



INTERREG III A/Phare CBC Italia-Slovenia 2000-2006 Progetto cod. AAVEN111034
Progetto co-finanziato dall' Unione Europea Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR)

OSSERVATORIO ALTO ADRIATICO - POLO REGIONALE VENETO

***“MONITORAGGIO INTEGRATO DELL’AMBIENTE MARINO-
COSTIERO NELLA REGIONE VENETO”
GENNAIO - DICEMBRE 2004***

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2004



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

Padova, febbraio 2005

ARPAV

Direttore Generale
Paolo Cadrobbi

Direttore Area Tecnico Scientifica
Sandro Boato

Responsabile Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto
Marina Vazzoler

A cura di:

Marina Vazzoler, Anna Rita Zogno, Emilia Aimò, Sara Ancona, Luigi Berti, Daniele Bon, Daniel Fassina, Valeria Iacovone, Silvia Rizzardi, Silvia Rossi, Giuliana Sanavio°, Sarah Vanin*

* Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia

° Dipartimento ARPAV Provinciale di Rovigo – Osservatorio Acque di Transizione

Esecuzione prelievi:
Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto

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

INDICE

1	PREMESSA.....	5
1.1	LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI.....	5
1.2	LE ATTIVITA' SU PROGETTO.....	6
2	LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO.....	9
3	I PARAMETRI INDAGATI.....	12
3.1	DESCRIZIONE.....	12
3.2	METODI.....	15
4	ANALISI DEI RISULTATI.....	16
4.1	MATRICE ACQUA.....	16
4.1.1	TRASPARENZA.....	17
4.1.2	TEMPERATURA.....	19
4.1.3	SALINITA'.....	21
4.1.4	CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA.....	22
4.1.5	OSSIGENO DISCIOLTO.....	23
4.1.6	TORBIDITA'.....	25
4.1.7	CONDUCIBILITA' ELETTRICA.....	26
4.1.8	POTENZIALE REDOX.....	27
4.1.9	AZOTO AMMONIACALE.....	29
4.1.10	AZOTO NITRICO.....	30
4.1.11	AZOTO NITROSO.....	32
4.1.12	AZOTO TOTALE.....	33
4.1.13	SILICIO DA ORTOSILICATI.....	34
4.1.14	FOSFORO DA ORTOFOSFATI.....	36
4.1.15	FOSFORO TOTALE.....	37
4.1.16	CLOROFILLA <i>a</i>	38
4.1.17	INDICE TROFICO TRIX.....	40
4.1.18	FITOPLANCTON.....	44
4.1.19	RICERCA ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE.....	51
4.1.20	MESOOZOPLANCTON.....	53
4.1.21	ENTEROCOCCHI.....	58
4.2	MATRICE BIOTA.....	59
4.2.1	ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI.....	59
4.2.2	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI.....	59
4.3	MATRICE SEDIMENTO.....	60
5	DISCUSSIONE.....	62
6	RILEVAMENTI DI FENOMENI ANOMALI NEL CORSO DEL 2004.....	72
6.1	FENOMENO DI MAREA ROSSA (NOCTILUCA MILIARIS).....	72
6.2	RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI.....	73
6.3	SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE.....	76
6.4	SEGNALAZIONE DI MORIA DI VONGOLE.....	76
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	78
8	BIBLIOGRAFIA.....	81

1 PREMESSA

1.1 LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI

Il monitoraggio delle acque marine costiere è coordinato dalla Regione del Veneto da oltre quindici anni, e in particolare dal 1999 le attività sul mare sono gestite dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto sulla base delle indicazioni e delle priorità indicate dagli organismi regionali. Dal 2003 all'interno dell'Area Tecnico Scientifica di ARPAV è attivo uno specifico servizio permanente di coordinamento tecnico operativo ad elevata specializzazione denominato "Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto", con funzioni di coordinamento e gestione di tutte le attività sul mare (tutela e sorveglianza dello stato del mare, gestione integrata dell'ambiente marino-costiero, turismo, oceanografia, aree marine protette), al fine di meglio tutelare un sistema estremamente delicato e soggetto a pressioni di diverso tipo. In particolare OAA attua, mediante piani di monitoraggio istituzionali e specifiche attività di studio e ricerca, la sorveglianza sulla balneabilità e sulla qualità ecologica dell'ambiente marino, nonché sulle specifiche forme di pressione che insistono sulla costa e nella gestione dei fenomeni anomali e delle emergenze ambientali. Recentemente ARPAV ha acquisito funzioni tecnico consultive e di coordinamento nell'ambito delle attività di ripascimento della fascia costiera del Veneto (DMA 24/01/1996); la criticità dell'area di interesse e la necessità di un coordinamento unitario e omogeneo sul territorio ha portato la Direzione Tecnico Scientifica ad incaricare direttamente del tema l'Osservatorio Alto Adriatico. Il fenomeno dell'erosione costiera che coinvolge i litorali del Veneto, con possibili situazioni di rischio per il territorio retrostante e i suoi abitanti a causa del moto ondoso, ha portato alla necessità di definire linee guida per il corretto e razionale utilizzo della risorsa "sabbia" favorendo interventi pubblici e privati che coniughino le diverse esigenze nel rispetto della qualità dell'ambiente e alla fruizione turistico-ricreativa.

1.2 LE ATTIVITA' SU PROGETTO

L'Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto di ARPAV, ad integrazione delle normali attività istituzionali, prevede l'attivazione e l'esecuzione di una serie di linee progettuali; la principale è rappresentata dal Progetto a regia regionale INT3 AAVEN111034, attivato nell'ambito del Programma di iniziativa comunitaria Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia “Sviluppo delle attività di studio e monitoraggio sull'evoluzione dell'ecosistema marino-costiero ai fini della tutela, della gestione integrata e della valorizzazione della risorsa mare” con il coordinamento della Direzione Programmi Comunitari della Regione Veneto.

Il Progetto INT3 si compone di quattro linee progettuali di seguito elencate.

- “INT01-OAA” – Coordinamento, organizzazione e gestione delle attività sul mare nella Regione Veneto – Istituzione dell'Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto. L'OAA svolge azione sistemica focalizzata e di controllo sulla progettazione delle attività sul mare, nell'ambito dei compiti istituzionali previsti dalla normativa vigente e delle diverse attività di studio e ricerca avviate a livello regionale al fine di ottimizzare le risorse, di orientare gli investimenti e di stimolare l'impatto transfrontaliero delle iniziative regionali, fornendo nel contempo supporto alle strutture di ARPAV e agli altri laboratori impegnati garantendo l'uniformità delle procedure per la confrontabilità dei dati.
- “INT02-OBAS” - Oceanografia Biologica dell'Adriatico Settentrionale. Il progetto di ricerca prevede la prosecuzione delle attività di monitoraggio, osservazione e misura delle proprietà oceanografiche di base del bacino con una risoluzione spazio-temporale compatibile con l'attività svolta in INTERREG II e nei programmi precedenti. Il progetto, gestito dal CNR-ISMAR di Venezia, prevede l'esecuzione a cadenza mensile di crociere oceanografiche su un reticolo di stazioni distribuite su sei transetti orientati ovest-est dalla costa italiana al limite delle acque internazionali.
- “INT03-InterrMar-Co” - Evoluzione dell'ecosistema marino costiero per lo sviluppo di un sistema integrato di monitoraggio- Anni 2000-2006. Il piano delle ricerche prevede la valutazione dello stato chimico del sistema in base alla presenza di sostanze chimiche pericolose, persistenti e bioaccumulabili che provocano effetti negativi sulle comunità biotiche dell'ecosistema marino costiero (organismi marini, sedimenti), la valutazione dello stato ecologico come espressione della complessità degli ecosistemi acquatici, sia da un punto di vista chimico-fisico delle acque e dei sedimenti che idrologico e morfo-funzionale del corpo idrico stesso. In particolare le attività previste integrano le analisi di routine già in atto introducendo l'acquisizione di informazioni in automatico per un controllo in continuo

dell'ambiente mediante strumentazione ad avanzato livello tecnologico (meda oceanografica), informazioni integrative di carattere igienico sanitario utilizzabili ai fini del controllo sulla qualità delle acque destinate alla balneazione, informazioni e studi ecotossicologici.

- "INT04-Tegnùe" - Le aree di pregio ambientale mirate alla gestione e valorizzazione della risorsa marina: LE TEGNUE DELL'ALTO ADRIATICO. Il progetto è volto alla mappatura georeferenziata delle "tegnùe" e allo studio delle loro caratteristiche principali come dell'ambiente circostante. Tale supporto sarà di grande utilità presso la pubblica amministrazione nelle strategie di programmazione e gestione delle attività collegate alla pesca professionale, all'acquacoltura, alla pesca sportiva, al turismo subacqueo, oltre che alla comunità scientifica, anche archeologica e di tutela ambientale.

A questa ultima linea di progetto si sono aggiunti, nel corso del 2004, ulteriori due finanziamenti sul tema relativi rispettivamente al VI Piano nazionale triennale della Pesca e dell'Acquacoltura e al progetto "Oasi marina di ripopolamento" nell'ambito del Programma Leader Plus "Piano di sviluppo locale dal Sile al Tagliamento". In particolare i due progetti sono:

- "Tegnùe - Regione Settore Primario". Il progetto prevede la localizzazione, lo studio e la caratterizzazione di alcuni biotopi marini particolari al fine della tutela ambientale di aree di particolare pregio naturalistico e la valorizzazione e promozione delle risorse ittiche pregiate.
- "Tegnùe Leader Plus". Il progetto è attuato nell'ambito del Piano Quadro "Caorle: un sistema per vivere le acque", Azione 5 "Risorse naturali"; esso è finalizzato al governo e alla valorizzazione dell'acqua intesa come risorsa naturale e culturale e rappresenta un metodo per sostenere l'interconnessione delle risorse umane, naturali e finanziarie del territorio ai fini di un migliore sfruttamento delle sue potenzialità. In particolare l'obiettivo dell'Azione 5 "Risorse naturali" è la creazione di un'oasi marina di ripopolamento per la salvaguardia, lo studio e il monitoraggio della tegnùa di Porto Falconera.

Inoltre, al fine di pervenire ad un'informazione completa in tempo reale sulla situazione ambientale del bacino, dalla integrazione tra il programma Interreg III e altri programmi attuati da ARPAV, è attiva la Rete Regionale Boe Meteo Marine, che prevede la implementazione di un sistema unico regionale di boe meteo marine. Infine sono in corso altre iniziative progettuali, inerenti il tema mare, quali: progetto Intervento 72 – Campo

Sperimentale a mare, rappresentato da un'area con strutture a fondo duro e protetta da attività di pesca avente come scopi principali la descrizione globale dello sviluppo delle comunità biologiche del sito in relazione alla realizzazione delle opere sommerse, la valutazione della capacità produttiva e dell'impatto mediante bioindicatori, lo studio delle condizioni ambientali e monitoraggio; progetto AdriaMet in collaborazione con il Centro Meteorologico di Teolo, il cui obiettivo primario è quello fornire un nuovo servizio mirato alla vasta utenza turistica e a quella interessata ad attività di pesca dell'area dell'Alto Adriatico e delle zone costiere prospicienti mediante l'emissione di un bollettino integrato con informazioni meteorologiche e sullo stato di qualità delle acque; progetto BIOPRO, un'indagine volta a valutare e caratterizzare l'inquinamento biologico proveniente dagli impianti di trattamento di acque reflue nel territorio della provincia di Venezia; l'istituzione della Banca Dati Mare Veneto in collaborazione con SIRAV, quale principale sistema di gestione del dato, non limitato agli obiettivi del progetto Interreg III, ma strumento di registrazione, accesso e distribuzione di dati relativi all'ambiente marino veneto prodotti nell'ambito di più progetti e attività; collaborazione al progetto "Scambi laguna-mare" in ambito CORILA, sintesi ed integrazione di studi derivanti da diversi progetti per fornire un contributo alla comprensione delle dinamiche di funzionamento dell'ecosistema lagunare e costiero veneto; il Programma operativo di sorveglianza delle mucillagini nell'Adriatico, finanziato da ICRAM in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente attivo da luglio a ottobre 2004, avente come finalità il monitoraggio e il controllo del fenomeno delle mucillagini.

2 LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO

Nell'anno 2004 l'Agenzia per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto attraverso l'Osservatorio ha proseguito le attività di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero sulla Rete Regionale della Regione Veneto 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 192/2004 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 (Decreto Regionale n. 219/2004)
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 sul tema
7. Attuazione di iniziative di ricerca scientifica e sviluppo, in recepimento della Direttiva Europea 2000/60.

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

In questo report vengono presentati i dati rilevati nel corso dell'anno 2004, con campionamenti a cadenza mensile da gennaio a maggio e da ottobre a dicembre, e quindicinale da giugno a settembre (Tab. 1).

Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2004 sulla Rete Regionale del Veneto

CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI anno 2004		
Campagna	Date di campionamento	Transetti campionati
Campagna 01	07,08,12,20,21 gennaio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 02	03,04,05,09,10,11 febbraio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 03	04,15,16,17 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 04	01,05,08,19,23,20 aprile	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 05	03,10,11,17,19 maggio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 06A	03,04,07,08 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 06B	16,18,22,23 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 07A	01,05,06,08 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 07B	16,19,20,21 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 08A	02,03,04,05 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 08B	16, 17, 23,24 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 09A	02, 03, 07, 08 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 09B	20,21,22,23 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 10	05, 06, 07, 08, 18 ottobre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 11	03,16, 18, 22 novembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 12	01,02,03,06 dicembre	008-024-040-053-056-064-072-601

La rete di monitoraggio delle acque marino-costiere è costituita da un reticolo di 24 stazioni per il campionamento sulla matrice acqua, distribuite su otto transetti perpendicolari alla costa; ciascun transetto è costituito da tre stazioni poste rispettivamente a 500 m, 926 m e 3704 m dalla costa (Tab. 2 e Fig. 1). Ad esse si aggiungono, in prossimità di ciascun transetto, le stazioni di campionamento per le matrici biota, sedimento, benthos e sedimento per ecotossicologia (quest'ultima posizionata al fondo della stazione monitorata per la matrice acqua a 500 m dalla costa), per un totale di 56 stazioni di campionamento.

Tabella 2: Elenco delle stazioni di campionamento su matrice acqua alle varie distanze dalla costa.

