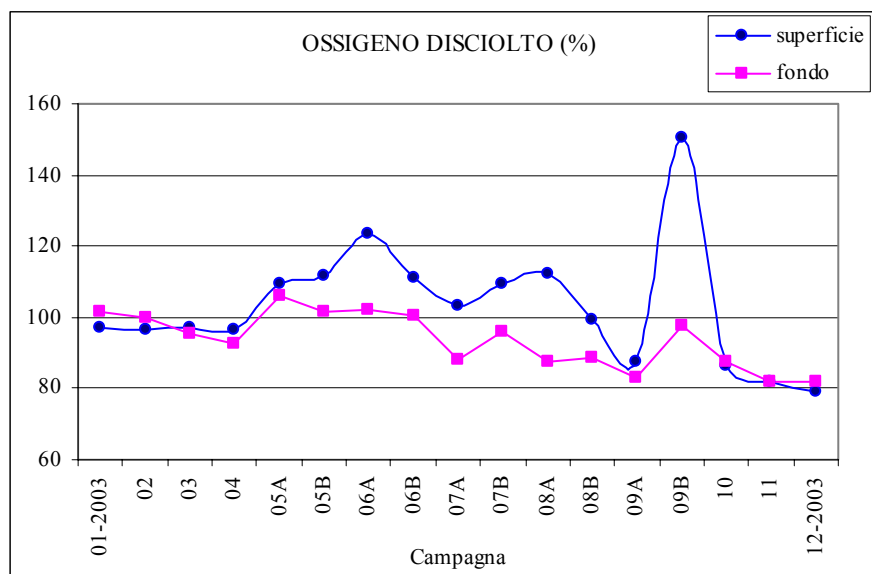


Figura 10: Valori medi di ossigeno disciolto (%) in superficie per campagna di rilevamento.

Nella figura 11 si riporta l'andamento medio dell'ossigeno disciolto per transetto alle varie di distanze dalla costa; dalla figura si evidenzia una tendenza all'aumento dei valori in direzione nord-sud e particolarmente ai transetti 082 e 602.

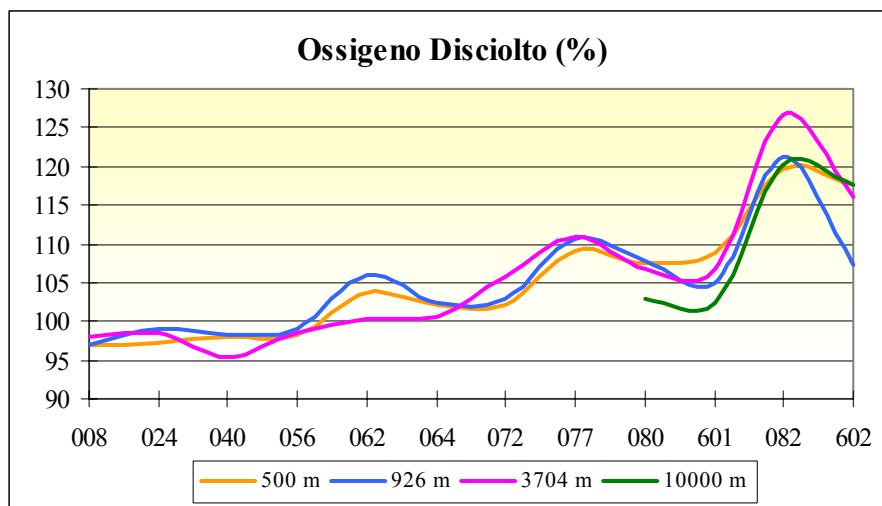


Figura 11: Valori medi di ossigeno disciolto per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.6 TORBIDITA'

In superficie il valore medio di torbidità riscontrato è di 3.16 NTU con un minimo di 0.00 nel 9.9% dei casi ed un massimo di 24.50 alla stazione 30240 nel mese di gennaio.

La figura 12 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie e, come visto per la trasparenza (Fig. 2), in estate, in relazione al ridotto apporto fluviale conseguente al periodo di prolungata siccità, si riscontrano i valori più bassi.

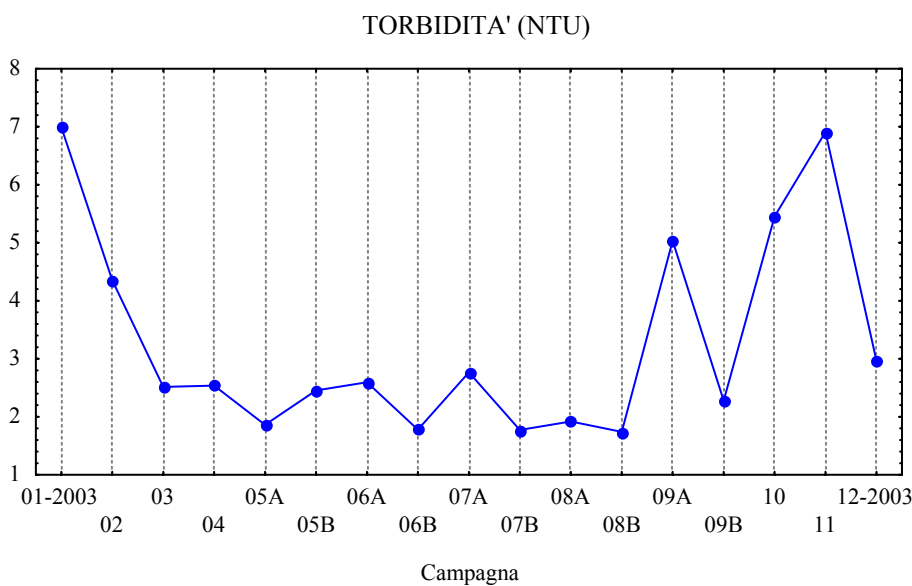


Figura 12: Valori medi di torbidità (NTU) in superficie per campagna di rilevamento.

In figura 13 è riportato l'andamento medio per transetto alle diverse distanze dalla costa.

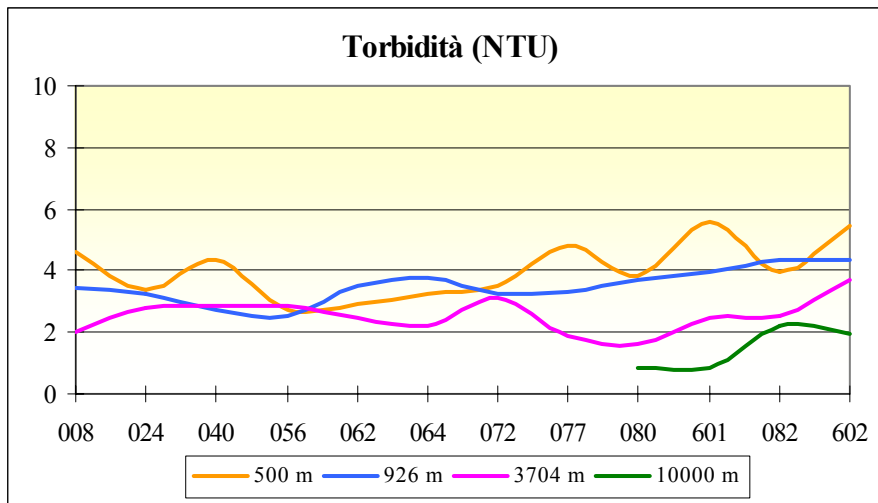


Figura 13: Valori medi di torbidità (NTU) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.7 CONDUCEBILITA' ELETTRICA

In superficie il valore medio di conducibilità elettrica riscontrato è di 43.52 mS/cm con un minimo di 7.51, alla stazione 16020 nel mese di febbraio, ed un massimo di 60.40 alla stazione 46010 nella prima campagna del mese di agosto.

La figura 14 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie, mentre la figura 15 mostra l'andamento medio per transetto alle diverse distanze dalla costa evidenziando come le stazioni antistanti il delta del Po presentino una riduzione dei valori, ad eccezione delle stazioni a 10000 m.

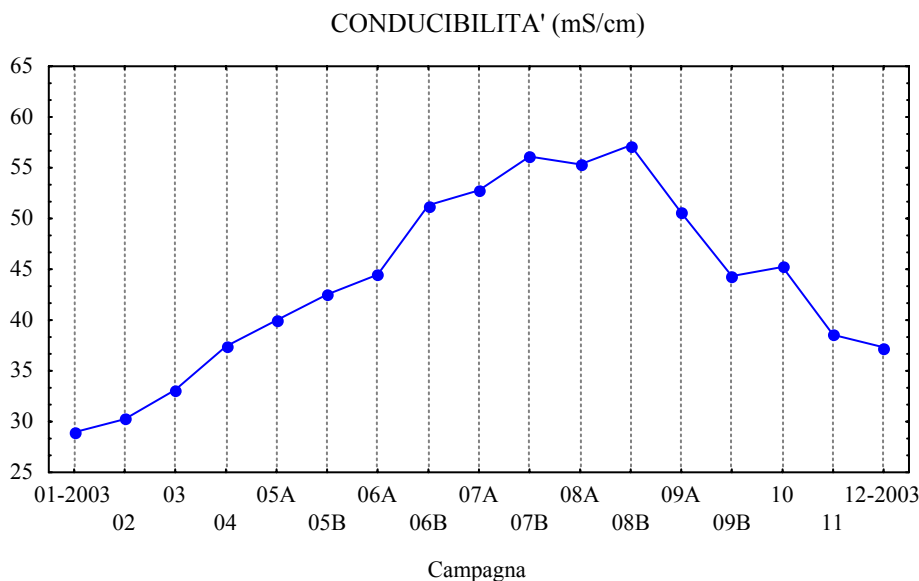


Figura 14: Valori medi di conducibilità elettrica (mS/cm) in superficie per campagna di rilevamento.

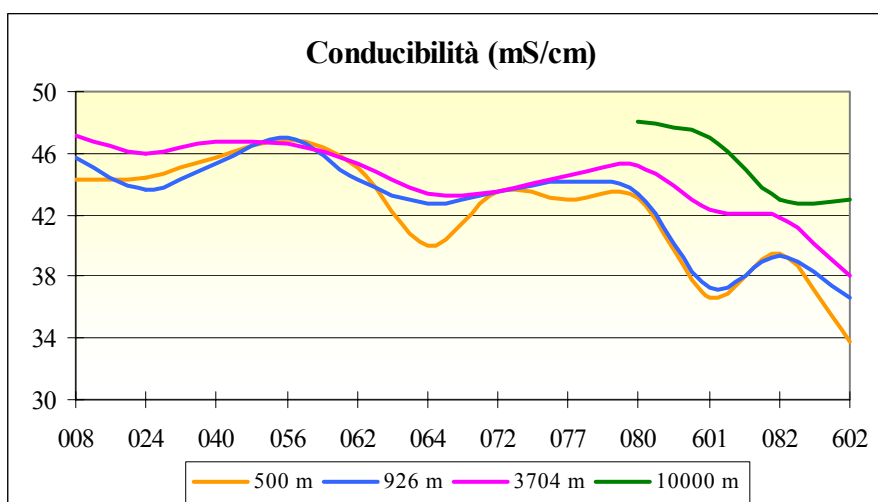


Figura 15: Valori medi di conducibilità elettrica (mS/cm) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.8 POTENZIALE REDOX

In superficie il valore medio di potenziale redox riscontrato è di 239.30 mV con un minimo di 145.60, alla stazione 10240 nella seconda campagna di agosto, ed un massimo di 629.90 alla stazione 10640 nel mese di novembre.

La figura 16 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie; mentre nei primi mesi dell'anno i valori medi si mantengono abbastanza costanti, a partire dal mese di luglio si osserva un netto aumento della variabilità.

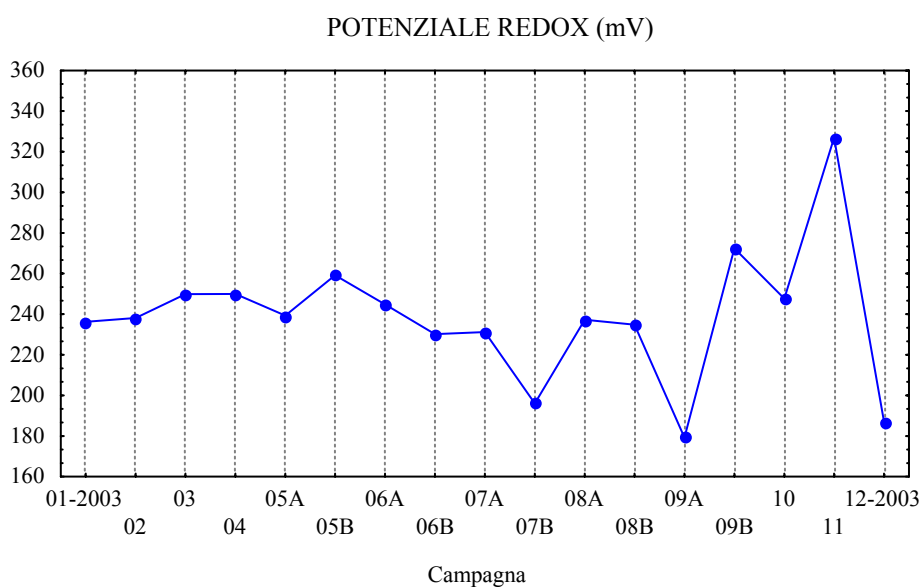


Figura 16: Valori medi di potenziale redox (mV) in superficie per campagna di rilevamento

In figura 17 si riporta l'andamento medio per transetto; risulta evidente una maggiore uniformità dei valori medi a tutte le distanze dalla costa nei transetti dal 056 al 080.