Transetto	Provincia	Comune	Descrizione località	Distanza dalla costa		
				500 m	926 m	3704 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
053	VE	Venezia	Direzione S. Pietro in Volta	10530	20530	30530
056	VE	Venezia	direzione spiaggia Ca' Roman Pellestrina	10560	20560	30560
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
601	RO	Porto Tolle	direzione foce Po di Pila	16010	26010	36010

Rete regionale di monitoraggio delle acque marino costiere della Regione del Veneto

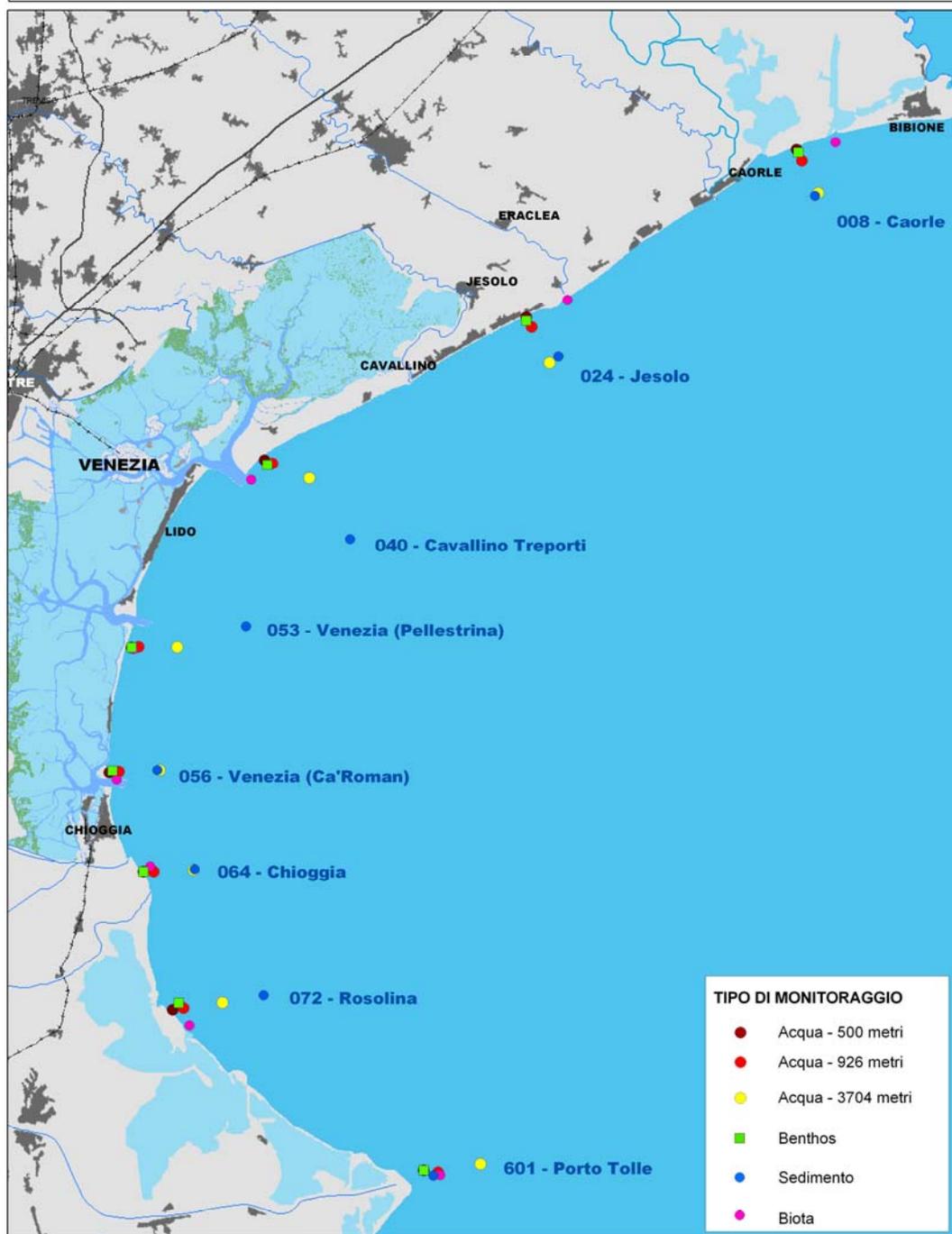


Figura 1: Localizzazione delle stazioni di campionamento della Rete Regionale del Veneto

3 I PARAMETRI INDAGATI¹

3.1 DESCRIZIONE

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

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

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

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

quindi di valutare in maniera approssimativa il grado di mineralizzazione dell'acqua. Valori troppo elevati di conducibilità possono risultare dannosi alla vita acquatica.

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 (carezza 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

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).

è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla *a* ed ossigeno disciolto). Il TRIX esprime, attraverso una scala da 2 a 8, il 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.

3.2 METODI

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

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

Le variabili fisico-chimiche e la concentrazione di clorofilla *a* sono state registrate, in tempo reale, rispettivamente mediante sonda multiparametrica Idronaut Ocean Seven Mod. 316 e fluorimetro Seatech. La funzionalità della sonda è stata certificata dalla ditta fornitrice attraverso intercalibrazione con una sonda di riferimento.

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

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

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

L'elaborazione statistica e grafica dei dati raccolti è stata realizzata con l'ausilio dei programmi del pacchetto Office 2003, Statistica 6.0 di Statsoft e Surfer 8 della Golden Software.

4 ANALISI DEI RISULTATI

Il periodo oggetto di questa indagine è l'anno 2004, che ha visto lo svolgimento di sedici campagne di monitoraggio sugli otto transetti della Rete Regionale del Veneto, con raccolta di dati acquisiti direttamente in campo e di campioni da analizzare in laboratorio utilizzando come metodiche di riferimento quelle indicate dal Ministero dell'Ambiente - Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001).

4.1 MATRICE ACQUA

In questa sede vengono analizzati i dati rilevati su campioni di superficie della sola matrice acqua. 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 2004

Parametro	Unità di misura	N	Media	Mediana	Minimo	Massimo	SD
Temperatura acqua	°C	384	17,74	20,66	4,46	27,64	7,07
Conducibilità	mS/cm	384	41,15	42,09	9,24	55,40	9,28
Salinità	PSU	384	31,01	32,64	7,45	36,68	5,10
Ossigeno disciolto	% saturazione	384	97,02	95,25	60,50	190,30	14,84
Ossigeno disciolto	ppm	384	7,75	7,51	5,29	20,99	1,46
pH	unità	384	8,21	8,21	7,94	8,75	0,11
Potenziale redox	mV	384	288,55	256,80	163,20	1003,80	115,36
Clorofilla "a" (sonda)	µg/l	384	0,97	0,60	< L.R.	31,10	1,82
Clorofilla "a" (analitica)	µg/l	384	2,74	1,60	0,30	25,60	3,21
Torbidità	NTU	384	3,32	2,20	0,00	46,50	4,73
Trasparenza	metri	384	3,13	2,50	0,50	15,00	1,75
Azoto ammoniacale (N-NH ₃)	µg/l	384	22,34	16,28	< L.R.	198,22	23,71
Azoto nitroso (N-NO ₂)	µg/l	384	8,55	5,93	< L.R.	104,25	10,09
Azoto nitrico (N-NO ₃)	µg/l	384	285,55	132,95	< L.R.	3544,25	462,44
Azoto totale (N Tot.)	µg/l	384	532,87	380,57	27,00	4234,36	575,67
Fosfati (P-PO ₄)	µg/l	384	4,30	1,80	< L.R.	52,50	6,89
Fosforo totale (P Tot.)	µg/l	384	22,11	15,50	< L.R.	197,80	21,11
Silicati (Si-SiO ₄)	µg/l	384	317,29	245,67	< L.R.	1794,98	269,01
Diatomee	n° cell/l	122	1516637	388139	2181	27922072	3423409
Dinoflagellate	n° cell/l	122	62249	47972	0	256216	49891
Altro Fitoplancton	n° cell/l	122	730871	608377	3880	2991728	492014
Fitoplancton Totale	n° cell/l	122	2309756	1450072	8280	28434503	3410546

Parametro	Unità di misura	N	Media	Mediana	Minimo	Massimo	SD
Cladoceri	numero/m ³	126	1072,1	50,8	0,0	20288,7	2847,1
Copepodi	numero/m ³	126	2244,9	1130,1	2,1	22955,6	3604,6
Altro Mesozooplankton	numero/m ³	126	384,9	205,4	1,7	1778,2	424,9
Mesozooplankton Totale	numero/m ³	126	3701,8	1888,0	4,9	24380,0	4946,7
Enterococchi	(UFC/100 ml)	96	22,6	0,0	0	1060	112,4
TRIX (Chla sonda)	unità	384	3,16	3,13	2,39	4,24	0,37
TRIX (Chla analitica)	unità	384	3,17	3,13	2,40	4,24	0,37

Legenda:

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

4.1.1 TRASPARENZA

I valori di trasparenza nel periodo indagato sono compresi tra un massimo di 15 metri, rilevato presso la stazione 30240 nella seconda campagna di luglio e valori minimi pari a 0.5 metri in 9 casi su 384 (2.3%), con un valore medio di 3.13 m.

In figura 2 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa. Le stazioni poste a 500 m dalla linea di costa presentano bassa batimetria (mediamente 3 m) in relazione alla struttura del fondo, che degrada lentamente con l'allontanamento dalla costa raggiungendo valori medi di circa 7 m alle stazioni a 0.5 miglia nautiche fino ad una media di 16 m presso le stazioni più al largo (2.0 mn). Pertanto l'intervallo di confidenza risulta più elevato laddove maggiore è la batimetria del fondale, in relazione anche al minore influsso dovuto agli apporti terrigeni dai fiumi; quest'ultimo si evidenzia dall'avvicinarsi dei valori medi calcolati alle diverse distanze dalla costa in periodi caratterizzati da condizioni meteorologiche intense (elevata piovosità, apporti fluviali più intensi e mare mosso), ad esempio nelle campagne di marzo, giugno (06A), agosto (08A).

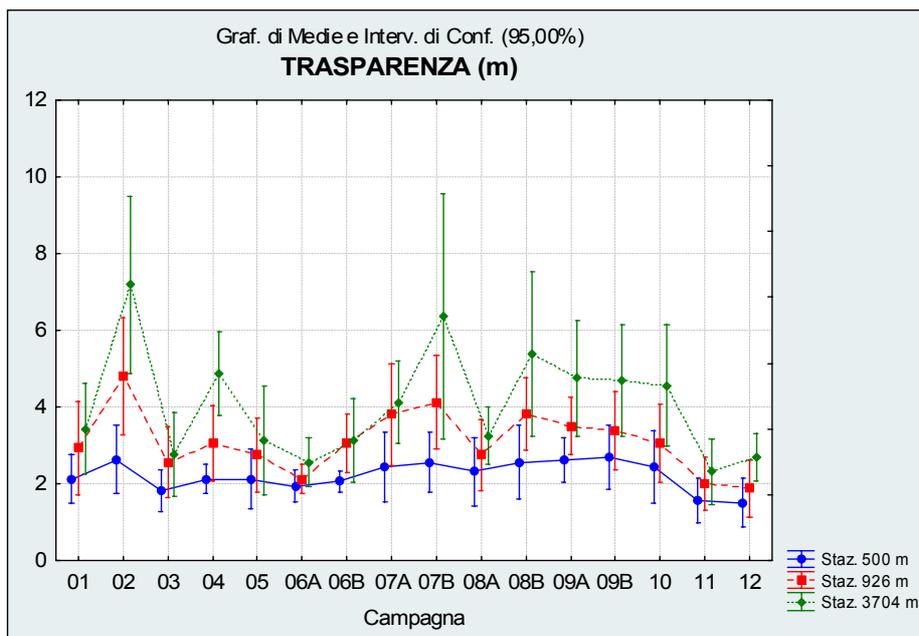


Figura 2: Valori medi di trasparenza (m) e relativo intervallo di confidenza (95%) per campagna di rilevamento e misura alle diverse distanze dalla costa.

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, in direzione sud e in particolare a sud di Chioggia dove sono presenti le foci dei maggiori fiumi della regione. Ciò risulta evidente nella zona fronte Po, dove il transetto 601 (Po di Pila) risente fortemente dell'influenza delle acque del fiume anche alla stazione più esterna (2.0 miglia nautiche). Situazione diversa si osserva al transetto 053, situato nella zona antistante il lido di Venezia (località S. Pietro in Volta) e non soggetto a influenze fluviali, che presenta valori medi annui di trasparenza uniformi alle varie distanze dalla costa (la profondità alla stazione sottocosta è pari a 5.0 m).

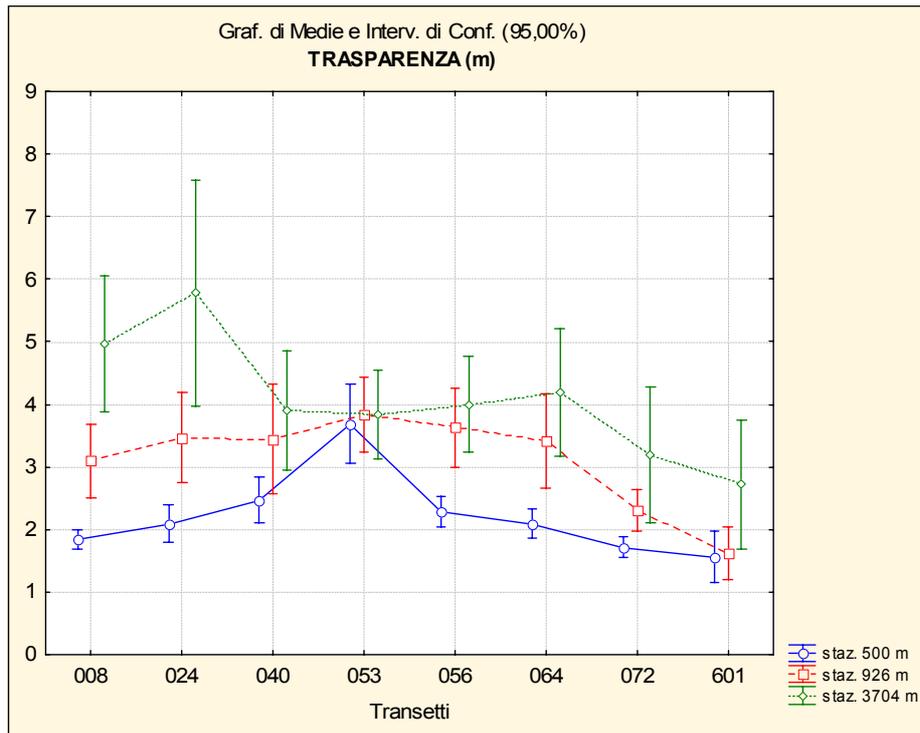


Figura 3: Valori medi di trasparenza (m) per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa.

4.1.2 TEMPERATURA

In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è di 17.74 °C, con un minimo di 4.46 alla stazione 30400 nel mese di febbraio ed un massimo di 27.64 nella stazione 20240 nella prima 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).