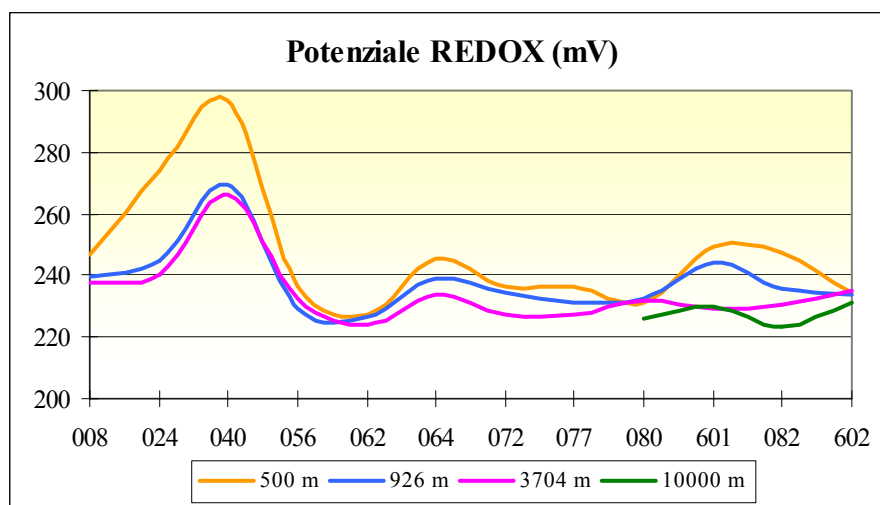


Figura 17: Valori medi di potenziale redox (mV) per transetto e alle diverse distanze dalla costa

3.9 AZOTO AMMONIACALE

In superficie la concentrazione media di azoto ammoniacale è di 11.92 $\mu\text{g/l}$ con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (7.75 $\mu\text{g/l}$) nel 68.7% dei casi ed un valore massimo di 169.67 $\mu\text{g/l}$ nella stazione 30720 nel mese di gennaio.

Dall'andamento delle concentrazioni medie per campagna si rilevano valori particolarmente elevati nei mesi di gennaio, ottobre e novembre (Fig. 18), mentre dall'andamento per transetto si nota un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali soprattutto 062, 064 e quelli fronte Po (080, 601, 602) (Fig. 19). Particolare risulta la situazione del transetto 072 in cui la concentrazione di azoto ammoniacale si mantiene elevata anche nella stazione più al largo e comunque superiore rispetto alle altre stazioni del transetto.

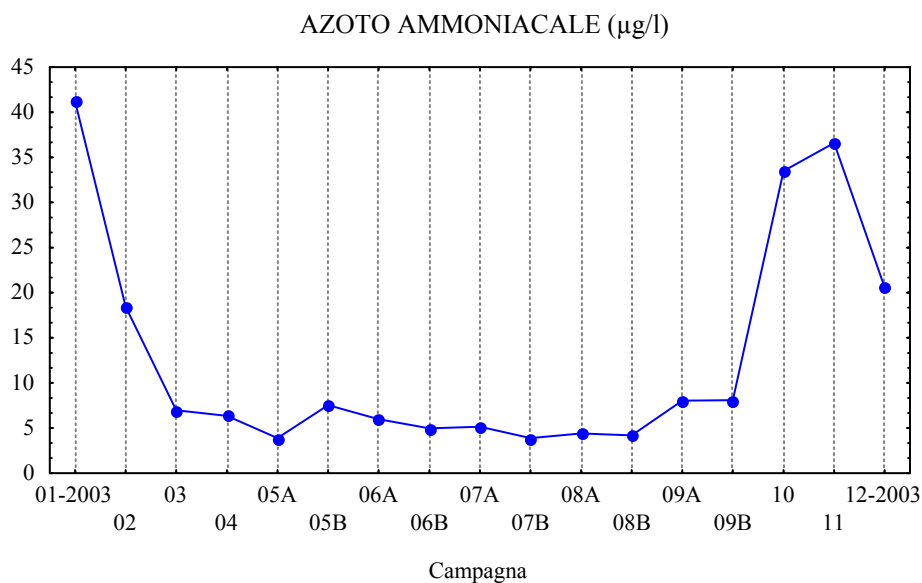


Figura 18: Valori medi di azoto ammoniacale in superficie per campagna di rilevamento.

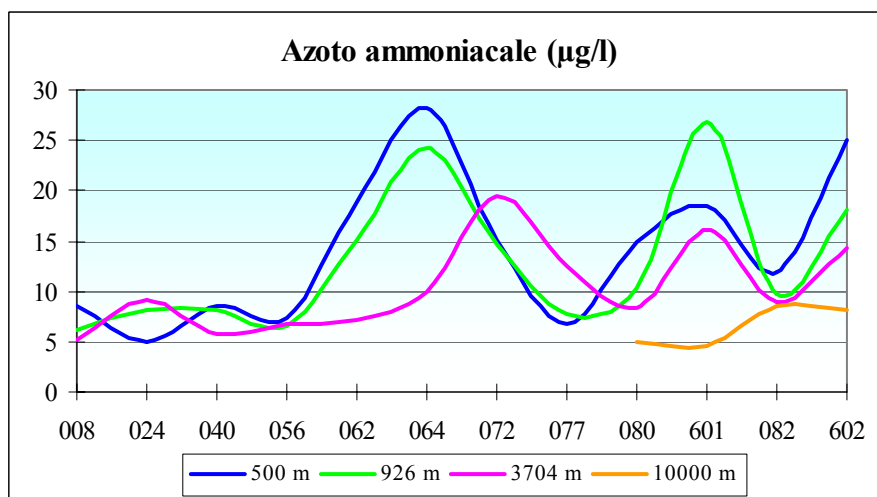


Figura 19: Valori medi di azoto ammoniacale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.10 AZOTO NITRICO

In superficie la concentrazione media di azoto nitrico è di 203.52 µg/l con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (11.20 µg/l) nel 24.2% dei casi, ed un valore massimo di 1870.05 µg/l nella stazione 16020 nel mese di febbraio.

In figura 20 è riportato l'andamento delle concentrazioni medie in superficie per ciclo di rilevamento; tale andamento si sviluppa in modo tipicamente stagionale con valori minimi nel

periodo estivo. I picchi di concentrazione (gennaio e aprile) si sono sempre registrati in conseguenza a fenomeni di precipitazioni a conferma dell'origine esogena di tale nutriente.

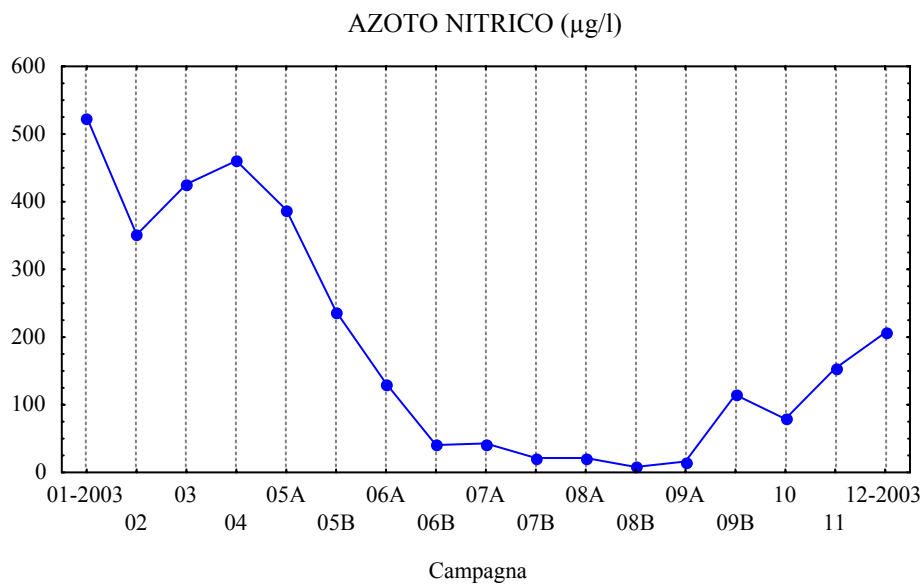


Figura 20: Valori medi di azoto nitrico in superficie per campagna di rilevamento.

Dalla figura 21 si evidenzia un aumento delle concentrazioni di questo nutriente procedendo da nord verso sud con valori particolarmente elevati nei transetti antistanti il delta del fiume Po (601, 082 e 602)

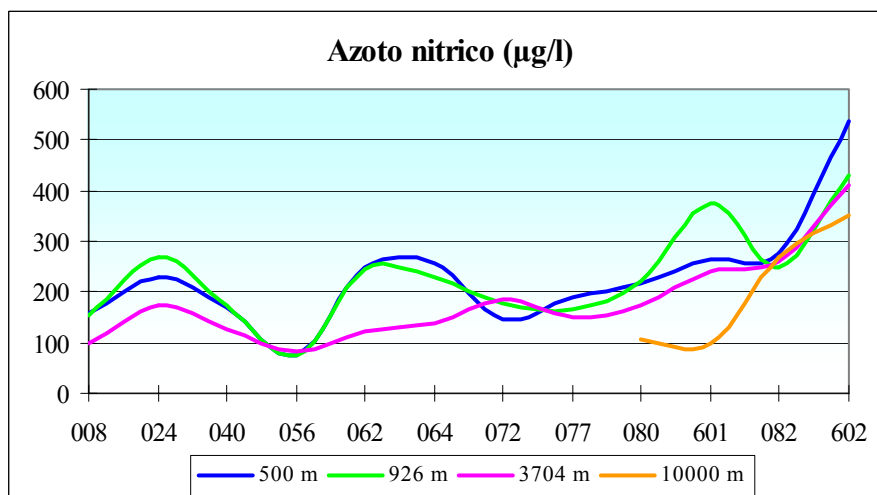


Figura 21: Valori medi di azoto nitrico per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.11 AZOTO NITROSO

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di 5.85 $\mu\text{g/l}$ con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.52 $\mu\text{g/l}$) nel 24.0% dei casi ed un valore massimo di 34.22 $\mu\text{g/l}$ nella stazione 10640 nella seconda campagna di giugno.

L'andamento temporale dei nitriti ha presentato concentrazioni medie più alte nel periodo invernale e valori minimi nei mesi estivi (Fig. 22), seguendo l'andamento stagionale già rilevato per l'azoto nitrico.

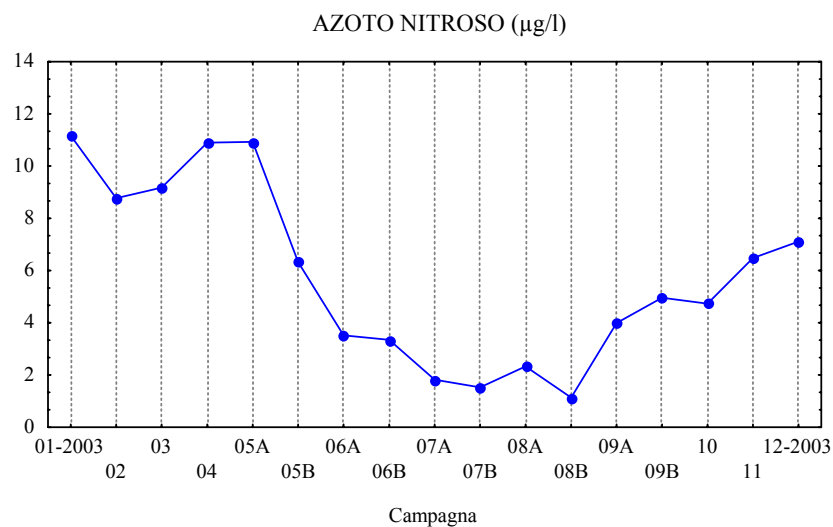


Figura 22: Valori medi di azoto nitroso in superficie per campagna di rilevamento.

Dalla figura 23 è da notare la presenza di valori medi particolarmente elevati in corrispondenza dei transetti 062, 064 e nella zona del Po; in particolare il transetto 064, influenzato dalla presenza della foce del fiume Adige, mostra valori particolarmente elevati soprattutto nella stazione più vicina alla costa (500 m).

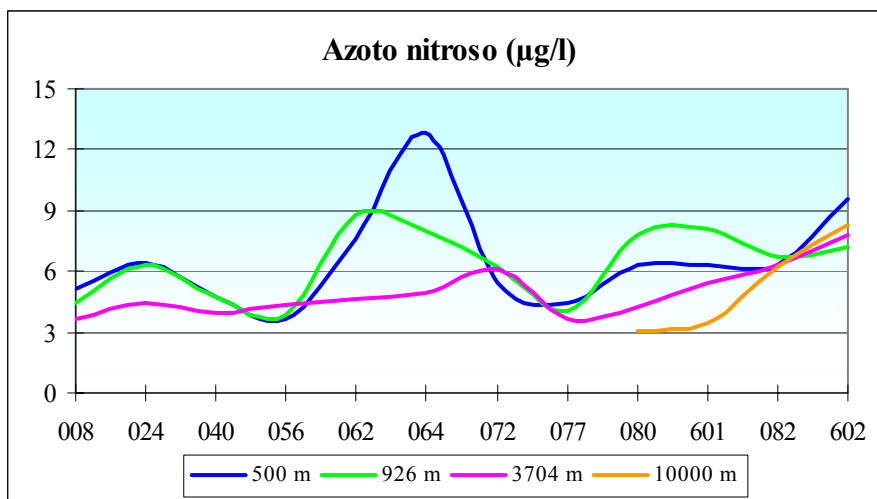


Figura 23: Valori medi di azoto nitroso per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.12 AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 472.93 µg/l, con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (11.20 µg/l) in un solo caso nella stazione 30240 nella prima campagna del mese di settembre ed un valore massimo di 1970.8 µg/l nella stazione 16020 nel mese di febbraio.

L'andamento delle concentrazioni medie per campagna ricorda lo stesso andamento dell'azoto nitrico e nitroso, con valori mediamente bassi nel periodo estivo ed elevati in quello invernale (Fig. 24).

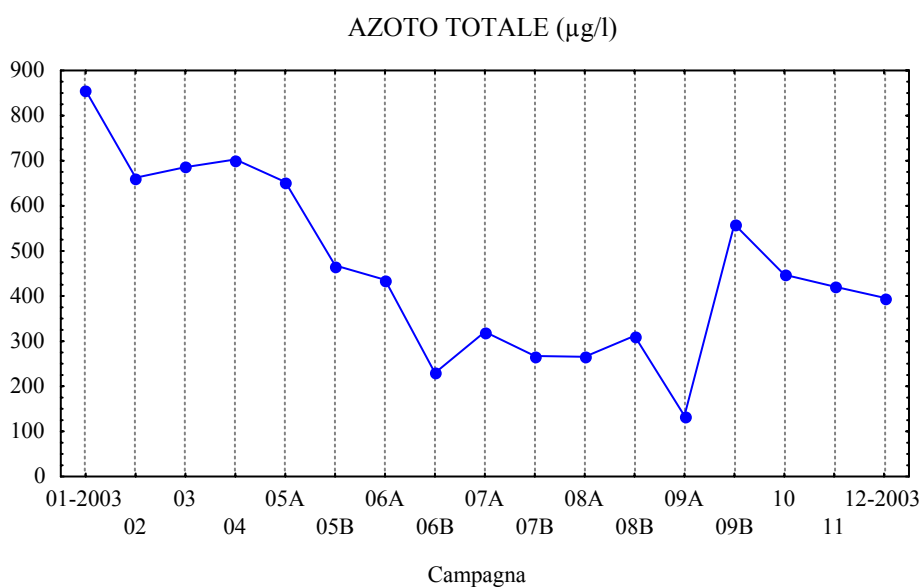


Figura 24: Valori medi di azoto totale in superficie per campagna di rilevamento.

Per quanto riguarda l'andamento per transetto si osserva ancora una volta un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali, soprattutto in quelli fronte Po (601, 082, 602) (Fig. 25).

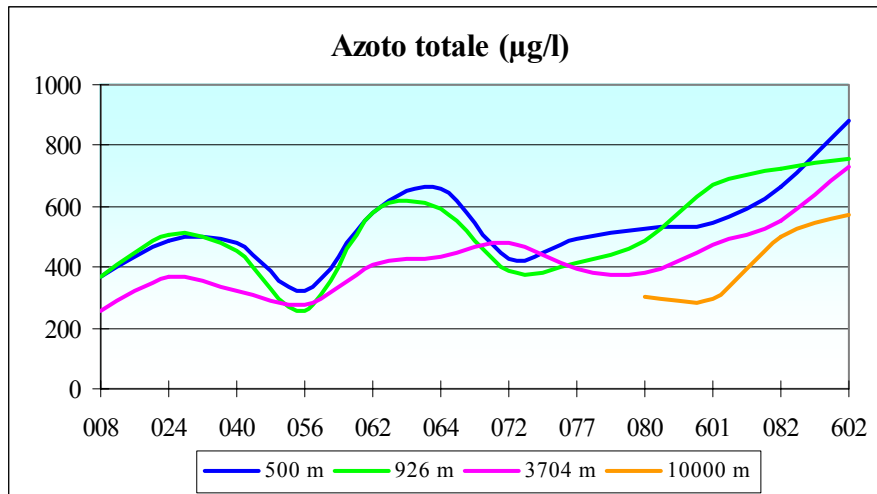


Figura 25: Valori medi di azoto totale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.13 *SILICIO DA ORTOSILICATI*

In superficie il valore medio di silicio da ortosilicati osservato è di 229.01 µg/l con un massimo di 1612.35 (stazione 26020 nel mese di febbraio) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (7.96 µg/l) in 4 casi (stazioni 30080, 30240, 30400, 30560) tutti riscontrati nella prima campagna di luglio (pari allo 0.7% dei casi).

In figura 26 si riportano i valori medi di silicio da ortosilicati nelle varie campagne; ancora una volta si osserva l'andamento tipico stagionale già evidenziato per l'azoto nitrico (Fig. 20) e nitroso (Fig. 22).

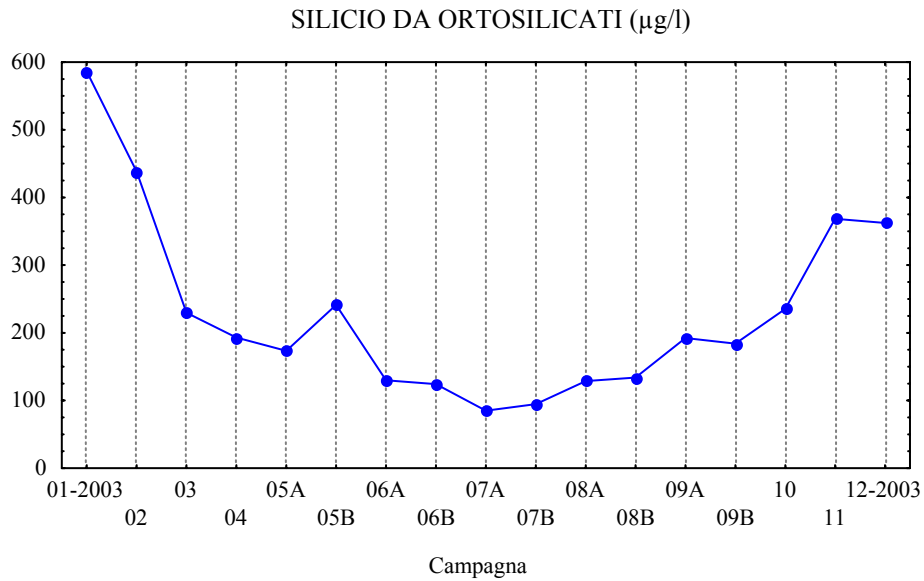


Figura 26: Valori medi di silicio da ortosilicati in superficie per campagna di rilevamento.

Dall'andamento per transetto si nota ancora, come per gli altri nutrienti, un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali soprattutto 064, 072 e quelli fronte Po (601, 082, 602) (Fig. 27). Tale influenza risulta evidente dalla forte correlazione inversa del silicio da ortosilicati con la salinità ($r = -0.57$), rilevabile anche per azoto totale ($r = -0.54$) e azoto nitrico $r = -0.58$) nelle stazioni a 500 m dalla costa; tale correlazione si mantiene anche nelle stazioni più al largo.

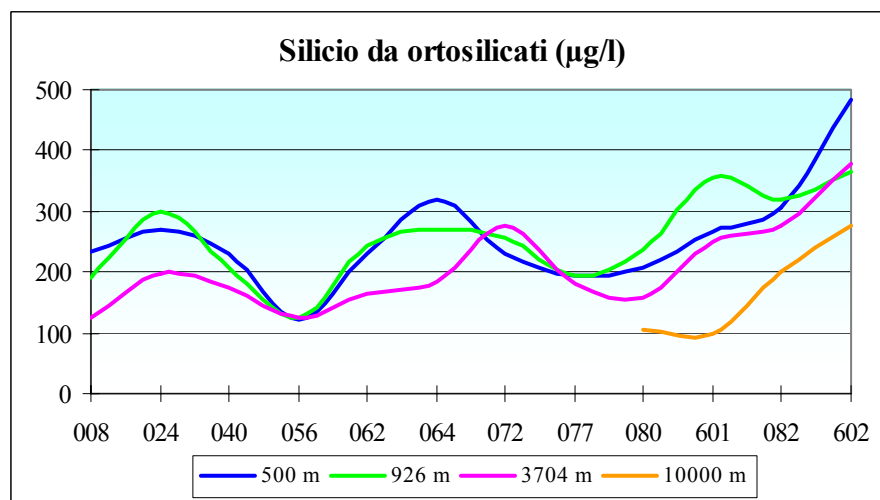


Figura 27: Valori medi di silicio da ortosilicati per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.14 FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di 3.26 µg/l con un massimo di 37.90 µg/l (stazione 10640 nel mese di ottobre) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.0 µg/l) nel 47.3% dei casi.

L'andamento stagionale delle concentrazioni di fosforo mostra, come già visto per gli altri nutrienti, una situazione tipica con valori elevati nei mesi invernali e tardo autunnali; rimarchevole è il valore medio riscontrato nella seconda campagna di giugno (Fig. 28) conseguente a concentrazioni particolarmente alte nei transetti dallo 072 al 602.

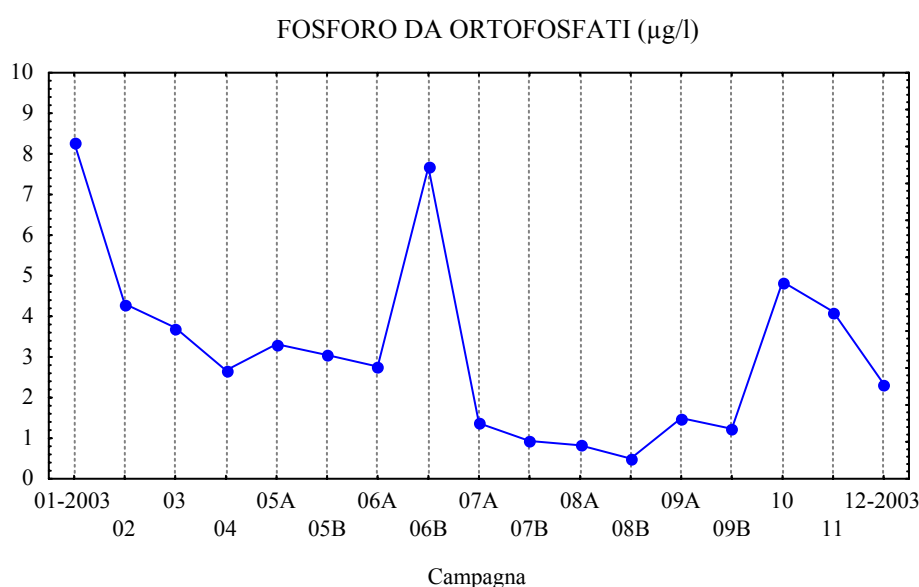


Figura 28: Valori medi di silicio da fosforo da ortofosfati in superficie per campagna di rilevamento.

La distribuzione dei dati medi lungo la costa alle diverse distanze evidenzia valori più elevati in corrispondenza dei transetti 062, 064, 072, 601, 082 e 602 influenzati dalle foci dei fiumi Brenta-Bacchiglione, Adige e soprattutto Po (Fig. 29).

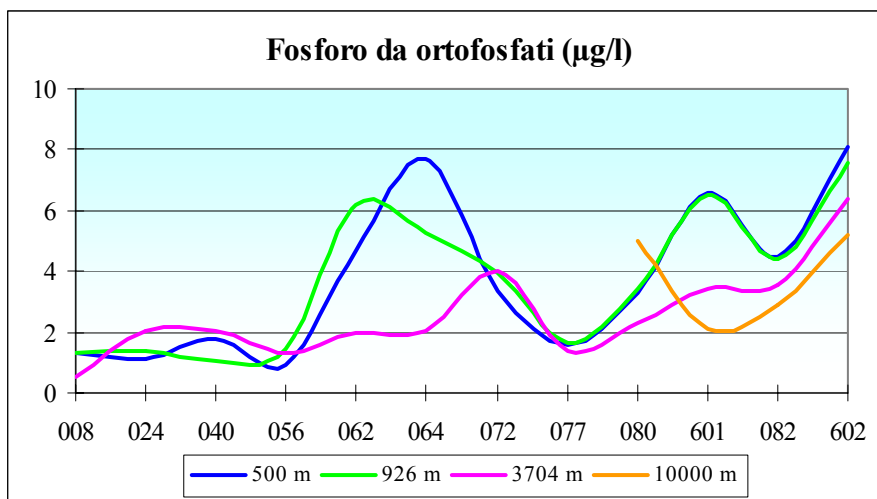


Figura 29: Valori medi di fosforo da ortofosfati per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.15 FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 22.33 µg/l con un massimo di 120.90 µg/l (stazione 10640 nella seconda campagna di giugno) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.0 µg/l) nello 0.9% dei casi.

L'andamento per ciclo di rilevamento si presenta generalmente costante nel periodo indagato (Fig. 30) con un innalzamento del valore nel mese di ottobre; come per gli altri nutrienti, la distribuzione lungo la costa evidenzia valori decisamente più elevati in corrispondenza dei transetti 062, 064, 601, 082 e 602, influenzati dalle acque del fiume Brenta Bacchiglione, Adige e Po (Fig. 31).

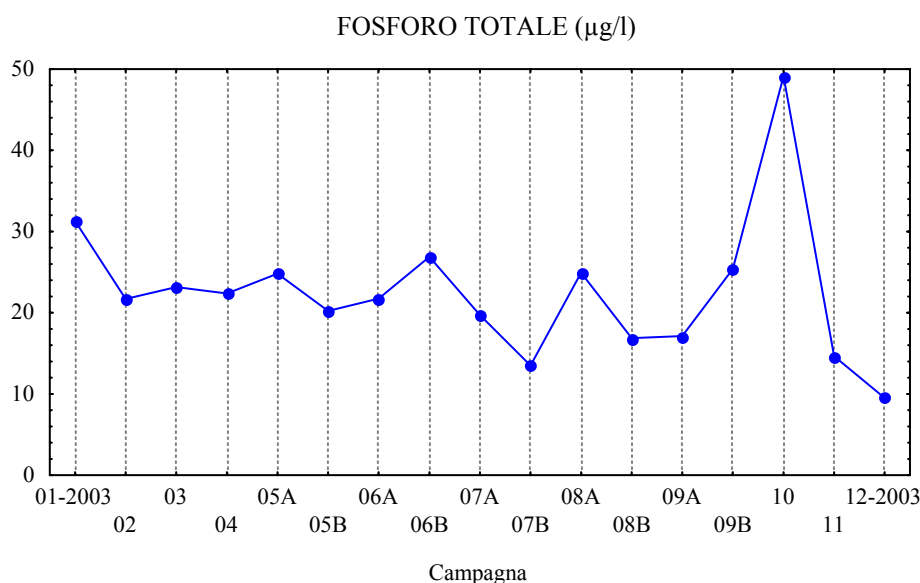


Figura 30: Valori medi di fosforo totale in superficie per campagna di rilevamento.

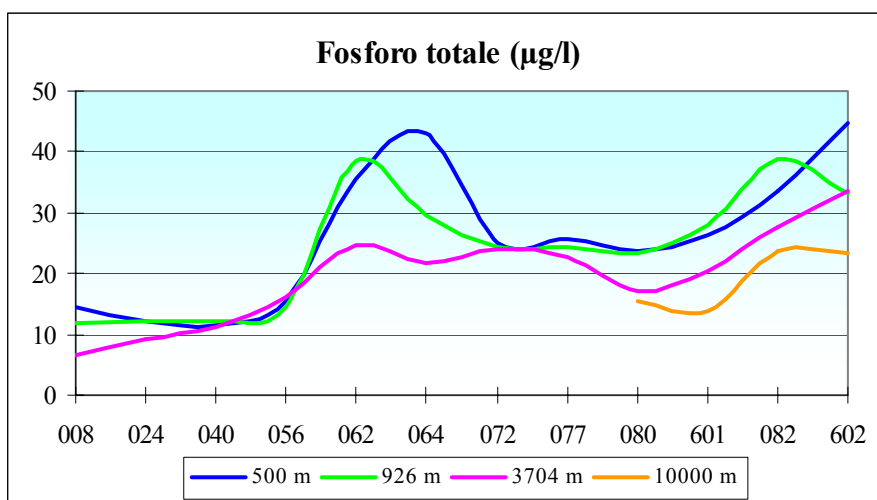


Figura 31: Valori medi di fosforo totale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.16 CLOROFILLA *a*

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla *a*, misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 1.01 µg/l, con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità (0.02 µg/l) nel 3.3% dei casi ed un massimo di 10.40 µg/l ritrovato nella stazione 36020 nella seconda campagna di settembre.