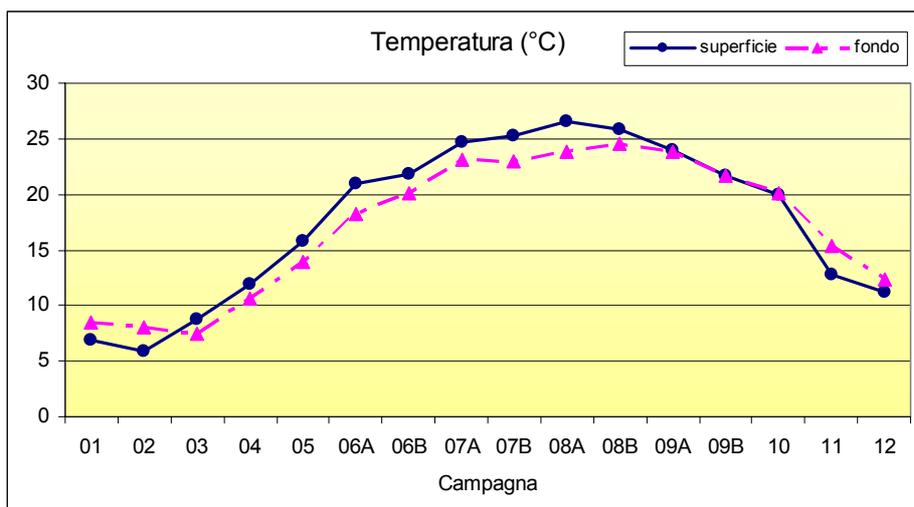


Figura 4: Valori medi di temperatura (°C) per campagna di rilevamento in superficie e al fondo.

In figura 5 si riporta la temperatura media per transetto alle diverse distanze dalla costa; come si può osservare, i transetti localizzati a sud di Chioggia (Fig. 1), soggetti alla presenza dei grossi apporti fluviali ivi presenti, mostrano valori di temperature medie inferiori rispetto ai transetti più a nord e, soprattutto al transetto 064, evidente risulta il gradiente con la distanza dalla costa: temperature più basse alla stazione a 500 m e via via più alto verso le stazioni più esterne.

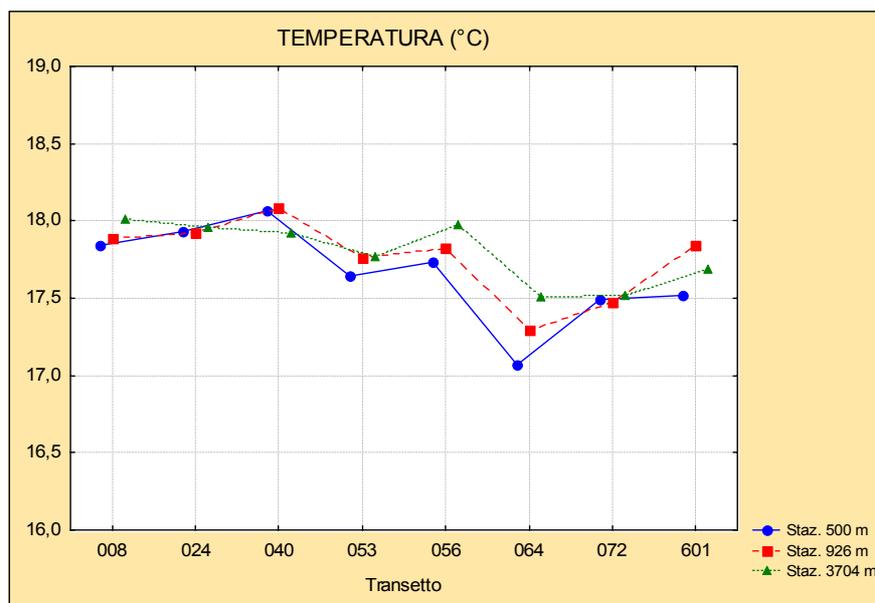


Figura 5: Valori medi di temperatura per transetto alle diverse distanze dalla costa.

4.1.3 SALINITA'

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra un minimo di 7.45 PSU (stazione 26010 a marzo) e un massimo di 36.68 PSU (stazione 30240 nel mese di ottobre), con un valore medio di 31.01 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 valori medi di salinità inferiori a 30 PSU nei mesi di marzo, maggio e giugno; dalla seconda campagna di giugno i valori medi si mantengono superiori ai 32 PSU, con un brusco abbassamento nel mese di novembre a causa delle precipitazioni nella prima quindicina del mese che hanno determinato la presenza di acque fortemente diluite.

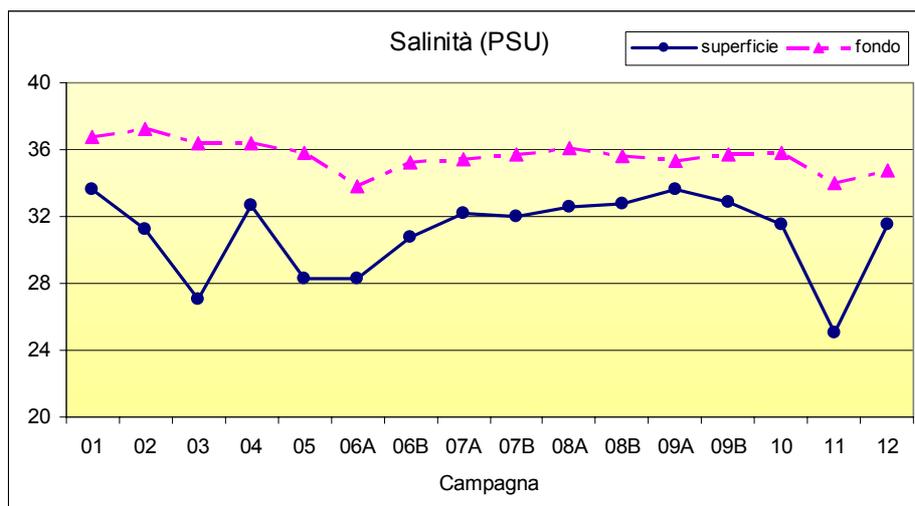


Figura 6: Salinità medie (PSU) in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.

Dalla figura 7, in cui si riportano i valori medi di salinità per transetto alle diverse distanze dalla costa, si osserva come l'area antistante la laguna di Venezia presenti valori medi di salinità elevati e uniformi alle tre distanze; subito a sud di Chioggia le concentrazioni si abbassano di molto in relazione al maggiore afflusso di acque dolci nella zona, e in modo più accentuato presso le stazioni vicine alla costa, mentre aumenta la dispersione dei valori puntiformi. I transetti posizionati nel tratto di costa a nord della laguna di Venezia presentano una situazione intermedia, con valori di salinità più bassi rispetto alle

zone di mare prospicienti la laguna; i gradienti longitudinali risultano particolarmente accentuati presso il transetto 024, localizzato presso la foce del fiume Sile.

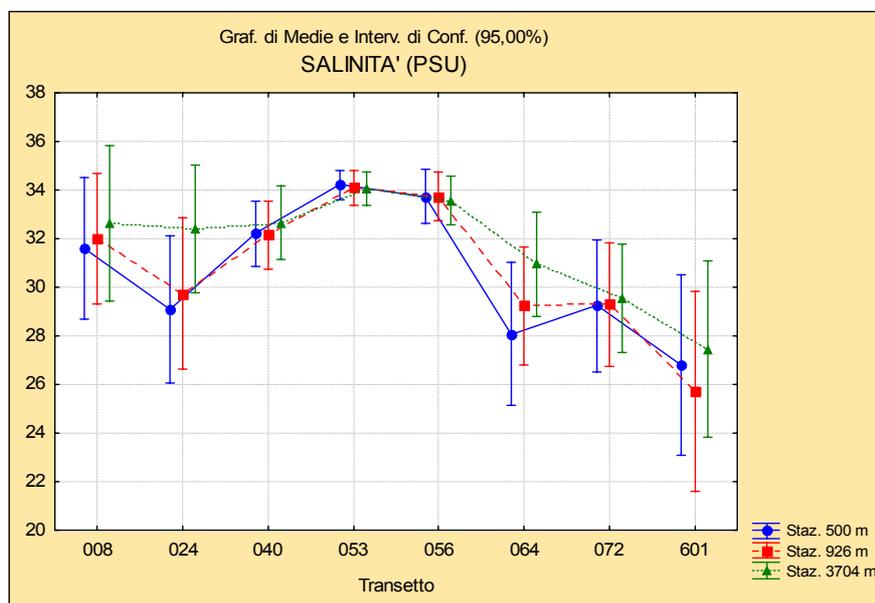


Figura 7: Valori medi di salinità per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.4 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 8.21 unità di pH, un massimo di 8.75 (stazione 36010 a febbraio) ed un minimo di 7.94 (stazione 30400 a marzo).

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 più bassi al fondo rispetto a quelli di superficie. Particolarmente elevati risultano i valori medi riscontrati nella prima campagna di giugno, sia in superficie che al fondo. 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 di valori nei transetti a sud di Chioggia.

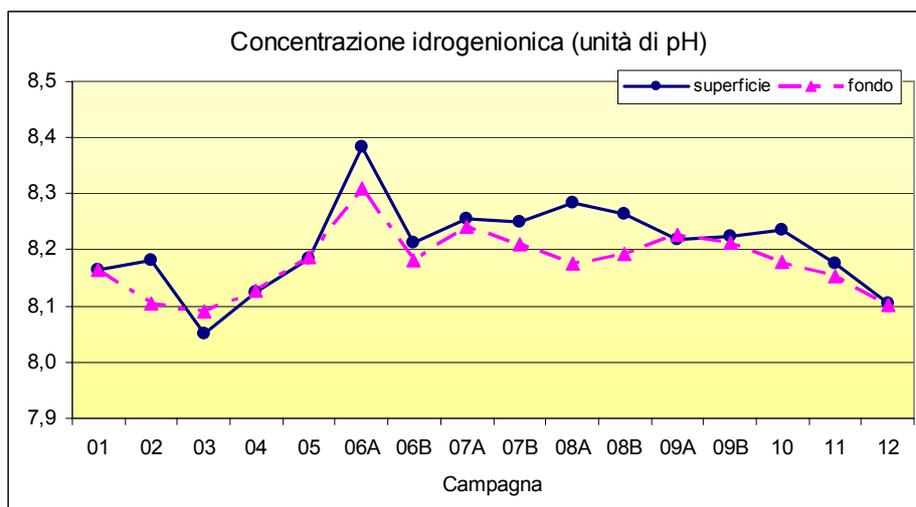


Figura 8: Valori medi di pH in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.

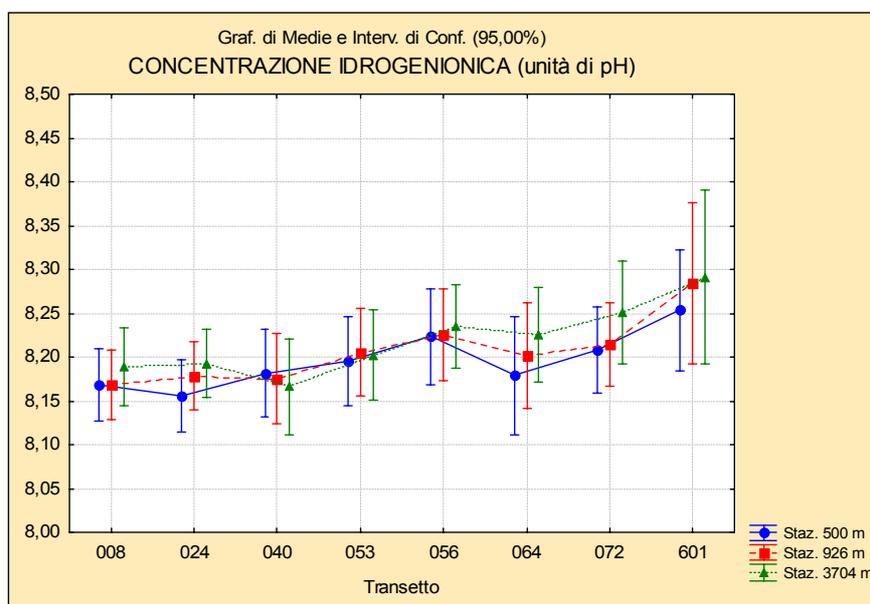


Figura 9: Valori medi di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.5 OSSIGENO DISCIOLTO

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 97.02% con un minimo di 60.50% alla stazione 10080 nel mese di dicembre ed un massimo di 190.30% alla stazione 36010 nella campagna di febbraio. Al fondo i valori sono variati da 41.70% a 156.30%, con una media annuale pari a 91.22%.

La figura 10 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie ed al fondo. I valori di superficie si mantengono al disotto del livello di saturazione fino a marzo,

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 il pH, particolarmente elevati risultano i valori medi calcolati in superficie e al fondo nella prima campagna di giugno.

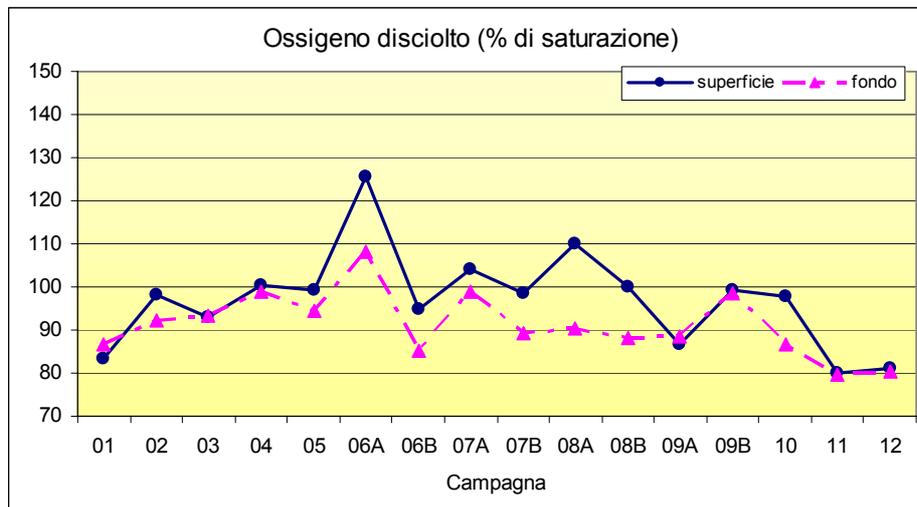


Figura 10: Valori medi di ossigeno disciolto (%) in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.

Nella figura 11 si riporta l'andamento medio dell'ossigeno disciolto per transetto alle varie distanze dalla costa; dalla figura si evidenzia una tendenza all'aumento dei valori in direzione nord-sud; particolarmente elevate le concentrazioni di ossigeno disciolto in tutte le stazioni del transetto 601, localizzato nell'area antistante la foce del Po di Pila.