Considerando invece la clorofilla *a* di superficie rilevata con il metodo analitico si ritrova un valore medio di 3.42 µg/l con valori compresi tra un minimo di 0.20µg/l (stazione 40800 nella seconda campagna di agosto e 46010 nella seconda campagna di giugno) ed un massimo di 21.90 µg/l (stazione 20820 nella seconda campagna di settembre).

Nella figura 32 si riporta la distribuzione dei valori medi di clorofilla *a*, misurata con entrambi i metodi, per campagna di rilevamento; i due andamenti risultano simili con picchi di concentrazione nella prima campagna di giugno e nella seconda campagna di settembre.

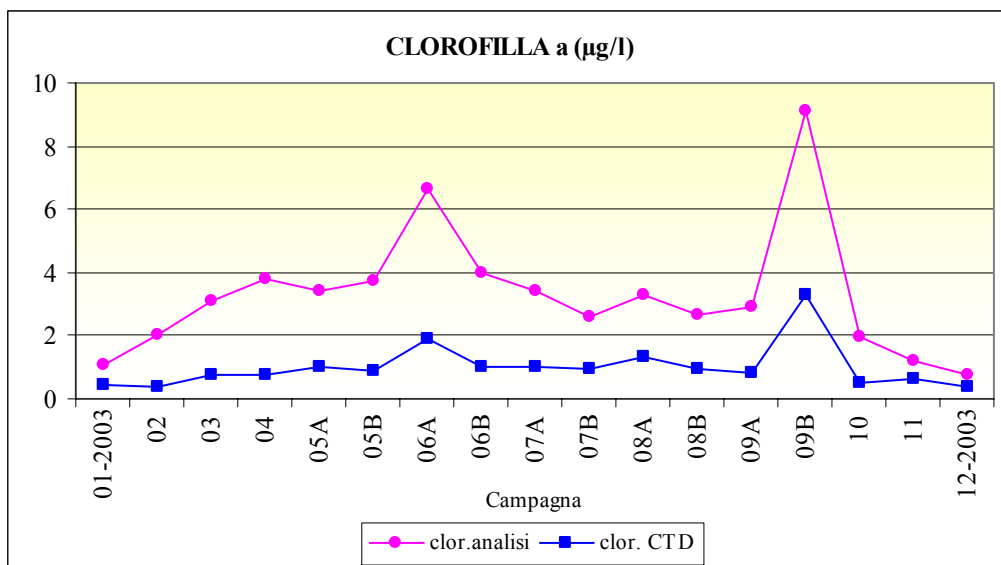


Figura 32: Valori medi di clorofilla a (µg/l) in superficie per campagna di rilevamento.

In figura 33 ed in figura 34 sono riportate le concentrazioni medie per transetto alle diverse distanze dalla costa rispettivamente per la clorofilla da sonda e analitica; si può osservare come gli andamenti siano sovrapponibili, seppur su scala diversa, con concentrazioni più elevate nei transetti maggiormente influenzati dai fiumi (062, 064 e dal 077 in giù), analogamente a quanto si osserva per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 38).

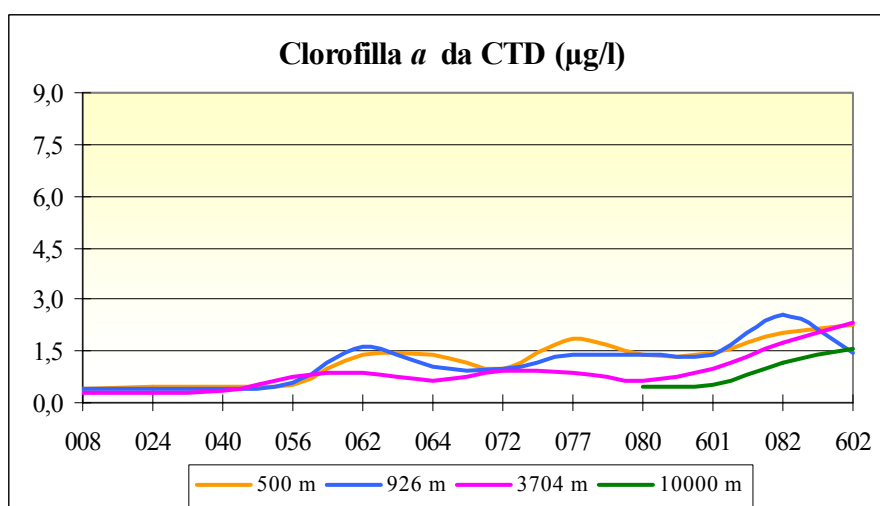


Figura 33: Valori medi di clorofilla a (µg/l da CTD) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

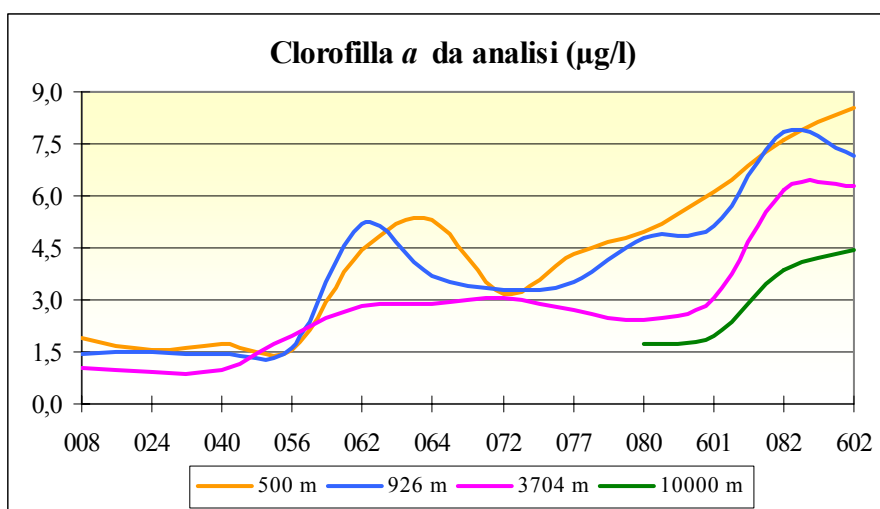


Figura 34: Valori medi di clorofilla *a* (µg/l analitica) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

3.17 TRIX

L'indice classifica lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità (Tab. 5), in funzione delle variazioni di parametri quali clorofilla *a*, ossigeno disciolto, fosforo totale ed azoto inorganico:

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

dove:

Chl *a* = clorofilla (µg/l);

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

N = Azoto minerale disciolto (µg/l);

P = Fosforo totale (µg/l);

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

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

I dati rilevati nel periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla *a* da sonda, evidenziano per le acque di superficie un valore medio annuale di indice trofico pari a 4.45 (classe “buono”) con un minimo di 0.82 (stazione 30080, seconda campagna di luglio) ed un massimo di 7.25 (stazione 20820, seconda campagna di settembre); considerando invece la clorofilla *a* analitica l’indice trofico risulta compreso tra un minimo di 1.22 (stazione 30080 nella prima campagna di luglio) ed un massimo di 7.53 (stazione 20820 nella seconda campagna di settembre) con un valore medio di 4.92 (classe “buono”).

In figura 35 sono riportati gli andamenti dei valori medi dell’indice trofico per ciascuna campagna: considerando l’indice calcolato con la clorofilla *a* da sonda si può osservare come i valori medi risultino compresi nelle due classi “elevato” e “buono”, ad eccezione della seconda campagna di settembre con valori compresi nella classe “mediocre”; considerando invece l’indice calcolato con la clorofilla *a* analitica i primi mesi dell’anno fino alla prima campagna di giugno e i mesi di settembre e ottobre mostrano valori medi compresi nella classe “mediocre” mentre nelle rimanenti campagne si mantengono inferiori al valore 5.

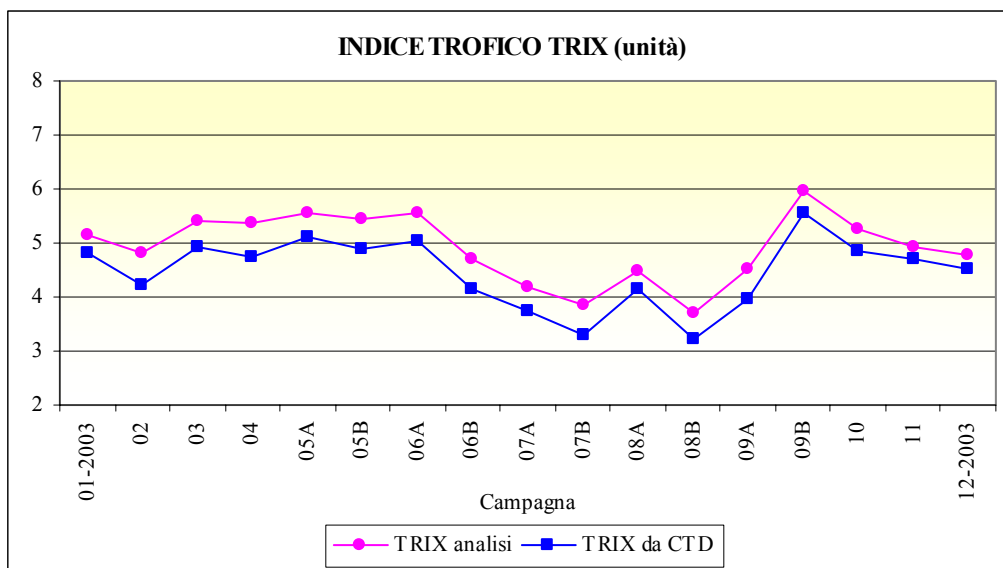


Figura 35: Valori medi di TRIX in superficie per campagna di rilevamento.

In figura 36 si riporta nello specifico la situazione per singola stazione in cui si evidenzia bene come con la clorofilla *a* da sonda la maggior parte dei punti sia compresa nella classi “elevato” e “buono” ad eccezione dei transetti influenzati dalle foci di fiumi quali Brenta-Bacchiglione, Adige e Po (062, 064, 601, 082 e 602) che risentendo dell’influsso fluviale presentano alcune stazioni nella classe “mediocre”; i transetti con i valori più elevati di TRIX sono il 082 e 602 quasi totalmente nella classe “mediocre” ovvero quelli che

risentono maggiormente della plume del Po. La distribuzione di valori di TRIX calcolati con la clorofilla *a* di tipo analitico mostrano, invece, dal transetto 062 verso sud un aumento del numero di stazioni comprese nella classe “mediocre” con una stazione, la 16020, compresa nella classe “scadente”.

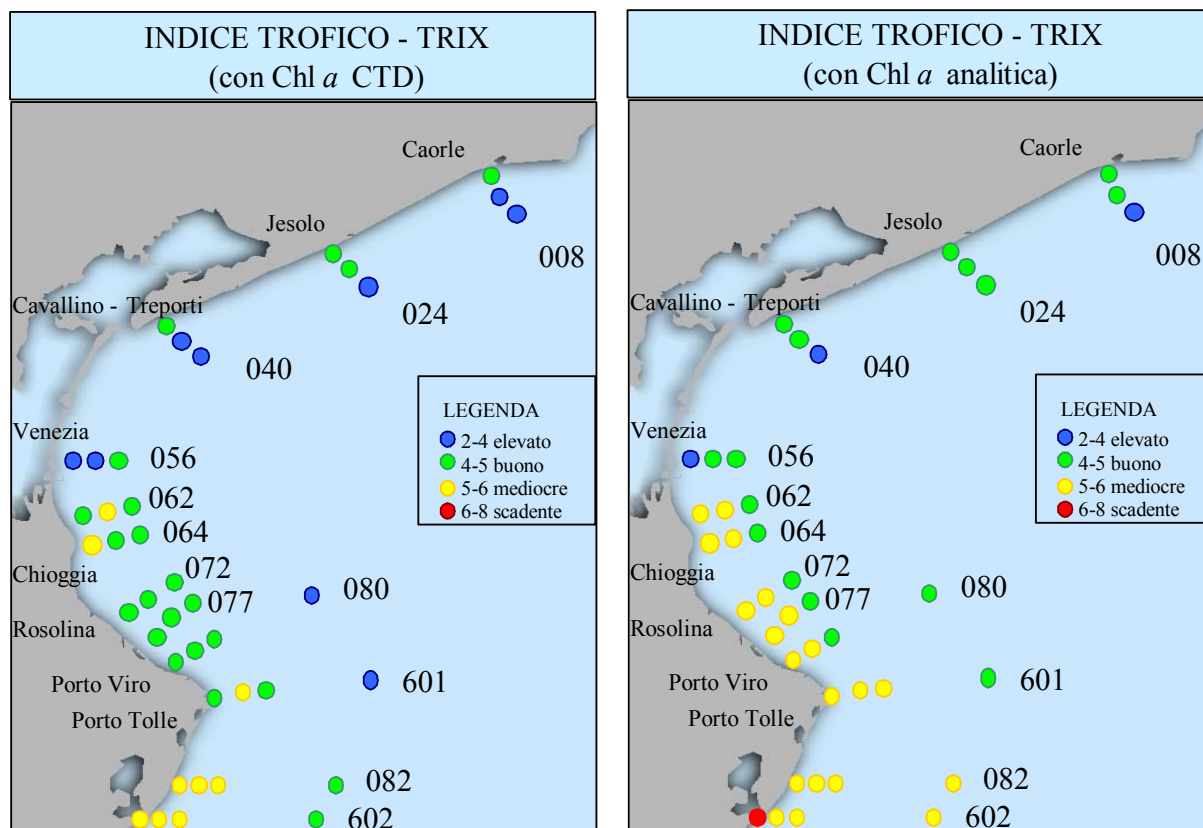


Figura 36: Valori medi di TRIX nel 2003 (calcolati con clorofilla da sonda e analitica)

3.18 FITOPLANCTON

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite su campioni prelevati nelle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa. Per quanto concerne il fitoplancton totale l'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un massimo assoluto di 16801214 cell/l (rinvenuto nella stazione 10820 nella seconda campagna di settembre) ed un minimo assoluto pari a 412126 (rinvenuto nella stazione 10080 a febbraio). Nella figura 37 vengono riportati gli andamenti per le abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinoflagellate e per il gruppo Altro fitoplancton. Dal confronto si nota come il fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla componente Diatomee mentre è irrilevante il contributo della classe delle Dinoflagellate.