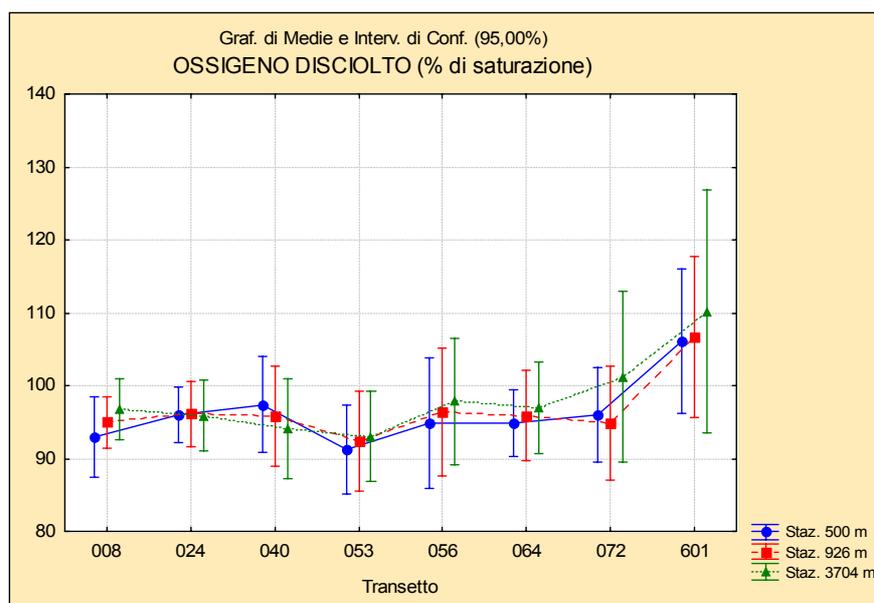


Figura 11: Valori medi di ossigeno disciolto per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.6 TORBIDITA'

In superficie il valore medio di torbidità riscontrato è di 3.32 NTU con un minimo di 0.00 nel 2.9% dei casi ed un massimo di 46.50 alla stazione 26010 nel mese di maggio.

La figura 12 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie e al fondo; i valori medi nel corso dei primi mesi dell'anno risultano molto variabili, mentre nel periodo estivo, in relazione al ridotto apporto fluviale, si riscontrano i valori più bassi. A novembre e dicembre si raggiungono i valori più elevati sia in superficie che al fondo.

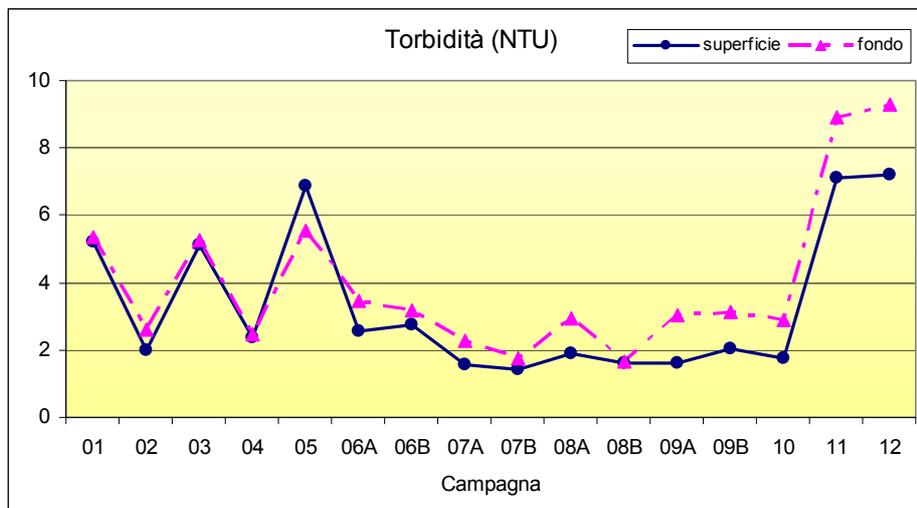


Figura 12: Valori medi di torbidità (NTU) in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.

In figura 13 è riportato l'andamento medio per transetto alle diverse distanze dalla costa; risultano particolarmente elevati i valori presso le stazioni del transetto 601 antistante la foce del Po di Pila. Le stazioni più distanti dalla linea di costa (3704 m) presentano i valori minori di torbidità, in quanto meno influenzate dagli apporti di acque fluviali.

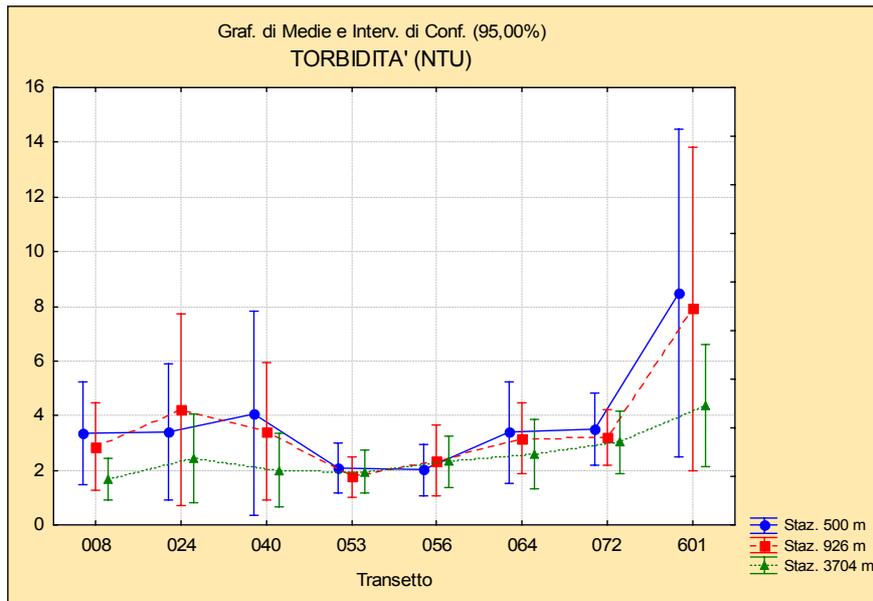


Figura 13: Valori medi di torbidità (NTU) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.7 CONDUCTIBILITA' ELETTRICA

In superficie il valore medio di conducibilità elettrica riscontrato è di 41.15 mS/cm con un minimo di 9.24, alla stazione 26010 nel mese di marzo, ed un massimo di 55.40 alla stazione 30400 nella prima campagna del mese di agosto. La figura 14 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie, con valori più elevati nel periodo estivo.

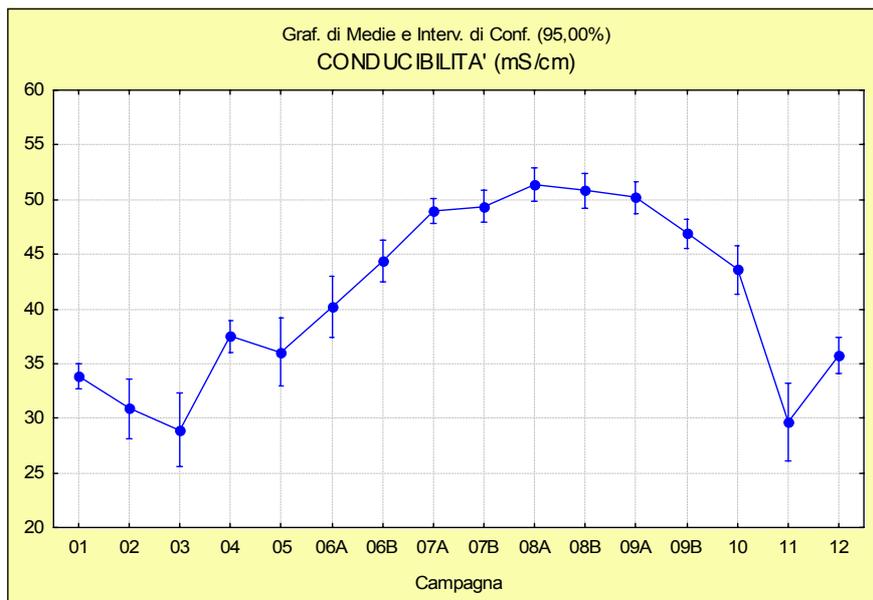


Figura 14: Valori medi di conducibilità elettrica (mS/cm) in superficie per campagna di rilevamento.

La figura 15 mostra l'andamento dei valori medi di conducibilità per transetto alle diverse distanze dalla costa, evidenziando come le stazioni situate nel tratto di mare a sud di Chioggia, ove sboccano fiumi di ampia portata, presentino una netta riduzione dei valori.

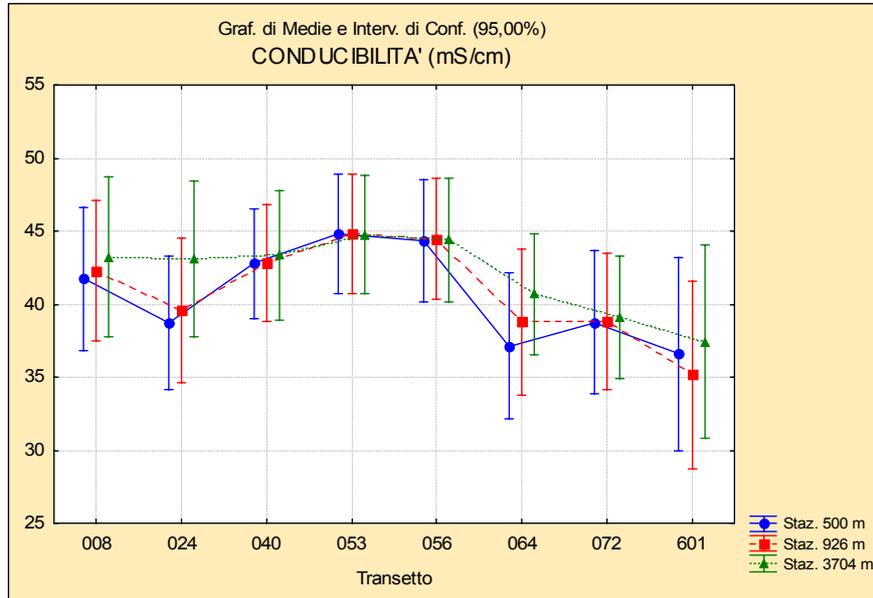


Figura 15: Valori medi di conducibilità elettrica (mS/cm) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.8 POTENZIALE REDOX

In superficie il valore medio di potenziale redox riscontrato è di 288.55 mV con un minimo di 163.20, alla stazione 30240 nella campagna di aprile, ed un massimo di 1003.80 alla stazione 10080 nella prima campagna di giugno.

La figura 16 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie e al fondo; risulta evidente la quasi completa coincidenza dei valori di fondo con quelli di superficie e, in entrambi i casi, si osserva un picco di valori nella seconda campagna di agosto.

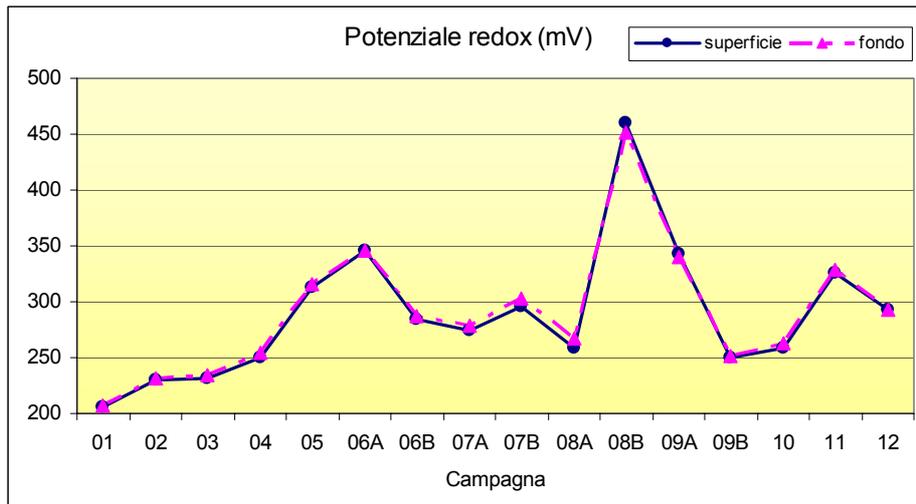


Figura 16: Valori medi di potenziale redox (mV) in superficie e al fondo per campagna di rilevamento

In figura 17 si riporta l'andamento medio per transetto, da cui risulta evidente come i valori più bassi siano registrati nell'area antistante la laguna di Venezia.

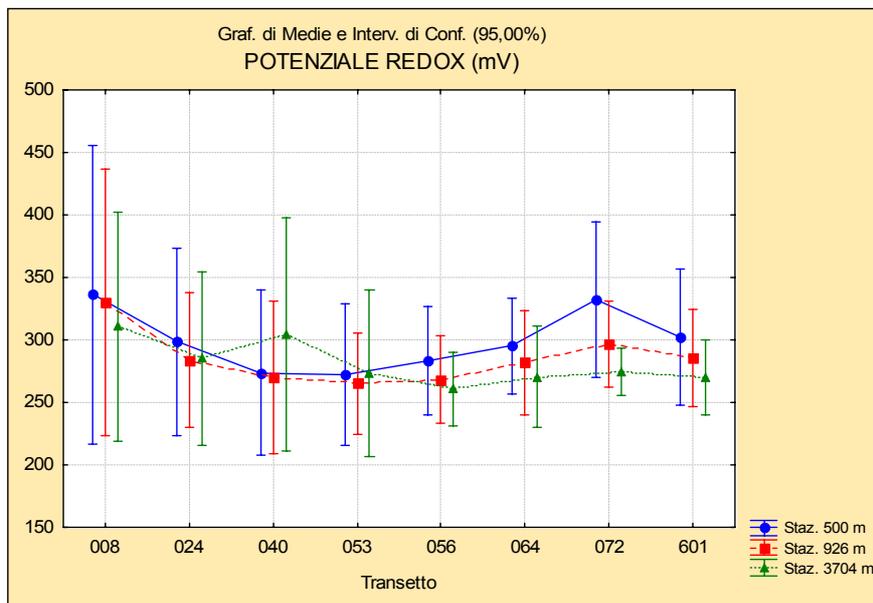


Figura 17: Valori medi di potenziale redox (mV) per transetto e alle diverse distanze dalla costa

4.1.9 AZOTO AMMONIACALE

In superficie la concentrazione media annua di azoto ammoniacale è stata pari a 22.34 $\mu\text{g/l}$ con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (7.75 $\mu\text{g/l}$) nel 19,0% dei casi (contro il 68.7% rilevato nel 2003) ed un valore massimo di 198.22 $\mu\text{g/l}$ nella stazione 10640 nel mese di marzo; i valori massimi di concentrazione per i macronutrienti indagati sono stati rilevati tutti nel mese di marzo.

Dall'andamento delle concentrazioni medie per campagna si rilevano valori particolarmente elevati nei mesi di marzo e novembre (Fig. 18), mentre dall'andamento per transetto si nota un aumento delle concentrazioni nei transetti a sud del porto di Chioggia, maggiormente influenzati da apporti fluviali; particolarmente elevate risultano le concentrazioni rilevate a tutte le stazioni del transetto 064 influenzato dagli apporti dell'Adige (Fig. 19). In questo transetto è inoltre maggiore la dispersione dei valori puntiformi di concentrazione di azoto ammoniacale misurati nelle tre stazioni.

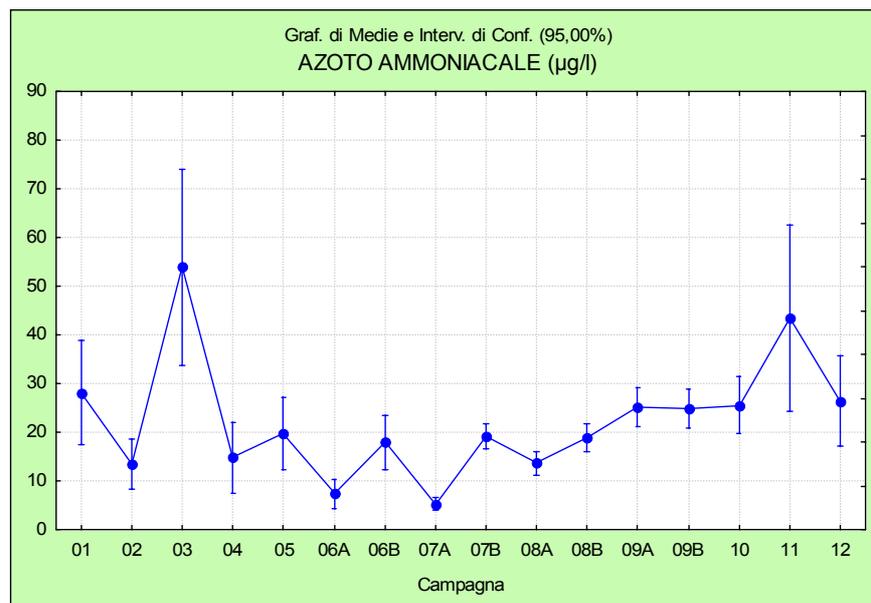


Figura 18: Valori medi di azoto ammoniacale in superficie per campagna di rilevamento.

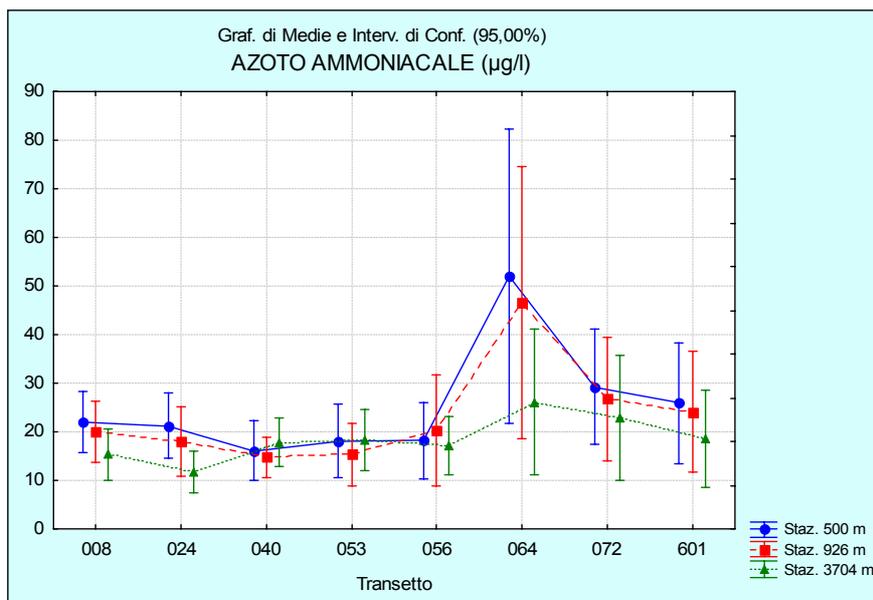


Figura 19: Valori medi di azoto ammoniacale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.10 AZOTO NITRICO

In superficie la concentrazione media di azoto nitrico è di $285.55 \mu\text{g/l}$ con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento ($11.20 \mu\text{g/l}$) nel 15,4% dei casi (contro il 24,2% nel 2003), ed un valore massimo di $3544.25 \mu\text{g/l}$ nella stazione 10640 nel mese di marzo.

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. Il picco rilevato nel mese di marzo è dovuto alla presenza di concentrazioni elevate registrate in conseguenza a fenomeni di precipitazioni verificatisi nel periodo, a conferma dell'origine esogena di tale nutriente. Tipicamente basse si sono mostrate le concentrazioni nel periodo estivo.

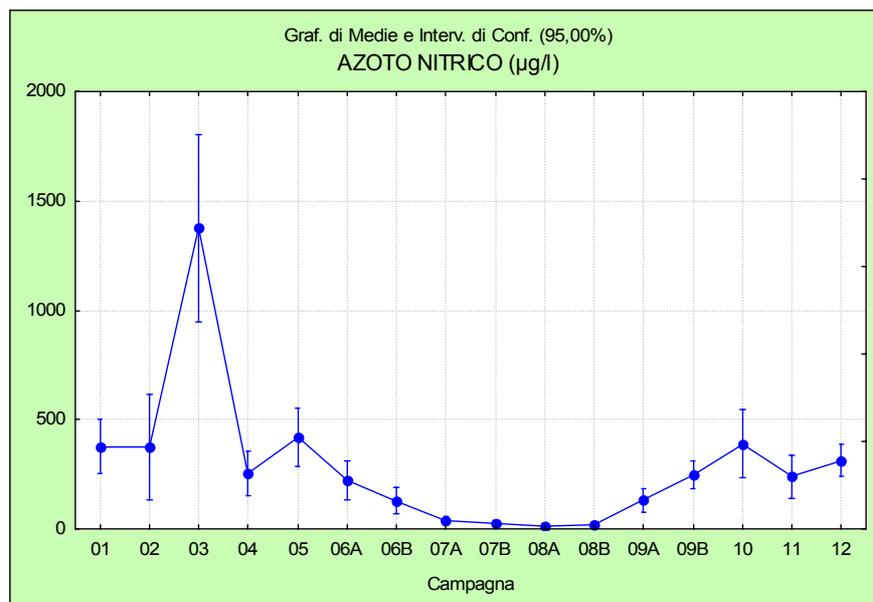


Figura 20: Valori medi di azoto nitrico in superficie per campagna di rilevamento.

Dalla figura 21 si evidenzia un aumento delle concentrazioni di questo nutriente procedendo da nord verso sud, con valori medi più bassi nell'area antistante la laguna di Venezia, e con valori particolarmente elevati nei transetti antistanti foci di principali fiumi del Veneto (064, 072 e 601).

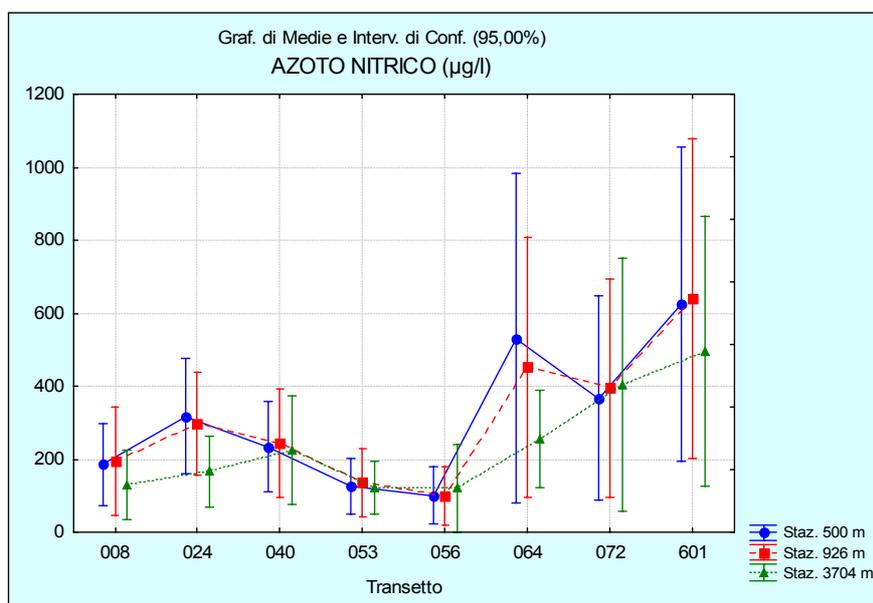


Figura 21: Valori medi di azoto nitrico per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.11 AZOTO NITROSO

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di 8.55 $\mu\text{g/l}$ con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.52 $\mu\text{g/l}$) nel 6,8% dei casi (contro il 24.0% dell'anno precedente) ed un valore massimo di 104.25 $\mu\text{g/l}$ nella stazione 26010 nella campagna di marzo.

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, con un picco di concentrazioni a marzo.

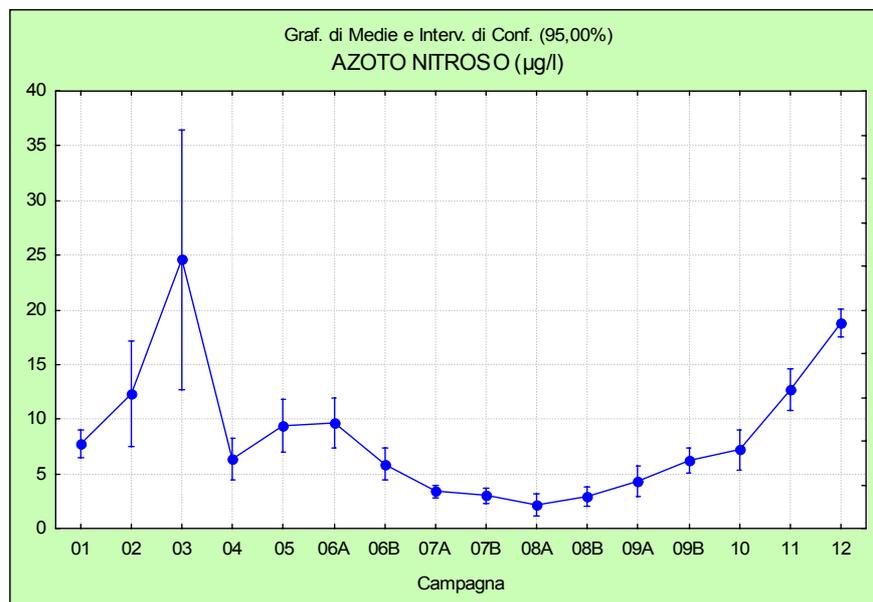


Figura 22: Valori medi di azoto nitroso in superficie per campagna di rilevamento.

Dalla figura 23 è da notare la presenza di valori medi particolarmente elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia. In particolare il transetto 064, influenzato dalla presenza della foce del fiume Adige, presenta valori particolarmente elevati soprattutto nella stazione più vicina alla costa (500 m); il transetto 601 (antistante la foce del Po di Pila) mostra le concentrazioni più elevate a tutte le distanze dalla costa.

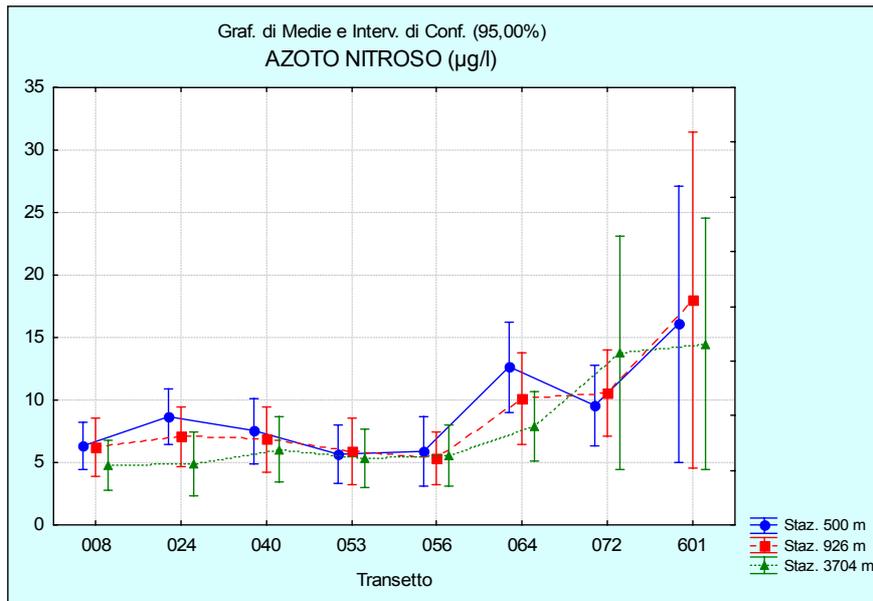


Figura 23: Valori medi di azoto nitroso per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.12 AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 532.87 µg/l, con un valore minimo pari a 27.00 µg/l alla stazione 30240 nella prima campagna di agosto ed un valore massimo di 4234.36 µg/l nella stazione 36010 nel mese di marzo. 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, con un picco a marzo (Fig. 24).

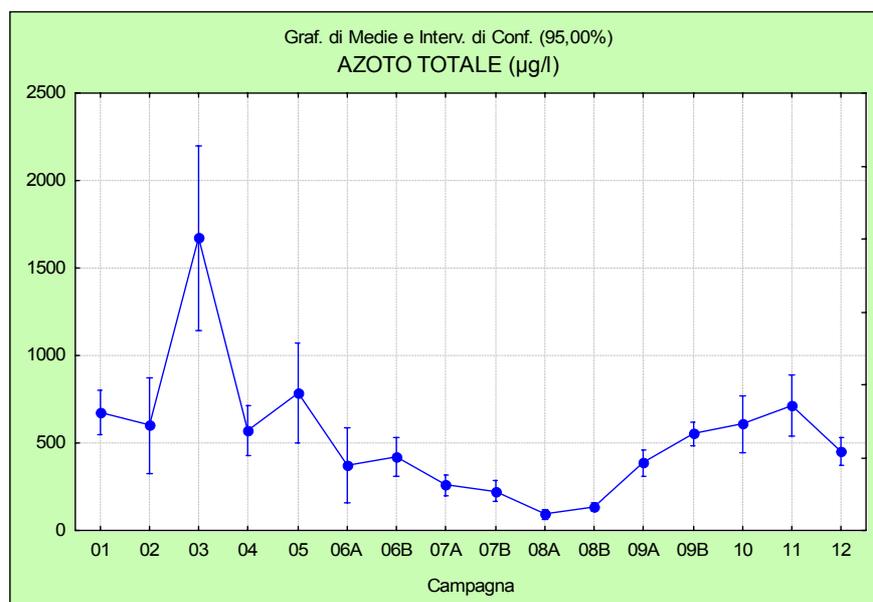


Figura 24: Valori medi di azoto totale in superficie per campagna di rilevamento.