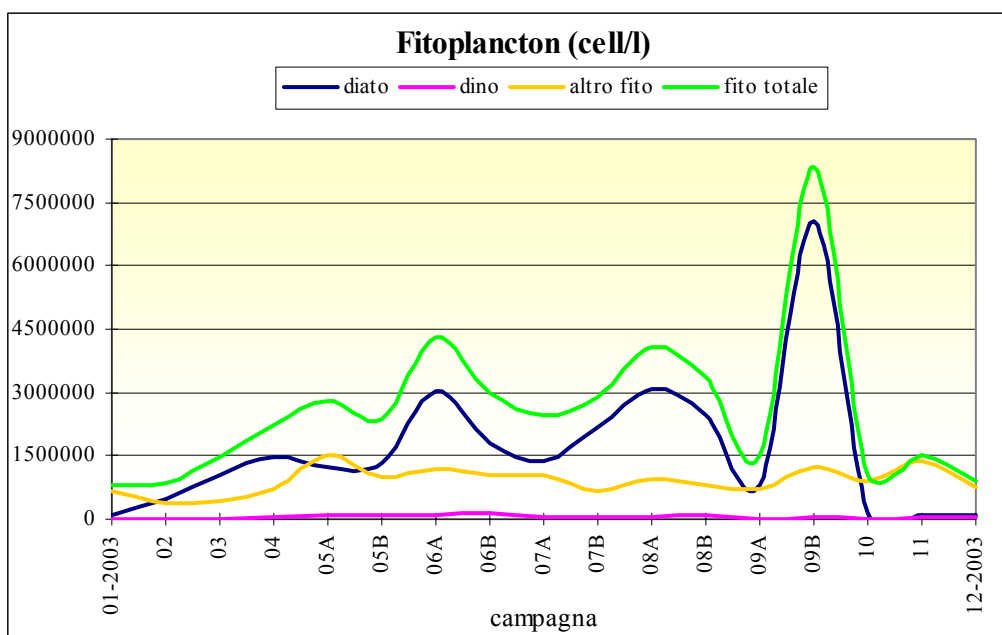


Figura 37: Valori medi delle abbondanze nelle stazioni sotto costa nel periodo indagato

Dall'analisi del grafico è possibile evidenziare un andamento stagionale delle abbondanze abbastanza tipico, caratterizzato da valori più elevati nel periodo estivo e autunnale e minimi in quello invernale. Particolare è il caso della seconda campagna del mese di settembre che mostra valori particolarmente elevati di fitoplancton totale dovuto principalmente alla classe delle Diatomee, associati a concentrazione elevate di ossigeno disciolto (Fig. 10) e valori di salinità particolarmente bassi (Fig. 6).

Nella figura 38 sono riportati invece le abbondanze delle tre diverse classi per singolo transetto e da esse si può notare come le abbondanze maggiori quantitativamente si riscontrino in quei transetti lungo la costa più influenzati dagli apporti fluviali come il 601 082 e 602 (fiume Po), dove il contributo al fitoplancton totale è per lo più dovuto alla componente delle Diatomee.

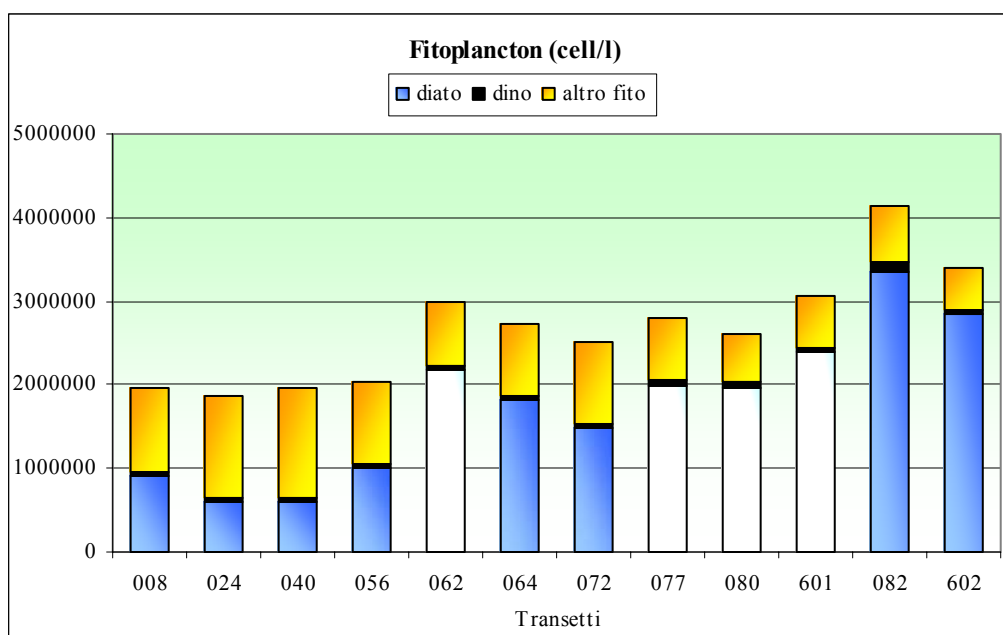


Figura 38: Valori medi delle abbondanze per ciascuna categoria indagata per transetto

Nell'anno 2003 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

ALTRO FITOPLANCTON

Altro fitoplancton indet.
 Ankistrodesmun sp
 Chlorophyceae indet.
 Chrysochromulina sp
 Coccolitoforidi indet
 Cryptophyceae indet.
 Dactyliosolen sp
 Dictyocha sp
 Dynobryon sp
 Euglena acus
 Euglena sp

Euglenophyceae indet
 Hermesinum adriaticum
 Meringosphaera mediterranea
 Meringosphaera sp
 Pediastrum sp
 Prasinophyceae indet.
 Primmnesiophyceae indet.
 Scenedesmus quadricauda
 Scyphosphaera sp
 Syracosphaera sp

DIATOMEE

Amphora sp
 Asterionella bleakeleyi
 Asterionella formosa
 Asterionella sp
 Asterionellopsis glacialis
 Asterionellopsis sp
 Bacillariales indet
 Bacillariophyceae indet
 Bacteriastrum sp
 Cerataulina pelagica
 Chaetoceros brevis
 Chaetoceros curvisetus

Chaetoceros simplex
 Chaetoceros socialis
 Chaetoceros sp
 Chaetoceros tenuissimus
 Cocconeis sp
 Cyclotella glomerata
 Cyclotella sp
 Cylindrotheca closterium
 Dactyliosolen fragilissimus
 Ditylum sp
 Eucampia sp
 Fragilaria sp

Guinardia flaccida
 Guinardia striata
 Hemiaulus hauckii
 Hemiaulus sp
 Lauderia annulata
 Leptocilyndrus sp
 Licmophora sp
 Lioloma sp
 Melosira sp
 Melosira sulcata
 Navicula cancellata
 Navicula sp
 Nitzschia longissima
 Nitzschia recta
 Nitzschia sp

Phalacroma sp.
 Pleurosigma sp
 Proboscia sp
 Pseudo Nitzschia "delicatissima complex"
 Pseudo-nitzschia "seriata complex"
 Pseudo-nitzschia spp del Nitzschia
 delicatissima complex
 Pseudo-nitzschia spp del Nitzschia seriata
 complex
 Rhizosolenia sp
 Skeletonema costatum
 Synedra sp
 Thalassionema sp
 Thalassiosira sp

DINOFLAGELLATE

Ceratium furca
 Ceratium fusus
 Ceratium sp
 Dinophyceae indet
 Dinophysis caudata
 Dinophysis sp
 Diplopsalis group
 Gonyalux fragilis
 Gymnodinium sp
 Gyrodinium sp.
 Katodinium sp
 Noctiluca sp.
 Oxytoxum adriaticum

Oxytoxum sp
 Peridinium sp
 Phaeudactylum tricornutum
 Prorocentrum micans
 Prorocentrum minimum
 Prorocentrum sp
 Prorocentrum triestinum
 Protoperidinium bipes
 Protoperidinium diabolium
 Protoperidinium sp
 Pseliodinium sp.
 Scrippsiella trochoidea

Sono state rinvenute 98 specie di cui 88 a livello di genere o specie e 10 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

Diatomee	52	(53.1%)
Dinoflagellate	25	(25.5%)
Altro fitoplancton	21	(21.4%)

3.19 RICERCA ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE

Su tutti i campioni indagati per l'analisi quali quantitativa del fitoplancton viene anche effettuata la ricerca delle alghe potenzialmente tossiche, in adempimento delle normative vigenti in materia di acque per molluschicoltura e di balneazione.

Per quanto riguarda la balneazione, l'attività di sorveglianza algale lungo la costa veneta, secondo le indicazioni di cui al Decreto Ministero della Sanità 17 giugno 1988 e alle Circolari del Ministero della Sanità 9 aprile 1998 e 31 luglio 1998, si è resa necessaria ai fini dell'ottenimento della deroga ai valori limiti del parametro Ossigeno Disciolto, per l'anno 2003, previsti dal DPR 470/1982. L'attività ha previsto la ricerca delle seguenti specie potenzialmente tossiche:

Alexandrium spp.

Dinophysis spp.

Lingulodinium polyedrum

Gonyaulax grindleyi

Pseudo-nitzschia spp.

In figura 39 si riportano gli andamenti temporali delle concentrazioni delle sopraelencate alghe potenzialmente tossiche; dalla figura si evince come il periodo estivo sia quello maggiormente interessato alla presenza di queste alghe. La specie *Pseudo-nitzschia spp.* viene trattata da sola per la sua elevata concentrazione rispetto alle altre (Fig. 40); nella figura si evidenzia invece la presenza di un picco di *Pseudo-nitzschia spp.* nella seconda campagna di settembre.

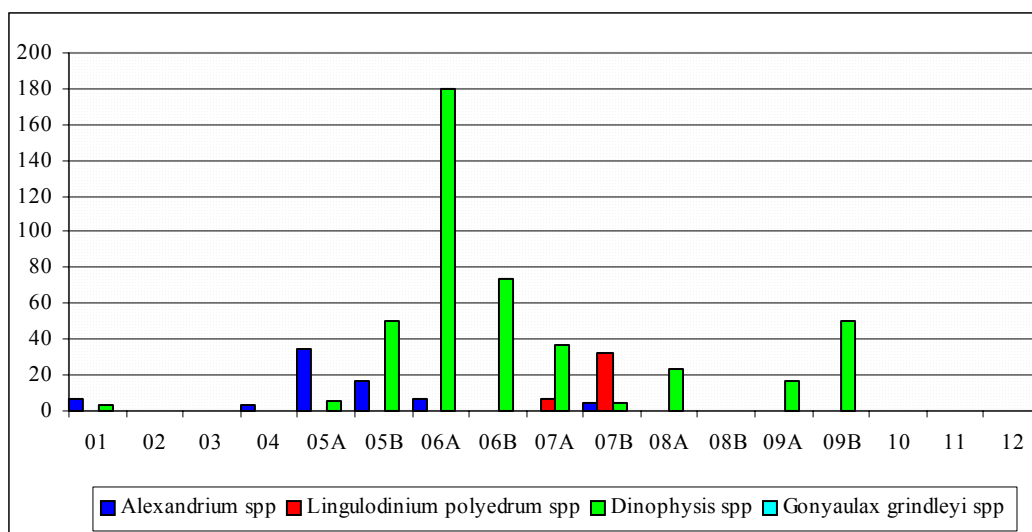


Figura 39: andamenti temporali delle concentrazioni delle alghe potenzialmente tossiche

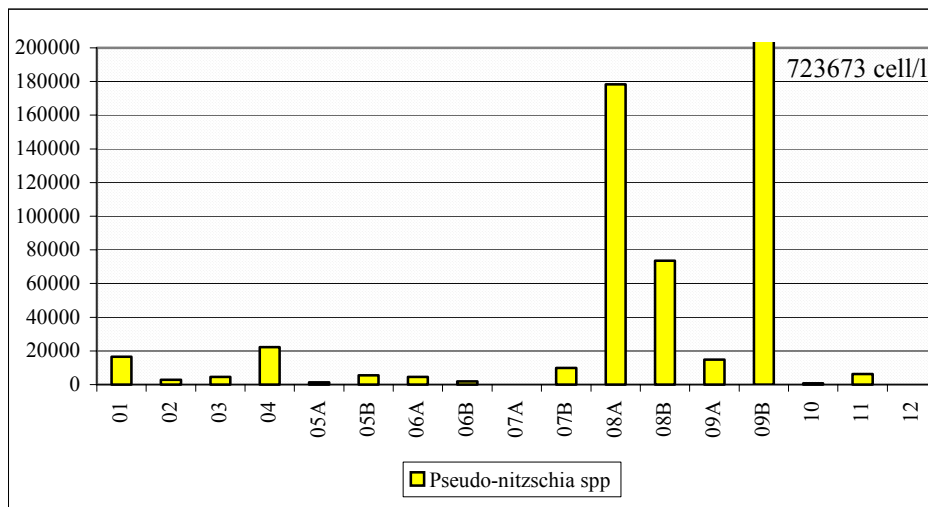


Figura 40: andamento temporale delle concentrazioni dell'alga potenzialmente tossica *Pseudo-nitzschia* spp.

Nel corso del 2003 non è mai stato superato il valore limite di abbondanza per *Dinophysis* spp. indicato nel D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/dm³ (molluschicoltura) e neanche il limite di 10*10⁶ cell/l per *Alexandrium* spp. indicato dalla Circolare M.S. del 31.7.1998 (balneazione).

3.20 MESOZOOPLANCTON

Le analisi relative al mesozooplankton vengono eseguite su campioni prelevati nelle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa e sui soli transetti 008, 024, 040, 056, 072.

Per quanto concerne il mesozooplankton totale, l'intervallo di variazione delle abbondanze è risultato compreso tra un minimo assoluto di 25 individui/m³ (stazione 10400 nel mese di marzo) ed un massimo assoluto pari a 33469 individui/m³ (stazione 10720 nella prima campagna di agosto).

Nella figura 41 vengono riportati gli andamenti per le abbondanze di mesozooplankton totale, della classe dei Cladoceri, dei Copepodi e per il gruppo Altro mesozooplankton. Dal confronto degli andamenti si nota come il mesozooplankton totale sia caratterizzato da valori più elevati nel periodo tardo primaverile - estivo, dovuto alla componente dei Copepodi, e minimi in quello invernale.

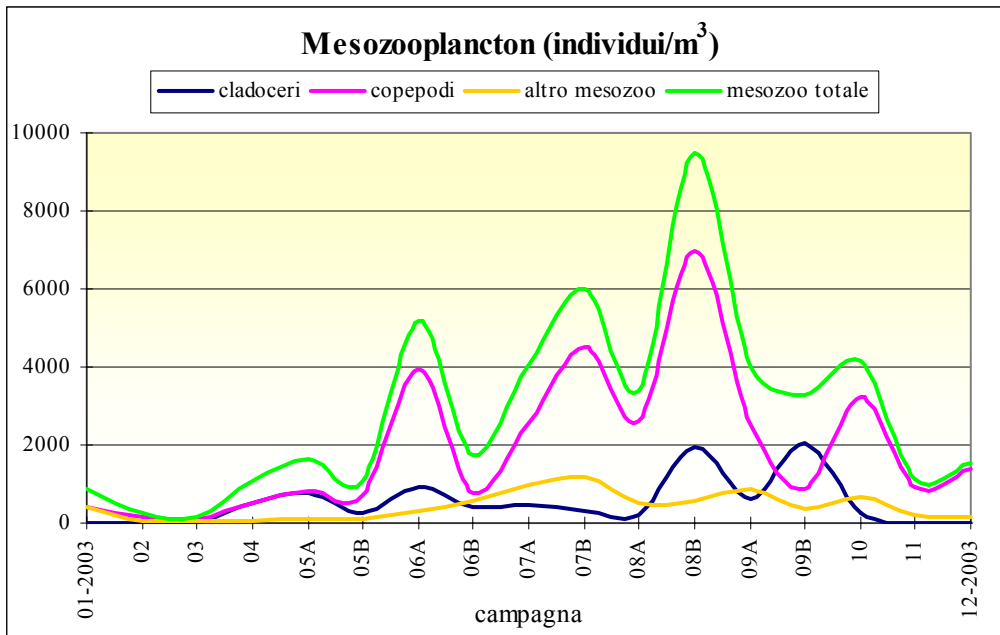


Figura 41: Valori medi delle abbondanze nelle stazioni sotto costa nel periodo indagato

Nella figura 42 sono riportati invece le abbondanze delle tre diverse classi per singolo transetto e da esse si può notare come le abbondanze quantitativamente più elevate si riscontrino nella stazione 10720 maggiormente influenzata dagli apporti fluviali; dal grafico si nota inoltre come la componente predominante in tutti i transetti sia quella dei Copepodi.

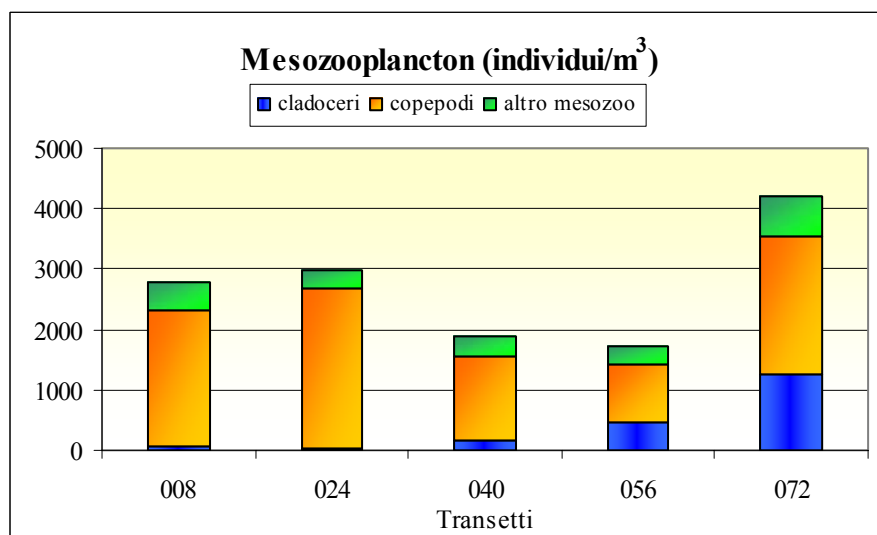


Figura 42: Valori medi delle abbondanze per ciascuna categoria indagata per transetto

Nell'anno 2003 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

ALTRO MESOZOOPLANCTON

Amphipoda indet	Monstrilloida indet
Appendicularia indet	Nemertini larve
Asteroidea larve	Ophiuroidea larve
Bivalvia larve	Ostracoda indet
Cefalopodi indet.	Phoronidea larve indet
Chetognatha indet	Pisces larve indet
Cirripedi larve	Pisces uova indet
Crustacea larve	Polichaeta larve indet
Cumacea indet.	Pteropoda indet
Decapoda larve	Sagitta spp
Echinoidea larve	Salpa spp
Enteropneusta tornaria	Sifonofori - Lensia spp.
Gasteropodi larve	Sifonofori Calycophorae Lensia fowleri
Idromeduse	Sifonofori-Lensia campanella
Insecta larve	Siphonophora indet
Isopoda indet	Uova indet.
Lamellibranchi larve	

CLADOCERI

Cladoceri indet	Evadne tergestina
Evadne avirostris	Penilia avirostris
Evadne nordmanni	Podon intermedius
Evadne sp	Podon polyphemoides
Evadne spinifera	Podon spp.
Evadne spp.	

COPEPODI

Acartia clausi	Centropages ponticus
Acartia discaudata var. mediterranea	Centropages spp.
Acartia longiremis	Centropages typicus
Acartia spp.	Ciclopoidi indet
Acartia tonsa	Clausocalanus arcuicornis
Acartia tonsa Dana	Clausocalanus farrani
Arpacticoidi indet.	Clausocalanus furcatus
Calanoidi indet.	Clausocalanus jobei
Calanus helgolandicus	Clausocalanus lividus
Calocalanus contractus	Clausocalanus paululus
Calocalanus pavo	Clausocalanus spp.
Calocalanus spp.	Clytemnestra sp
Calocalanus styliremis	Clytemnestra spp
Candacia spp.	Copepodi larve
Centropages spp.	Corycaeus sp
Centropages Kroyeri	Corycaeus spp.

Ctenocalanus spp.
 Ctenocalanus vanus
 Eucalanide indet.
 Eucalanus spp.
 Euterpina acutifrons
 Farranula spp.
 Gruppo "Calanus"
 Harpacticoida indet.
 Labidocera sp.
 Macrosetella gracilis
 Mecynocera clausi
 Oithona decipiens
 Oithona nana
 Oithona plumifera
 Oithona setigera
 Oithona similis

Oithona spp.
 Oncaea media
 Oncaea mediterranea
 Oncaea scottodicarloi
 Oncaea spp.
 Paracalanidae indet
 Paracalanus denudatus
 Paracalanus nanus
 Paracalanus parvus
 Paracalanus spp.
 Pontellidae indet
 Pseudocalanus elongatus
 Sapphirina sp
 Temora longicornis
 Temora styliifera

Sono state rinvenute 107 specie di cui 84 a livello di genere o specie e 23 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

Cladoceri	11	(10.3%)
Copepodi	63	(58.9%)
Altro mesozooplankton	33	(30.8%)

4 DISCUSSIONE

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

Tutto ciò si evidenzia anche nella presenza di un gradiente positivo allontanandosi dalla costa per le variabili trasparenza e salinità (Figg. 3 e 7) e di uno negativo per silicio da ortosilicati come anche l'azoto nitrico, nutrienti di chiara provenienza esogena, e per l'azoto totale (Figg. 27, 21 e 25); tali gradienti risultano più forti nel passaggio dalla stazione a 500 m a quelle più esterne e più evidenti localizzati in prossimità di foci fluviali.

Dalle figure si nota, inoltre, che le concentrazioni di tali nutrienti e della clorofilla *a* (da sonda e analitica), così come di fitoplancton (Fig. 43 e Fig. 44), siano più elevate nel tratto di costa che si trova sotto l'influenza di Brenta-Bacchiglione, Adige e soprattutto del Po; per contro i valori medi di salinità e trasparenza risultano minori.

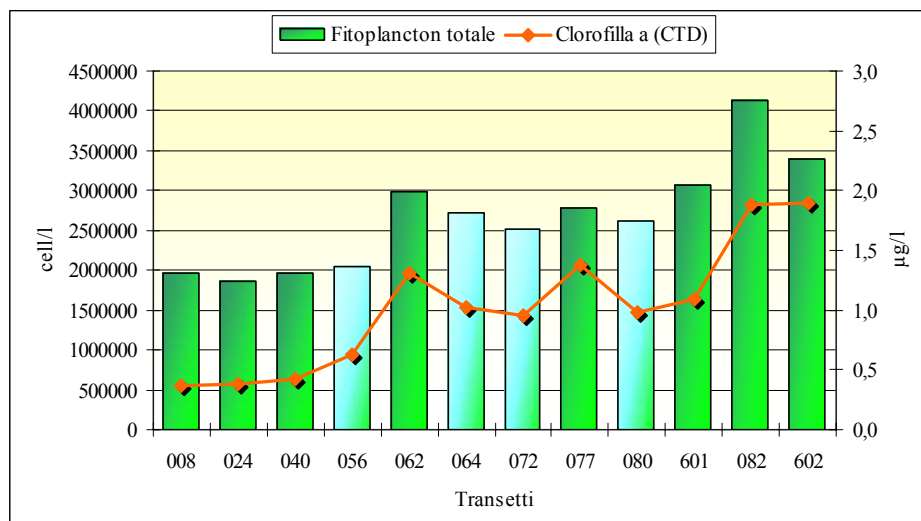


Figura 43: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/l) e della concentrazione media di Clorofilla *a* (µg/l) lungo la costa.

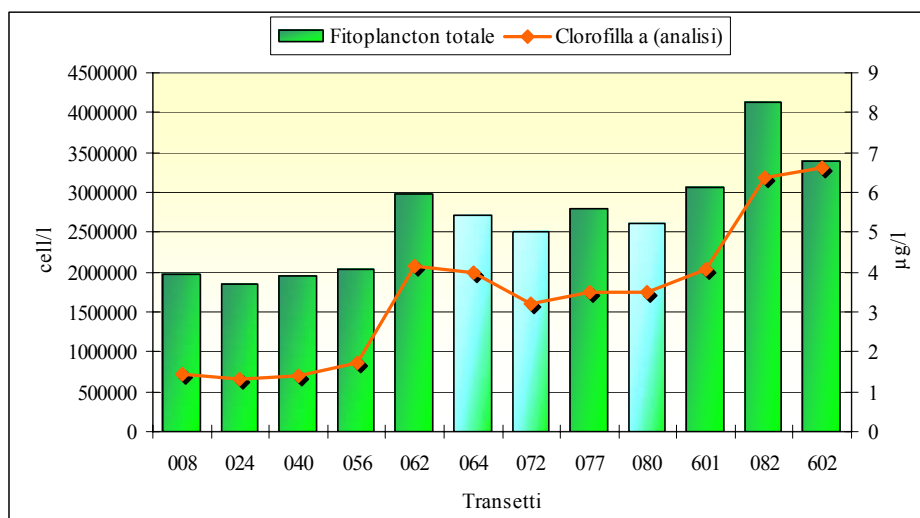


Figura 44: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/l) e della concentrazione media di Clorofilla *a* (µg/l) lungo la costa.

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 6 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle tabelle 7, 8 e 9 sono riportati i coefficienti per i soli parametri chimici e fisici rispettivamente per le stazioni a 926, 3704 e 10000 metri.

La salinità è risultata strettamente correlata in senso negativo con azoto nitrico e silicio da ortosilicati, a tutte le distanze dalla costa, indicando come l'aumento delle concentrazioni di tali parametri in ambiente costiero coincida con la diminuzione della salinità (Tabb. 6, 7, 8 e 9); la stessa risulta comunque fortemente correlata in senso negativo anche con gli altri nutrienti, nonché con azoto totale e fosforo totale.

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

L'esistenza di una associazione inversa tra trasparenza e clorofilla *a*, già evidente nelle stazioni a 500, 926 e 3704 metri si rafforza notevolmente nella stazione a 10000 metri sia per la clorofilla da sonda che per quella analitica.

A conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX risulta fortemente correlato con tutte le variabili che sono coinvolte con i meccanismi di produzione sia per quello calcolato con Clorofilla da sonda che analitica.