Per quanto riguarda l'andamento per transetto si osserva ancora una volta un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali: transetto 024 a nord (foce del Sile) e soprattutto quelli localizzati a sud di Chioggia (064, 072, 601) (Fig. 25).

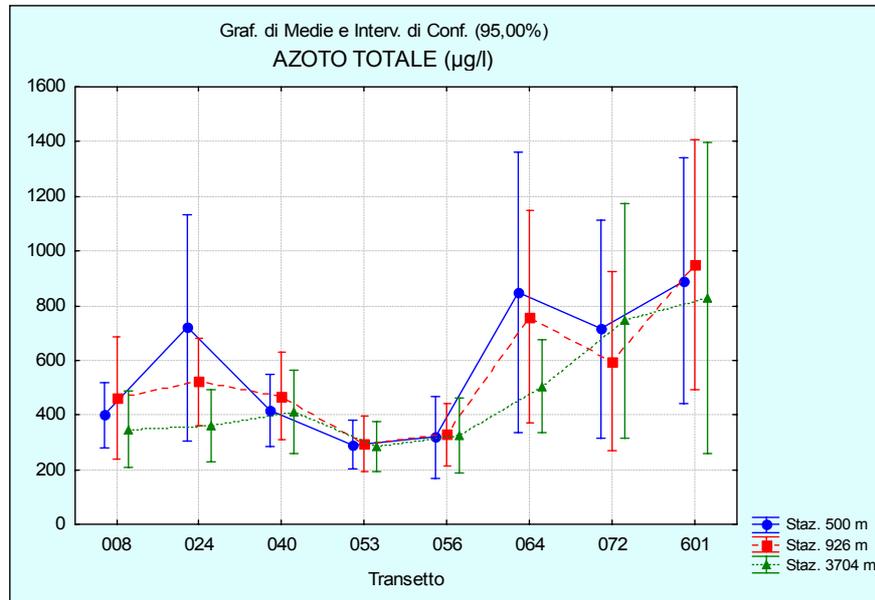


Figura 25: Valori medi di azoto totale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.13 SILICIO DA ORTOSILICATI

Il valore medio di silicio da ortosilicati osservato in superficie è di 317.29 µg/l con un massimo di 1794.98 (stazione 26010 nel mese di marzo) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (7.96 µg/l) rilevato alla stazione 10400 nella prima campagna di agosto.

In figura 26 si riportano i valori medi di silicio da ortosilicati nelle varie campagne; ancora una volta si osserva un andamento tipico stagionale ma meno delineato rispetto a quanto già evidenziato per l'azoto nitrico (Fig. 20) e nitroso (Fig. 22), diretta conseguenza di eventi occasionali di precipitazione.

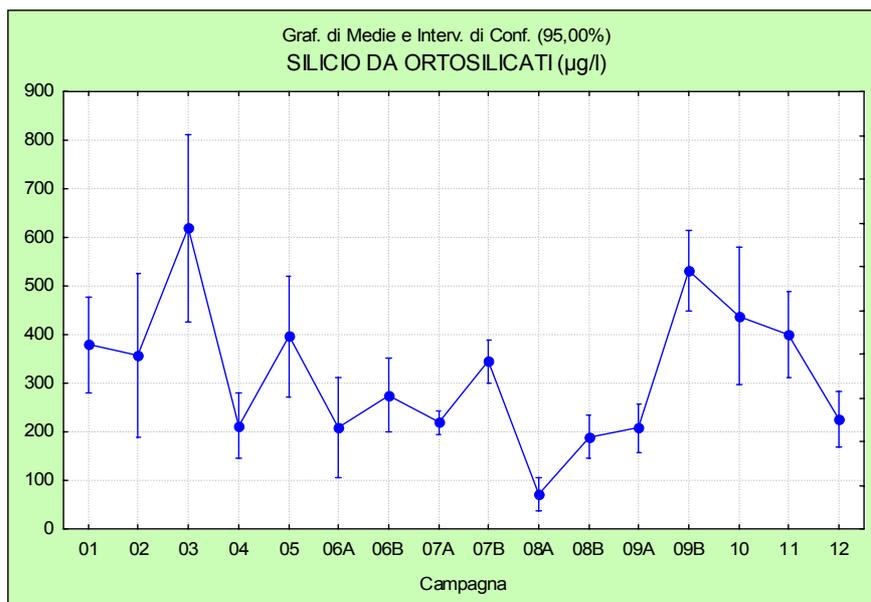


Figura 26: Valori medi di silicio da ortosilicati in superficie per campagna di rilevamento.

Dall'andamento per transetto (Fig. 27) si nota ancora, come per gli altri nutrienti, un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali: 064, 072 e soprattutto quello di fronte alla foce del Po di Pila (601). Tale influenza risulta evidente dalla forte correlazione inversa del silicio da ortosilicati con la salinità ($r = -0.68$), rilevabile anche per azoto totale ($r = -0.70$) e azoto nitrico ($r = -0.58$) nelle stazioni a 500 m dalla costa; tale correlazione si mantiene anche nelle stazioni più al largo.

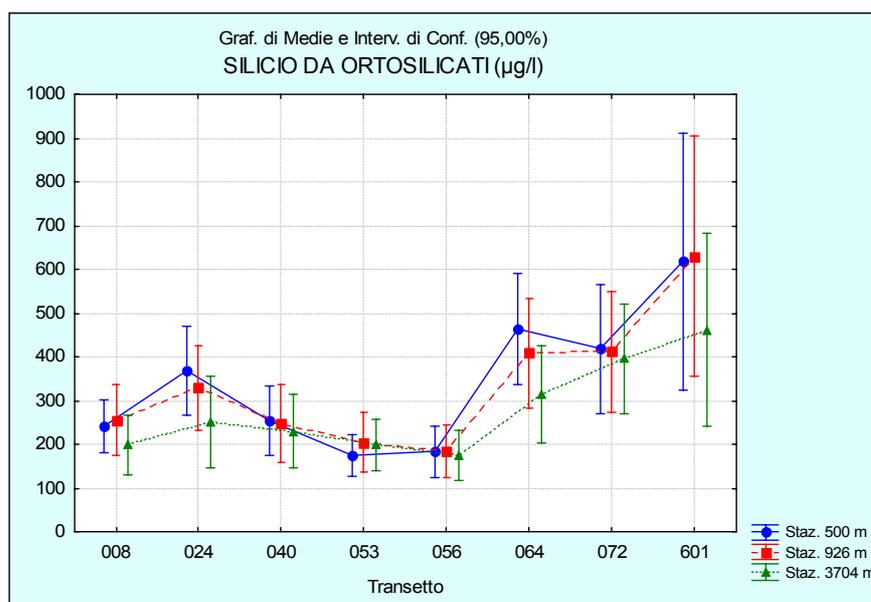


Figura 27: Valori medi di silicio da ortosilicati per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.14 FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di 4.30 µg/l con un massimo di 52.50 µg/l (stazione 26010 nel mese di marzo) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.0 µg/l) nel 33.9% dei casi (contro il 47.3% del 2003).

L'andamento stagionale delle concentrazioni di fosforo (Fig. 28) mostra, come già visto per gli altri nutrienti, una situazione abbastanza tipica con valori elevati nei mesi invernali e tardo autunnali, ad eccezione di picchi di concentrazione rilevati ancora una volta a marzo e, occasionalmente, nella prima campagna di luglio con concentrazioni elevate presso tutte le stazioni monitorate.

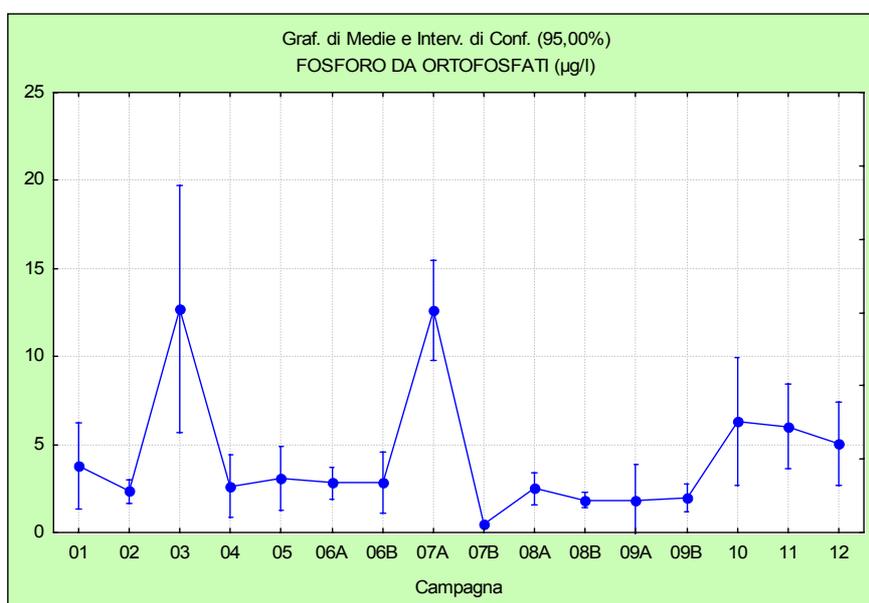


Figura 28: Valori medi di silicio da ortosilicati in superficie per campagna di rilevamento.

La distribuzione dei dati medi lungo la costa alle diverse distanze evidenzia valori più elevati ancora una volta nella zona costiera a sud di Chioggia, in particolare presso i transetti 064 e 601, influenzati dai cospicui apporti dei fiumi Brenta-Bacchiglione, Adige e soprattutto Po (Fig. 29).

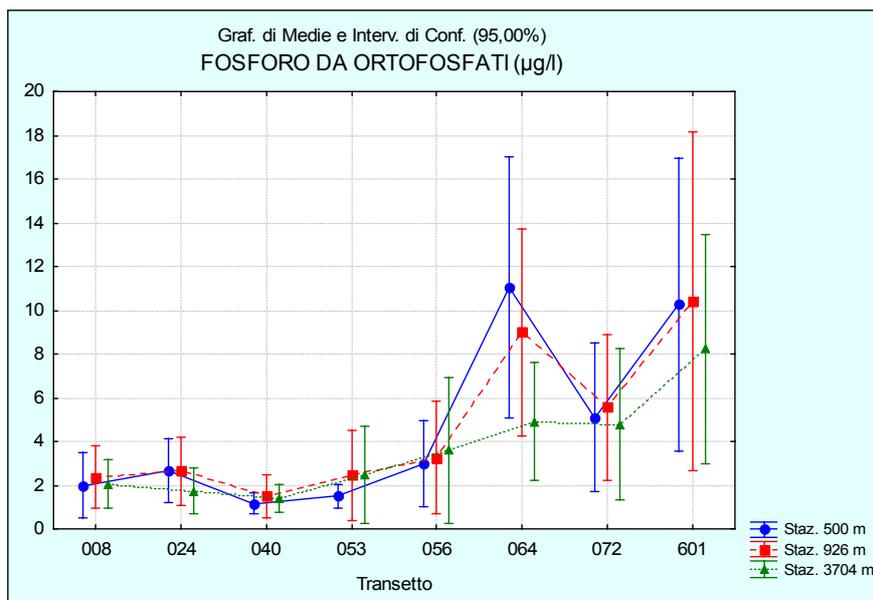


Figura 29: Valori medi di fosforo da ortofosfati per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.15 FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di $22.11 \mu\text{g/l}$ con un massimo di $197.80 \mu\text{g/l}$ (stazione 30530 nella seconda campagna di giugno) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento ($1.0 \mu\text{g/l}$) nello 0.8% dei casi.

L'andamento per ciclo di rilevamento si presenta abbastanza costante nel periodo indagato (Fig. 30), con i valori medi più alti nel mese di marzo e soprattutto, come già rilevato per il fosforo da ortofosfati, nella prima campagna di luglio; quest'ultima ha registrato livelli di fosforo totale elevati presso tutte le stazioni monitorate.

Come per gli altri nutrienti, la distribuzione lungo la costa evidenzia valori decisamente più elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia in particolare 064 e 601, quest'ultimo con concentrazioni che restano alte anche alle stazioni più distanti dalla costa per l'estesa influenza delle acque del Po (Fig. 31).

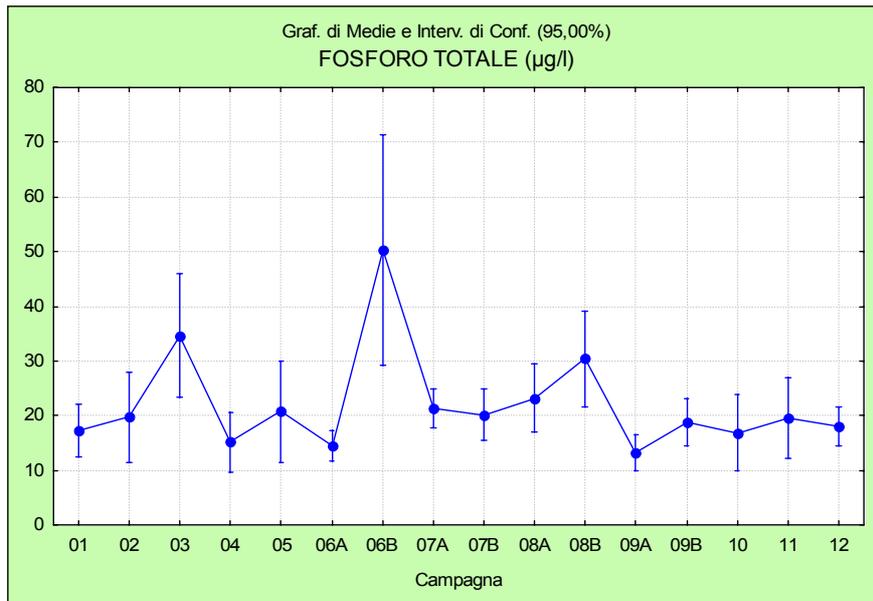


Figura 30: Valori medi di fosforo totale in superficie per campagna di rilevamento.