	Condu.	Salin.	O.D. %	O.D. ppm	pH	RED-OX	Chl.a CTD	Torbid.	Trasp.	N-NH ₃	N-NO ₂	N-NO ₃	N tot	P-PO ₄	P tot	Si-SiO ₄	Clor <i>a</i> analisi	TRIX CTD	TRIX analisi	Diato	Dino	Altro fito	Fito tot	Clado	Copep	Altro meso	Meso tot											
Temp.	0,80	0,18	0,40	-0,46	0,42	-0,08	0,41	-0,29	0,15	-0,39	-0,43	-0,52	-0,41	-0,22	0,06	-0,47	0,36	-0,16	-0,12	0,43	0,50	0,23	0,48	0,28	0,35	0,43	0,40											
Conduc.		0,72	0,13	-0,64	0,21	0,01	0,03	-0,38	0,32	-0,40	-0,59	-0,68	-0,59	-0,38	-0,24	-0,63	-0,03	-0,48	-0,47	0,19	0,31	0,25	0,25	0,22	0,36	0,43	0,39											
Salin.			-0,21	-0,51	-0,11	0,12	-0,36	-0,30	0,36	-0,24	-0,49	-0,58	-0,54	-0,38	-0,45	-0,57	-0,42	-0,57	-0,60	-0,17	-0,04	0,15	-0,12	-0,07	0,14	0,13	0,11											
O.D. %				0,61	0,66	0,10	0,63	-0,21	-0,07	-0,19	-0,09	-0,08	0,03	-0,11	0,24	-0,22	0,64	0,41	0,44	0,72	0,36	0,09	0,70	0,22	-0,03	-0,08	0,01											
O.D. ppm					0,24	0,12	0,28	0,10	-0,26	0,17	0,33	0,45	0,46	0,13	0,24	0,29	0,34	0,54	0,56	0,32	-0,09	-0,15	0,26	-0,09	-0,34	-0,42	-0,34											
pH						-0,14	0,51	-0,27	0,06	-0,33	-0,17	-0,18	-0,08	-0,17	0,13	-0,32	0,54	0,20	0,22	0,57	0,32	-0,09	0,52	0,15	0,01	0,02	0,04											
RED-OX								-0,04	0,07	0,00	0,09	-0,06	-0,02	-0,03	-0,08	-0,11	-0,06	-0,04	0,10	0,07	-0,05	0,05	0,18	0,00	-0,07	-0,09	-0,16	-0,11										
Chl.a CTD								0,13	-0,27	-0,11	0,03	-0,09	0,05	0,00	0,44	-0,17	0,79	0,57	0,51	0,67	0,31	-0,02	0,63	0,55	0,14	0,16	0,26											
Torbid.																-0,59	0,24	0,10	0,12	0,08	0,21	0,11	0,28	0,00	0,16	0,08	-0,16	-0,14	-0,14	-0,19	-0,13	0,01	-0,03	-0,02				
Trasp.																																						
N-NH ₃																																						
N-NO ₂																																						
N-NO ₃																																						
N tot																																						
P-PO ₄																																						
P tot																																						
Si-SiO ₄																																						
Clor <i>a</i> analisi																																						
TRIX CTD																																						
TRIX analisi																																						
Diato																																						
Dino																																						
Altro fito																																						
Fito tot																																						
Clado																																						
Copep																																						
Altro meso																																						
Meso tot																																						

Tabella 6: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa (n=165 per parametri chimici, fisici, clorofilla, TRIX e fitoplancton; n=75 per mesozooplancton in giallo).

	Condu.	Salin.	O.D. %	O.D. ppm	pH	RED-OX	Chl.a CTD	Torbid.	Trasp.	N-NH ₃	N-NO ₂	N-NO ₃	N tot	P-PO ₄	P tot	Si-SiO ₄	Clor a analisi	TRIX CTD	TRIX analisi	
Temp.	0,83	0,21	0,47	-0,47	0,46	-0,12	0,39	-0,37	0,25	-0,45	-0,58	-0,59	-0,50	-0,28	0,00	-0,54	0,38	-0,17	-0,17	
Conduc.		0,71	0,23	-0,62	0,28	-0,08	0,10	-0,49	0,42	-0,46	-0,65	-0,71	-0,66	-0,42	-0,24	-0,64	-0,02	-0,46	-0,48	
Salin.			-0,15	-0,51	-0,07	0,02	-0,28	-0,41	0,43	-0,28	-0,45	-0,57	-0,57	-0,44	-0,43	-0,53	-0,46	-0,56	-0,61	
O.D. %				0,54	0,65	0,09	0,73	-0,18	0,00	-0,29	-0,22	-0,21	0,00	-0,17	0,21	-0,29	0,63	0,34	0,33	
O.D. ppm					0,19	0,16	0,36	0,22	-0,30	0,17	0,37	0,42	0,53	0,18	0,27	0,30	0,32	0,51	0,52	
pH						-0,17	0,54	-0,27	0,12	-0,44	-0,34	-0,32	-0,19	-0,22	0,07	-0,38	0,48	0,17	0,16	
RED-OX								0,02	0,06	-0,03	0,03	0,01	0,03	0,05	-0,11	-0,08	-0,05	-0,02	0,13	0,12
Chl.a CTD								0,10	-0,25	-0,14	-0,13	-0,16	0,08	-0,01	0,42	-0,13	0,85	0,52	0,48	
Torbid.									-0,63	0,41	0,27	0,30	0,34	0,25	0,28	0,43	0,08	0,29	0,27	
Trasp.										-0,36	-0,29	-0,28	-0,37	-0,31	-0,52	-0,39	-0,32	-0,44	-0,44	
N-NH ₃											0,53	0,53	0,55	0,64	0,34	0,71	-0,16	0,27	0,26	
N-NO ₂												0,84	0,72	0,51	0,39	0,69	0,03	0,49	0,55	
N-NO ₃														0,82	0,53	0,33	0,76	-0,02	0,46	0,50
N tot															0,54	0,46	0,70	0,19	0,52	0,56
P-PO ₄																0,44	0,62	0,11	0,33	0,35
P tot																	0,35	0,52	0,64	0,66
Si-SiO ₄																		-0,07	0,34	0,36
Clor a analisi																			0,58	0,61
TRIX CTD																				0,97

Tabella 7: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 926 m dalla costa (n=164).

	Condu.	Salin.	O.D. %	O.D. ppm	pH	RED-OX	Chl.a CTD	Torbid.	Trasp.	N-NH ₃	N-NO ₂	N-NO ₃	N tot	P-PO ₄	P tot	Si-SiO ₄	Clor a analisi	TRIX CTD	TRIX analisi	
Temp.	0,88	0,24	0,44	-0,39	0,48	-0,13	0,22	-0,44	0,29	-0,43	-0,67	-0,61	-0,53	-0,29	-0,14	-0,63	0,21	-0,33	-0,33	
Conduc.		0,67	0,16	-0,61	0,26	-0,10	-0,03	-0,53	0,46	-0,44	-0,77	-0,76	-0,72	-0,46	-0,42	-0,71	-0,13	-0,59	-0,51	
Salin.			-0,31	-0,63	-0,16	0,01	-0,35	-0,43	0,46	-0,30	-0,56	-0,66	-0,68	-0,54	-0,66	-0,53	-0,54	-0,64	-0,67	
O.D. %				0,64	0,67	0,06	0,75	-0,14	-0,07	-0,15	-0,19	-0,13	0,06	-0,03	0,23	-0,24	0,73	0,34	0,35	
O.D. ppm					0,26	0,14	0,57	0,28	-0,35	0,26	0,42	0,45	0,58	0,30	0,43	0,36	0,58	0,63	0,65	
pH						-0,12	0,52	-0,36	0,06	-0,39	-0,27	-0,22	-0,10	-0,16	0,05	-0,36	0,54	0,18	0,19	
RED-OX								0,04	0,05	-0,17	0,00	0,04	0,04	0,00	-0,07	-0,06	-0,06	0,01	0,10	0,12
Chl.a CTD								0,07	-0,24	-0,07	-0,05	-0,03	0,20	0,03	0,31	-0,04	0,83	0,53	0,48	
Torbid.									-0,51	0,48	0,39	0,44	0,46	0,39	0,29	0,48	0,09	0,29	0,26	
Trasp.										-0,29	-0,40	-0,36	-0,37	-0,29	-0,49	-0,36	-0,33	-0,55	-0,54	
N-NH ₃											0,44	0,53	0,54	0,56	0,33	0,69	-0,15	0,17	0,14	
N-NO ₂												0,90	0,69	0,46	0,37	0,69	0,09	0,51	0,53	
N-NO ₃														0,81	0,51	0,42	0,74	0,10	0,49	0,52
N tot														0,44	0,53	0,63	0,26	0,51	0,53	
P-PO ₄															0,43	0,56	0,07	0,26	0,25	
P tot																0,40	0,43	0,56	0,60	
Si-SiO ₄																		-0,04	0,36	0,35
Clor a analisi																			0,59	0,62
TRIX CTD																				0,96

Tabella 8: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 3704 m dalla costa (n=163).

	Condu.	Salin.	O.D. %	O.D. ppm	pH	RED-OX	Chl.a CTD	Torbid.	Trasp.	N-NH ₃	N-NO ₂	N-NO ₃	N tot	P-PO ₄	P tot	Si-SiO ₄	Clor a analisi	TRIX CTD	TRIX analisi
Temp.	0,89	0,35	0,33	-0,39	0,32	-0,08	-0,02	-0,45	0,36	-0,39	-0,68	-0,55	-0,48	-0,03	-0,39	-0,63	-0,08	-0,33	-0,37
Conduc.		0,74	0,06	-0,63	-0,02	-0,14	-0,28	-0,63	0,61	-0,44	-0,84	-0,78	-0,73	-0,11	-0,61	-0,69	-0,36	-0,64	-0,67
Salin.			-0,31	-0,68	-0,45	-0,15	-0,52	-0,68	0,66	-0,40	-0,74	-0,83	-0,81	-0,21	-0,73	-0,55	-0,58	-0,76	-0,76
O.D. %				0,72	0,74	0,05	0,74	0,20	-0,40	-0,10	-0,10	0,00	0,11	-0,04	0,28	-0,16	0,77	0,50	0,51
O.D. ppm					0,53	0,11	0,76	0,59	-0,67	0,24	0,50	0,53	0,58	0,04	0,64	0,39	0,83	0,77	0,80
pH						-0,05	0,64	0,11	-0,43	-0,38	0,13	0,21	0,27	-0,11	0,25	-0,27	0,70	0,54	0,55
RED-OX							0,11	-0,08	0,03	-0,06	0,15	0,17	0,12	-0,23	-0,04	0,02	0,15	0,18	0,21
Chl.a CTD								0,50	-0,47	-0,06	0,35	0,40	0,43	-0,10	0,53	0,07	0,94	0,74	0,71
Torbid.									-0,59	0,60	0,64	0,67	0,66	0,16	0,71	0,68	0,45	0,59	0,56
Trasp.										-0,27	-0,43	-0,45	-0,44	-0,09	-0,44	-0,33	-0,53	-0,71	-0,70
N-NH ₃											0,30	0,35	0,36	0,40	0,45	0,77	-0,10	0,12	0,09
N-NO ₂												0,96	0,87	0,10	0,67	0,66	0,39	0,56	0,57
N-NO ₃													0,93	0,19	0,72	0,63	0,43	0,61	0,61
N tot														0,11	0,75	0,58	0,46	0,57	0,60
P-PO ₄															0,36	0,32	-0,08	0,03	0,03
P tot																0,53	0,55	0,61	0,61
Si-SiO ₄																	0,08	0,30	0,29
Clor a analisi																		0,77	0,79
TRIX CTD																			0,98

Tabella 9: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 10000 m dalla costa (n=45).

Alla matrice dei dati ottenuta nel periodo indagato è stata applicata la tecnica di analisi statistica multivariata denominata Analisi delle Componenti Principali (Morrison, 1976; Kleinbaum *et al.*, 1988) che, attraverso lo studio delle correlazioni tra variabili chimico-fisiche e biologiche, individua alcune combinazioni lineari di esse, in grado di spiegare da sole la maggior parte della variabilità del sistema. Tale analisi è stata effettuata sui dati di superficie delle sole stazioni a 500 m (Tab. 10 e Fig. 45), le uniche presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale; non è stato considerato il mesozooplancton totale perché non indagato in tutte le stazioni.

Tabella 10: Autovalori e pesi fattoriali relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni a 500 m, in grassetto i valori >0.70.

	<i>FATTORE 1</i>	<i>FATTORE 2</i>
VARIANZA (%)	36.22	25.27
Trasparenza	-0.39	-0.12
Temperatura	-0.48	0.58
Salinità	-0.72	-0.28
pH	-0.17	0.76
O.D. %	0.00	0.86
NH ₃	0.62	-0.30
NO ₂	0.84	-0.06
NO ₃	0.83	-0.15
N TOT	0.82	-0.02
SiO ₄	0.81	-0.29
PO ₄	0.68	-0.09
P TOT	0.61	0.43
Clorofilla <i>a</i>	0.29	0.86
TRIX	0.70	0.52
Fito tot	-0.07	0.80

Le prime due componenti estratte hanno spiegato oltre il 61% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto del 36% circa di tale varianza (Tab. 10).

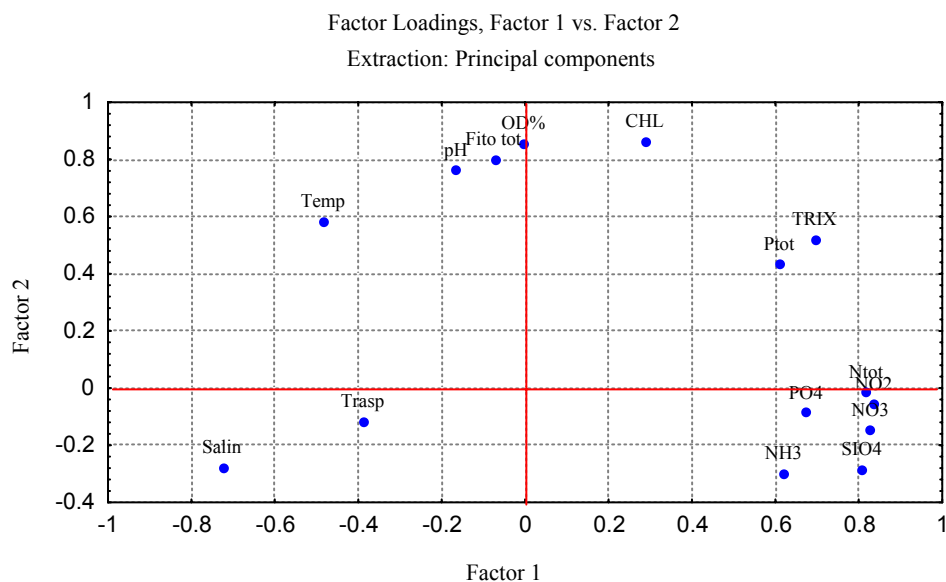


Figura 45: Ordinamento dei parametri fisico - chimici e biologici analizzati.

La prima componente descrive l'effetto di interferenza che l'apporto continentale produce sull'acqua della fascia costiera, alterandone le caratteristiche peculiari di salinità e trasparenza. Il vettore bipolare che esprime questa componente all'estremo inferiore vede

collocati campioni di acqua a salinità elevata (coefficiente di autovettore con segno negativo) e a quello superiore campioni ad elevato contenuto in sali nutrienti (coefficiente con segno positivo) (Tab. 10 e Fig. 45).