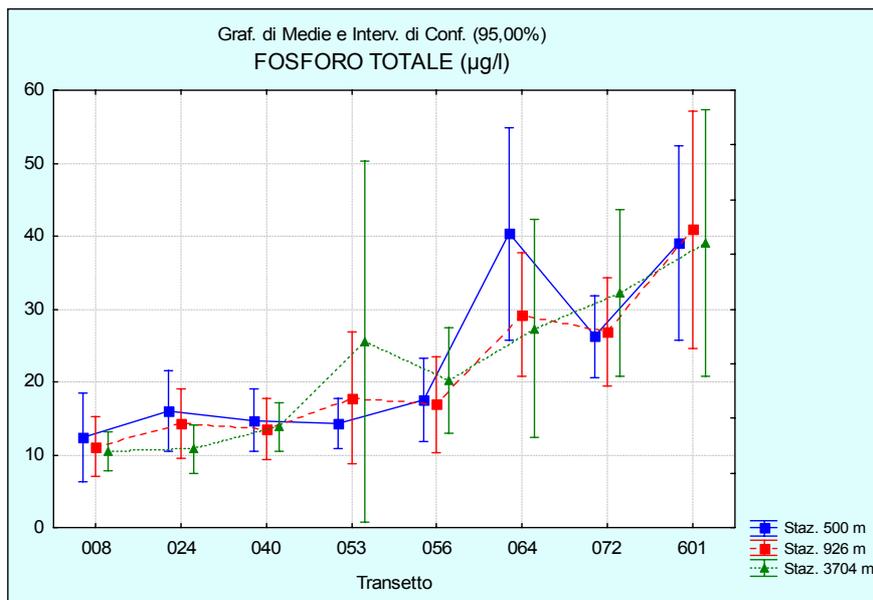


Figura 31: Valori medi di fosforo totale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.16 CLOROFILLA a

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla *a*, misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0.97 µg/l, con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità (0.02 µg/l) nello 1.6% dei casi ed un massimo di 31.10 µg/l rilevato eccezionalmente nel mese di febbraio alla stazione 36010.

Considerando invece la clorofilla *a* rilevata con il metodo analitico si ritrova un valore medio di 2.74 $\mu\text{g/l}$ con valori compresi tra un minimo di 0.30 $\mu\text{g/l}$ (nello 1.6% dei casi) ed un massimo di 25.60 $\mu\text{g/l}$ rilevato, concordemente con quanto osservato per la clorofilla da CTD, nel mese di febbraio alla stazione 26010 (foce del Po di Pila).

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 discrepanze abbastanza uniformi, durante tutto l'anno con picchi di concentrazione a febbraio, giugno e agosto; nella prima campagna di giugno (06A) risulta invece evidente una forte discrepanza tra valori rilevati in loco tramite CTD e concentrazioni da attività analitica.

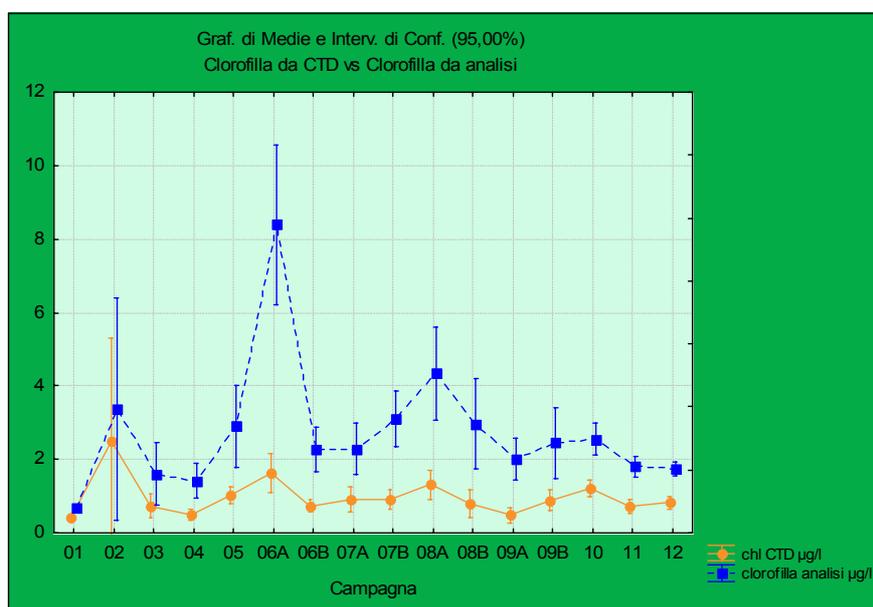


Figura 32: Valori medi di clorofilla *a* ($\mu\text{g/l}$) in superficie per campagna di rilevamento.

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 (064, 072 e 601), analogamente a quanto si osserva per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 39).

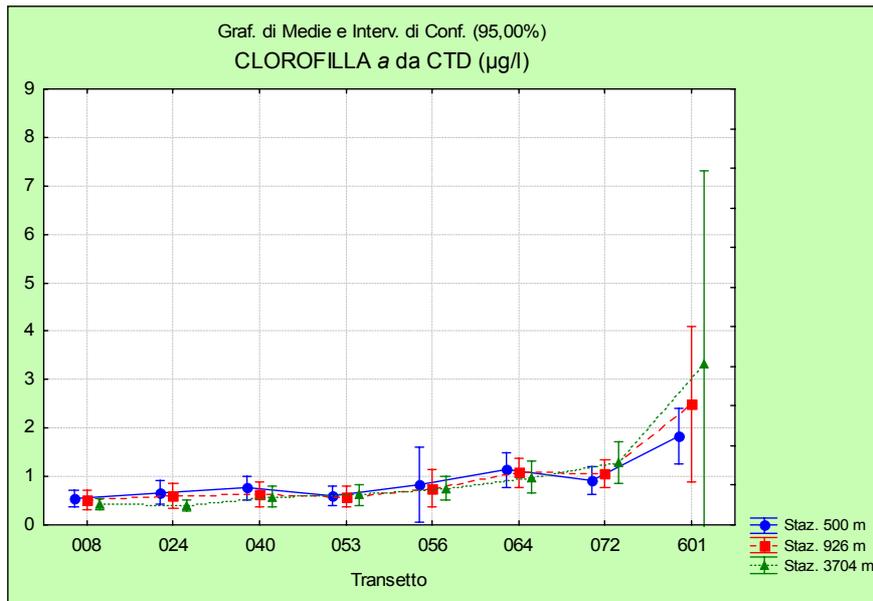


Figura 33: Valori medi di clorofilla *a* (µg/l da CTD) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

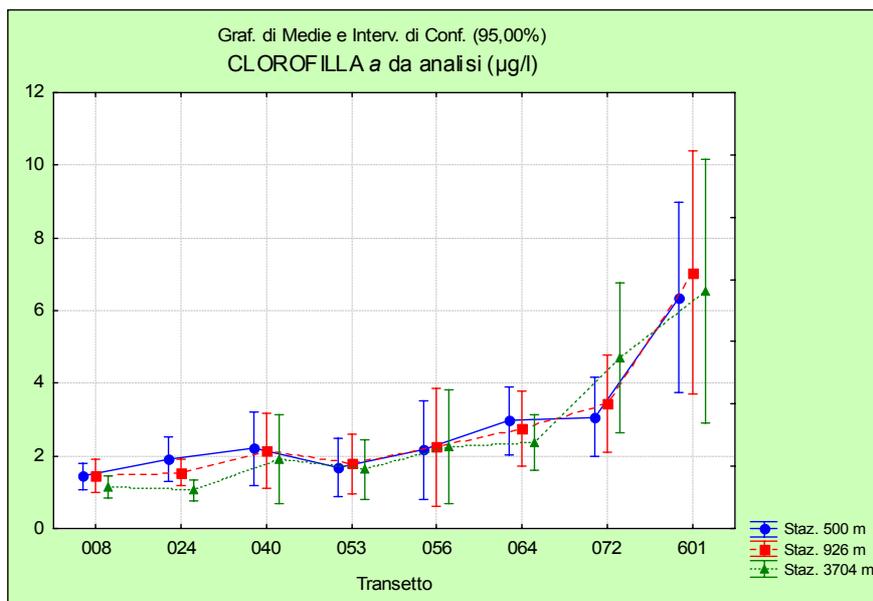


Figura 34: Valori medi di clorofilla *a* (µg/l analitica) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

4.1.17 INDICE TROFICO 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 ($\mu\text{g/l}$);

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

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

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

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	Blue
4-5	Buono	Green
5-6	Mediocre	Yellow
6-8	Scadente	Red

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 4.59 (classe “buono”) con un minimo di 1.78 (stazione 10080, campagna di aprile) ed un massimo di 8.29 (stazione 36010, campagna di febbraio); considerando invece la clorofilla *a* analitica l’indice trofico risulta compreso tra un minimo di 1.96 ed un massimo di 8.22, rispettivamente alle stesse stazioni e campagne del TRIX calcolato con clorofilla da CTD, con un valore medio di 4.98 (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 campagna di marzo, della prima di giugno e di dicembre 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 da ottobre in poi mostrano valori medi compresi nella classe “mediocre” mentre nelle rimanenti campagne, relative al periodo estivo, si mantengono inferiori al valore 5.

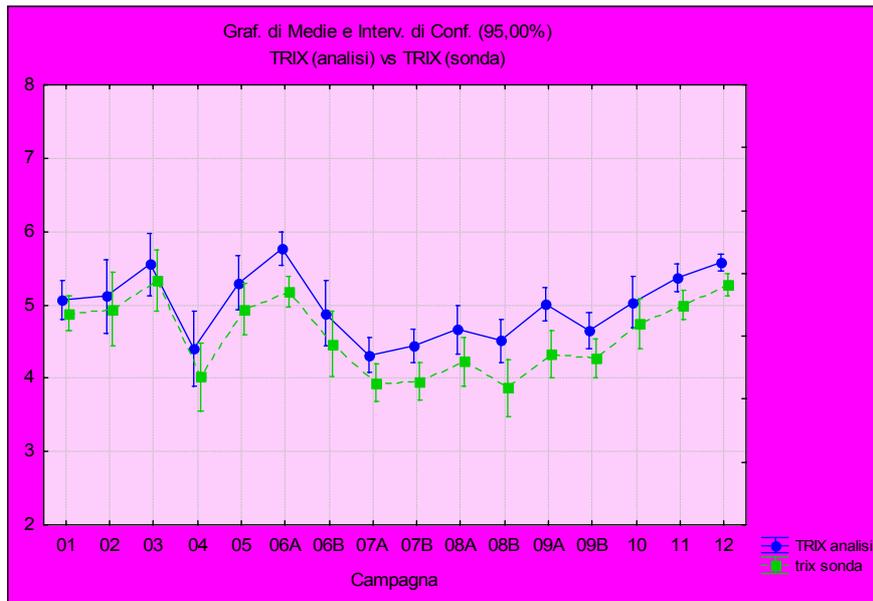


Figura 35: Valori medi di TRIX in superficie per campagna di rilevamento.

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” (TRIX compreso tra 3 e 4) e “buono” (TRIX compreso tra 4 e 5) ad eccezione dei transetti influenzati dalle foci di fiumi quali Brenta-Bacchiglione, Adige e Po (064, 072 e 601) 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 064 verso sud un aumento del numero di stazioni comprese nella classe “mediocre” con una stazione, la 26010, compresa nella classe “scadente” (TRIX compreso tra 6 e 8). I valori medi calcolati su tutte le tre stazioni per ciascun transetto (Fig. 37) mostrano ancora come l’area a sud del Porto di Chioggia risulti caratterizzata da un indice trofico più elevato, con un andamento parallelo tra i valori calcolati con clorofilla da CTD e clorofilla da analisi.

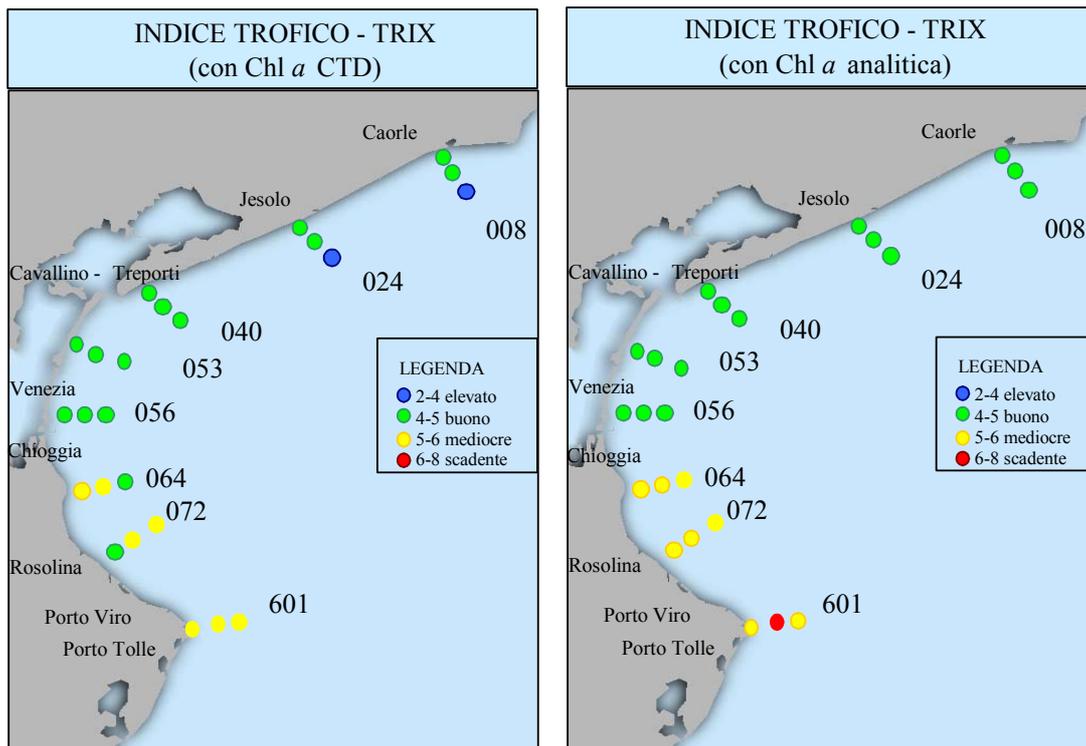


Figura 36: Valori medi di TRIX nel 2004 per ciascuna stazione (calcolati con clorofilla da sonda e analitica)

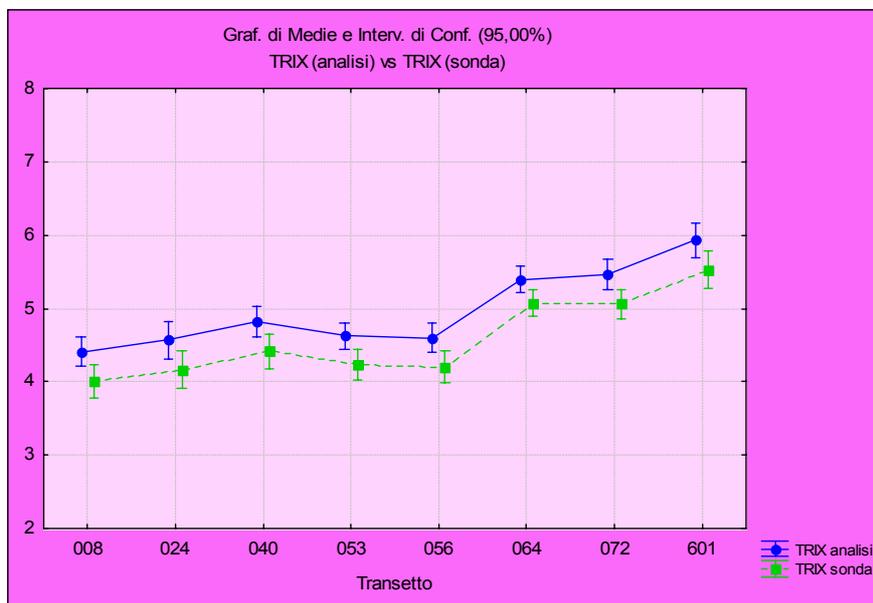


Figura 37: Valori medi di TRIX calcolati per ciascun transetto (calcolati con clorofilla da sonda e analitica)

4.1.18 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 28.434.503 cell/l (rinvenuto nella stazione 1601 a febbraio, con corrispondenza ai valori più elevati di clorofilla *a*) ed un minimo assoluto pari a 8.280 (rinvenuto nella stazione 10640 a novembre).