La seconda componente individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate. In esso infatti emergono, per il proprio contributo, Clorofilla *a* e Fitoplancton totale e le variabili a loro strettamente associate sia in veste di fattore causa (temperatura) che di fattore conseguenza (ossigeno disciolto e pH). Si tratta di un vettore unipolare in quanto il contributo delle variabili è risultato concorde come evidenziato dal segno positivo dei relativi coefficienti di autovettore (Tab. 10).

La descrizione del sistema costiero osservabile da questa analisi si discosta da quella degli anni precedenti (Baroni *et al.*, 1996-2002), non tanto per la distribuzione dei parametri quanto per il loro peso. Infatti le variabili si sono ancora una volta spontaneamente aggregate evidenziando i tre aspetti fondamentali dell'ecosistema marino costiero: componente pelagica, caratterizzata da salinità e trasparenza; componente continentale con elevate concentrazioni di macronutrienti, azoto e fosforo totali; risultante biologica, caratterizzata da clorofilla *a*, fitoplancton totale, ossigeno disciolto, pH e temperatura.

Dopo aver calcolato i valori medi annui sui parametri, al data set di dati è stata applicata l'analisi fattoriale escludendo dalla elaborazione le stazioni localizzate a 10000 m dalla costa e il parametro plancton in quanto rilevato nelle sole stazioni a 500 m. In tabella 11 sono rappresentati i pesi fattoriali relativi ad alcuni parametri sui due fattori individuati; in figura 46 si riportano graficamente i punteggi fattoriali, relativi ai due fattori della tabella 11, da cui si evidenziano alcuni raggruppamenti particolari delle stazioni prese in considerazione.

Tabella 11: pesi fattoriali relativi ad alcuni parametri analizzati (p>0.70).

	FATTORE 1	FATTORE 2
VARIANZA (%)	65 %	18 %
Trasparenza	-0.59	0.11
Temperatura	0.44	0.78
Salinità	-0.94	-0.08
pH	0.54	0.77
O.D. %	0.75	0.62
NH ₃	0.72	-0.52
NO ₂	0.79	-0.45
NO ₃	0.89	-0.14
N TOT	0.96	-0.09
SiO ₄	0.89	-0.21
PO ₄	0.90	-0.32
P TOT	0.90	0.00
Clorofilla <i>a</i> (analitica)	0.95	0.19

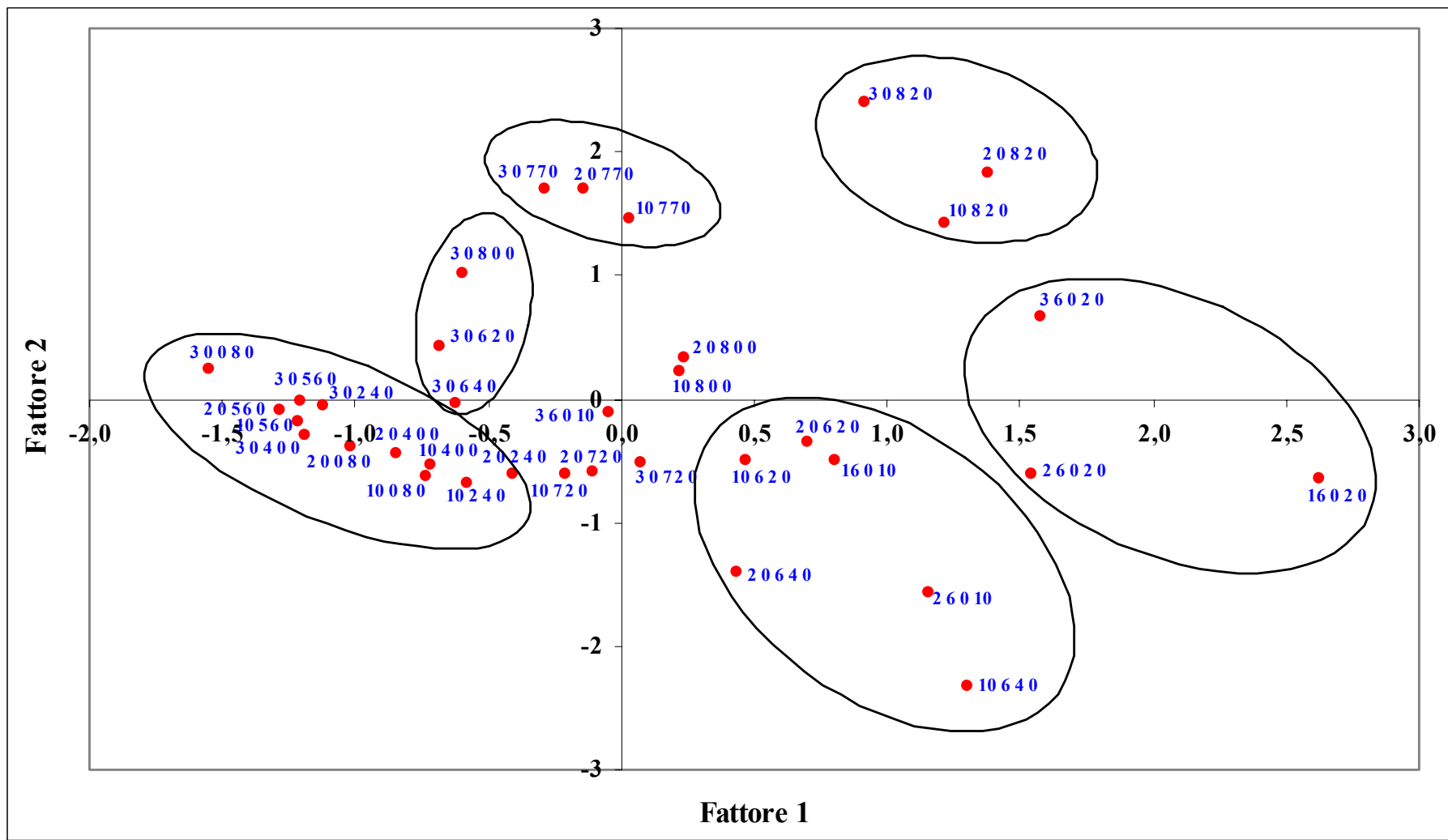


Figura 46: Rappresentazione dei punteggi fattoriali, relativi alle diverse stazioni di campionamento, sui due fattori individuati.

In figura 46 si possono evidenziare alcuni cluster principali:

- CLUSTER 1 raggruppa stazioni caratterizzate da salinità più alte e concentrazioni di nutrienti inferiori, caratteristiche tipiche di zone poco influenzate da apporti fluviali quali la parte nord della costa veneta e la zona antistante la laguna di Venezia; qui infatti sono raggruppate tutte le stazioni dei transetti 008, 024, 040, 056
- CLUSTER 2 raggruppa stazioni caratterizzate anch'esse da salinità relativamente elevate e concentrazioni di nutrienti intermedie; qui sono raggruppate le stazioni più al largo (3704 m) dei transetti 062, 064 e 080 che per la loro distanza risentono meno degli apporti fluviali
- CLUSTER 3 è costituito dalle sole stazioni del transetto 077 che si è caratterizzato per valori elevati di temperatura (Fig. 5) e pH (Fig. 9)
- CLUSTER 4 e 5 si caratterizzano per elevate concentrazioni di nutrienti e basse salinità (più accentuate nel cluster 5); essi raggruppano rispettivamente le stazioni più vicine alla costa (500 e 926 m) dei transetti 062, 064 e 601 (cluster 4) e tutte le stazioni del transetto 602 (cluster 5)
- CLUSTER 6 è costituito dalle sole stazioni del transetto 082 che si è caratterizzato per elevati valori di temperatura (Fig. 5), pH (Fig. 9) e nutrienti e da basse salinità (Fig. 7) con valori abbastanza uniformi a tutte le distanze dalla costa.

5 RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI

A partire dalla prima campagna del mese di giugno si è resa manifestata la presenza di poco materiale in sospensione lungo la colonna d'acqua, con maggiore intensità nell'area antistante il delta del Po. Dalla seconda campagna di giugno si è osservato un incremento del materiale in sospensione, con la comparsa di "filamenti" oltre a "neve marina", prevalentemente nelle stazioni più al largo, fenomeno che si è protratto fino a tutto il mese di agosto. Con il mese di settembre è iniziata una riduzione del fenomeno fino alla totale scomparsa in ottobre. Durante tutto il periodo indagato non sono mai stati rilevati fenomeni di affioramento in superficie.

6 SEGNALAZIONE PRESENZA MEDUSE

Nella seconda campagna del mese di luglio sono stati osservati numerosi esemplari della specie *Rhizostoma pulmo* nelle stazioni più vicine alla costa dei transetti 008 e 024 (Caorle e

Jesolo – Fig. 1). Nonostante la presenza di alcuni individui di grosse dimensioni (diametro superiore a 30 cm), la maggioranza degli esemplari avvistati non superava i 10 cm; poiché si tratta di specie da considerarsi innocua il fenomeno non ha rappresentato motivo di preoccupazione per i bagnanti.

Sporadici avvistamenti sono stati fatti nella seconda metà del mese di agosto, seguito da un aumento nella prima campagna di settembre in cui sono state osservate specie di dimensioni diverse, anche molto piccole, probabilmente in relazione alla fase riproduttiva che si registra durante il periodo autunnale.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attività svolta nell'ambito del Progetto MAR-CO 2 relativamente alle campagne di campionamento nell'anno 2003, è stata condotta sul reticolo di stazioni previsto dal programma di ricerca e monitoraggio cercando di rispettare le modalità e i tempi previsti; le cattive condizioni meteorologiche hanno reso impossibile portare a compimento alcune delle campagne previste (Tab. 1).

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

- le condizioni meteoclimatiche ed idrodinamiche nonché gli apporti continentali hanno esercitato ancora una volta una forte azione sulla trasparenza. Il gradiente positivo che si delinea con l'allontanamento dalla costa, particolarmente forte oltre i 1000 m, rimane sempre ben evidente ad eccezione di alcuni transetti (072, 082 e 602) a causa dell'estendersi dell'influenza fluviale verso il largo. La bassa trasparenza nelle stazioni a 10000 m di distanza dalla costa dei transetti 082 e 602 evidenzia l'elevata influenza del Po in questa zona.

- I ridotti apporti fluviali conseguenti a prolungati periodi di siccità, nell'anno indagato, hanno ridotto il campo di variazione dei valori di salinità e i gradienti alle diverse distanze dalla costa. Fa eccezione la zona antistante il delta del Po caratterizzata da valori di bassa salinità e da un gradiente positivo ben definito con l'allontanamento dalla costa

- per quanto attiene l'ossigeno disciolto, mediamente i valori si sono mantenuti al di sotto del livello di saturazione nella zona compresa tra i transetti 008 e 056 , aumentando gradatamente fino ad arrivare a livelli di elevata soprassaturazione nei transetti 082 e 602 ove si riscontrano inoltre elevati valori di concentrazione idrogenionica

- per quanto riguarda la distribuzione dei valori delle concentrazioni di tutti i nutrienti lungo la costa, si evidenzia come i valori più elevati siano stati rilevati presso i transetti 062, 064 e quelli fronte Po (080 – 602) ad ulteriore riprova dell'effetto dei fiumi sfocianti nella zona

- come per i nutrienti anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra valori elevati nei transetti localizzati a sud della foce dell'Adige, mantenendo un andamento stagionale abbastanza ben definito con valori più elevati nei mesi estivi, minimi nel periodo invernale; particolare è il picco rilevato a settembre (Fig. 37) principalmente dovuto alla classe delle Diatomee

- la ricerca delle specie potenzialmente tossiche 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/l per *Dinophysis* spp (molluschicoltura) e nella Circolare M.S. del 31.7.1998, pari a $10 \cdot 10^6$ cell/l, per *Alexandrium* spp (balneazione).

- per quanto riguarda il mesozooplankton, la componente che presenta le maggiori abbondanze è costituita dai Copepodi durante tutto il corso dell'anno, in estate aumenta anche la componente relativa alla classe dei Cladoceri (Fig. 41).

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 meteo-climatiche 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 scarse fluttuazioni meteorologiche occorse a carico del sistema costiero veneto nel periodo indagato hanno esercitato una influenza sugli andamenti specifici di alcune variabili, anche se in sporadiche occasioni, modificandone, talvolta in modo sensibile, le caratteristiche più tipiche.

Pertanto, e allo scopo di effettuare una lettura maggiormente significativa di quanto emerso dal presente rapporto tecnico, si ricorda che il periodo in esame è stato caratterizzato da scarsa piovosità ed elevate temperature, più intensi nella stagione estiva.

BIBLIOGRAFIA

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

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

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

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

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

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

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

Circolare Ministero della Sanità, 9 Aprile 1998. *Aggiornamento delle metodiche analitiche per la determinazione dei parametri previsti nel decreto interministeriale 17 Giugno 1988 concernente i criteri per la definizione del programma di sorveglianza di cui all'art. 1 del D.L. 14 Maggio 1988 n. 155 convertito con legge del 15 luglio 1988 n. 271.*

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

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

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

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

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

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

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

Decreto legislativo, 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.

Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982 n. 470. *Attuazione della direttiva (CEE) n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione*. G.U. n. 203 del 26/07/1982 pagg. 5239-5245

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

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

Legge 12 luglio 2002 n. 140. *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 10 maggio 2002 n. 92 recante Differimento della disciplina relativa alle acque di balneazione*. G.U. n. 162 del 12/07/2002

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

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

Regione del Veneto – Segreteria Regionale per il Territorio, dipartimento per l'Ecologia e la Tutela dell'Ambiente, 1995. *Qualità delle acque marine costiere prospicienti la Regione del Veneto (1991-1993)*. Volume III

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.

ALLEGATI

- DATI IDROLOGICI
- DATI CHIMICI
- DATI TOTALI DI FITOPLANCTON E MESOZOOPLANCTON
- DATI QUALITATIVI E QUANTITATIVI DI FITOPLANCTON E MESOZOOPLANCTON
- ANALISI QUANTITATIVA FITOPLANCTON POTENZIALMENTE TOSSICO
- DATI METEOROLOGICI E IDROLOGICI