Nella figura 38 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.

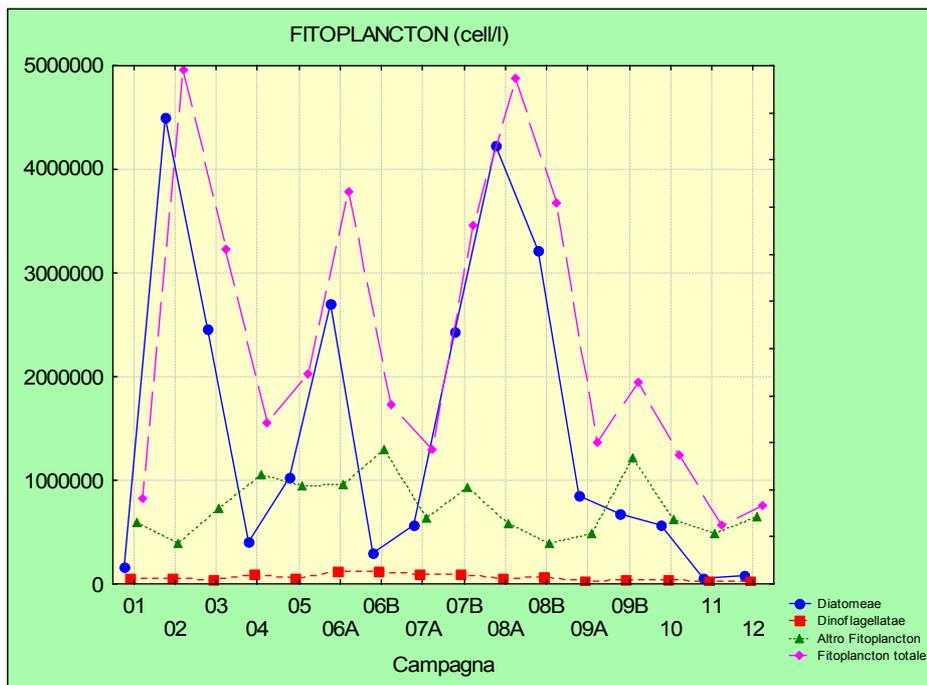


Figura 38: Valori medi delle abbondanze fitoplanctoniche nelle stazioni a 500 m dalla costa nel periodo indagato

Dall'analisi del grafico è possibile evidenziare un andamento particolare delle abbondanze, caratterizzato da valori più elevati nel mese di febbraio, nella prima campagna di giugno e nel mese di agosto, dovuti ad una forte presenza di Diatomee.

Particolare è il caso della campagna del mese di febbraio che mostra valori elevati di fitoplancton totale dovuti alla situazione rilevata presso la stazione 16010; l'area infatti è

stata interessata da un esteso bloom superficiale a *Skeletonema costatum*, con valori superiori a 27.366.000 cell/l, che ha provocato una evidente colorazione verde-marrone dell'acqua. Il transetto 601 (fronte Po di Pila) è stato caratterizzato in tutte le stazioni da concentrazioni elevate di ossigeno disciolto, di pH e di nutrienti disciolti e valori di salinità particolarmente bassi rispetto agli altri transetti monitorati nel corso della campagna. Le figure 39 e 40 mostrano le mappe di distribuzione di alcuni dei parametri: l'area antistante il delta del Po risulta particolarmente compromessa, fino al largo.

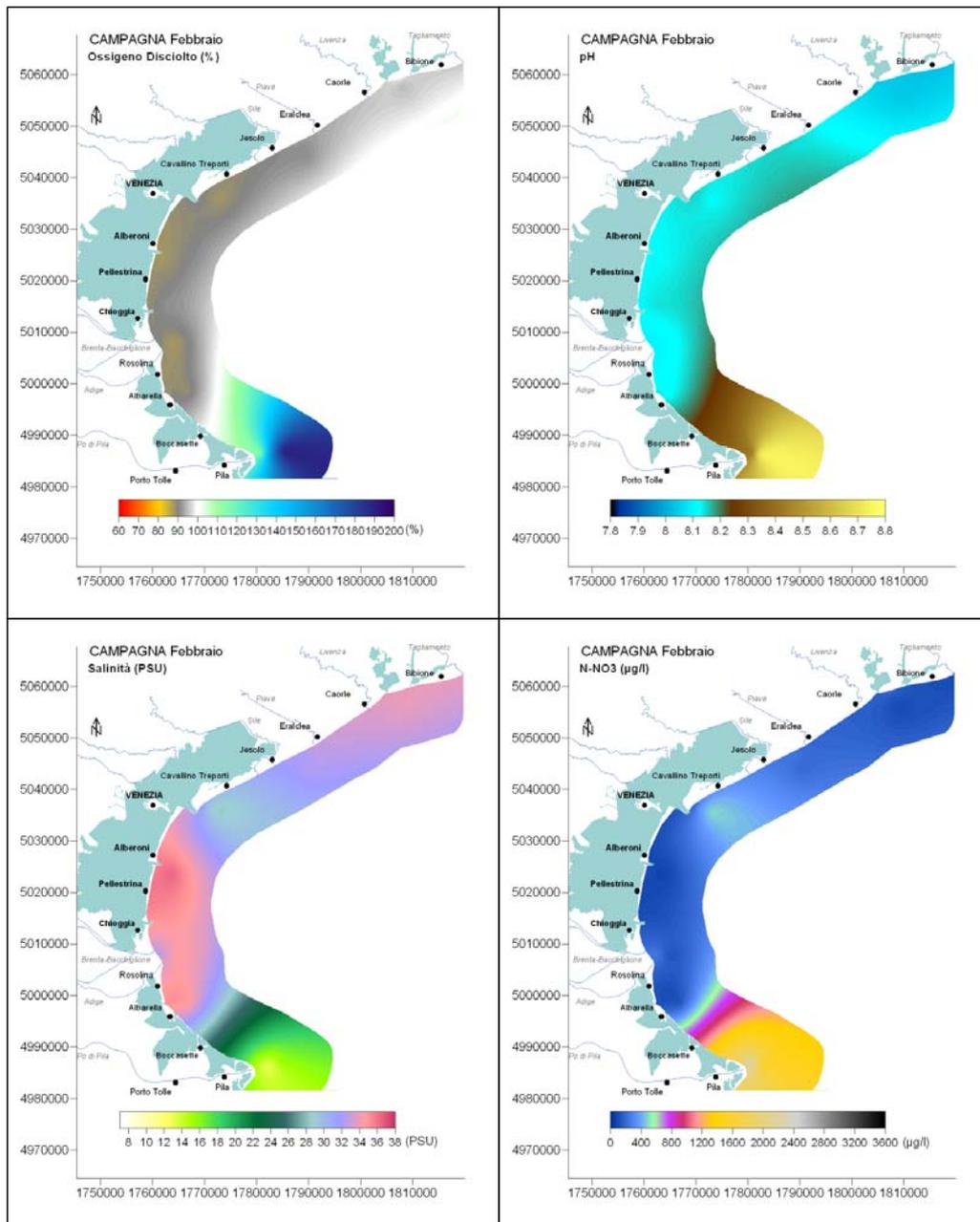


Figura 39: Mappe di distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%), pH (unità), salinità (PSU) e azoto nitrico (µg/l) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nella campagna di febbraio 2004.

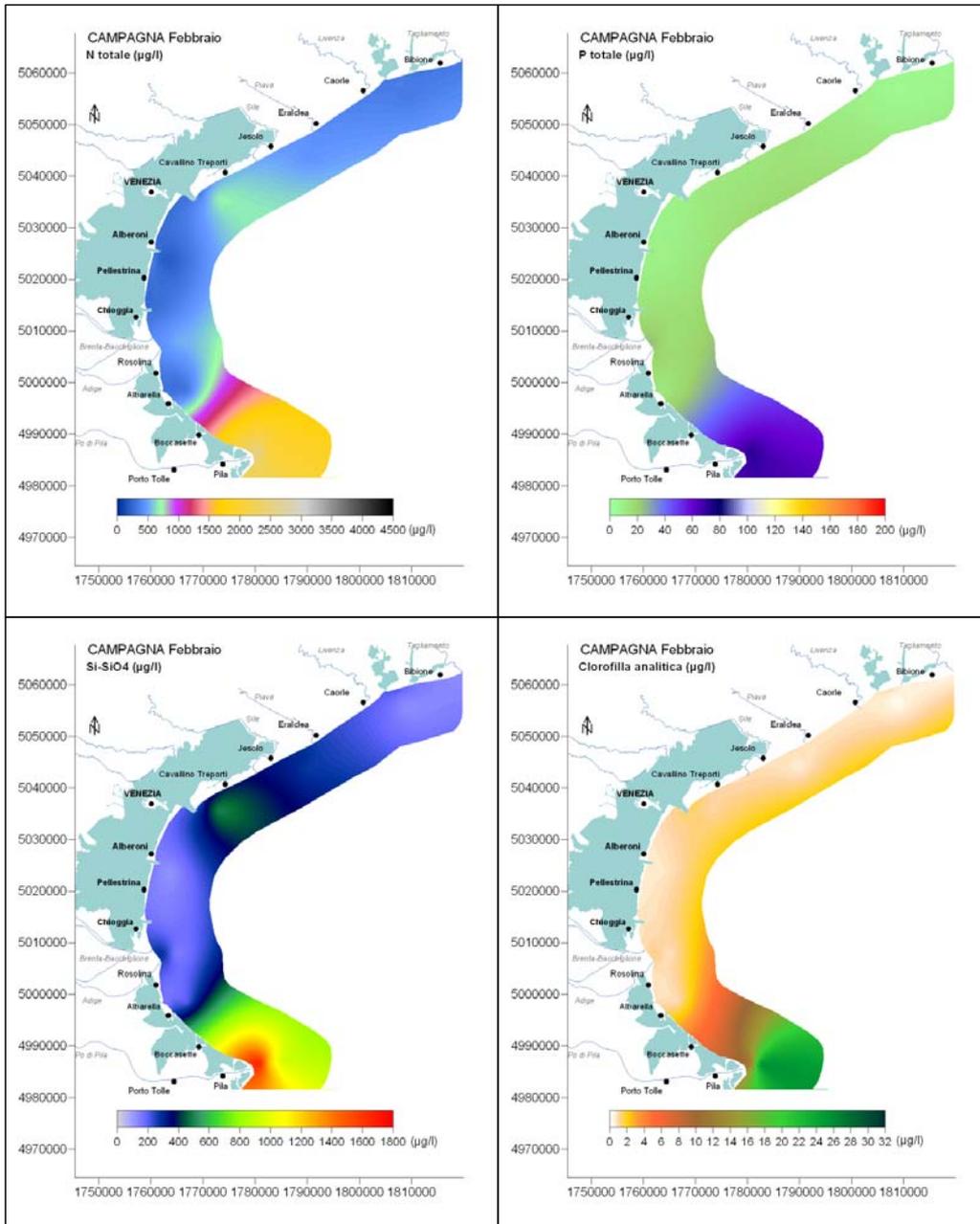


Figura 40: Mappe di distribuzione dei valori di azoto totale ($\mu\text{g/l}$), fosforo totale ($\mu\text{g/l}$), silicio da ortosilicati ($\mu\text{g/l}$) e clorofilla *a* ($\mu\text{g/l}$) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nella campagna di febbraio 2004.

Nella figura 41 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, in particolare il 601, dove il contributo al fitoplancton totale è per lo più dovuto alla componente delle Diatomee.

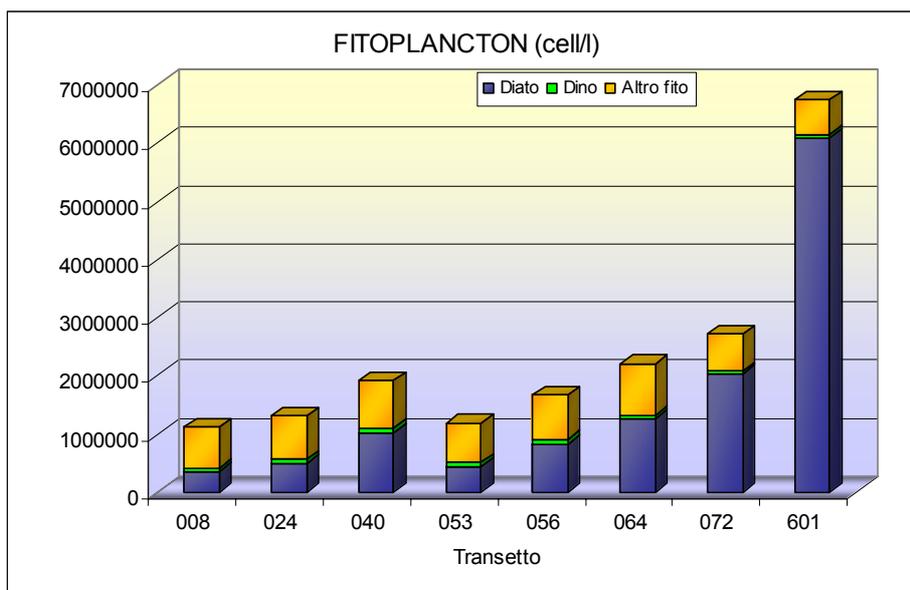


Figura 41: Valori medi delle abbondanze per ciascuna categoria indagata per transetto

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; qualitativamente il fitoplancton è risultato costituito principalmente dal gruppo Altro fitoplancton (73%), in particolare per la presenza di alghe appartenenti alle classi delle Cryptophyceae e delle Prasinophyceae, e dalle Diatomee (20%), in particolar modo *Asterionellopsis glacialis*, *Thalassiosira* sp e *Chaetoceros* sp..

Febbraio – 2° campagna di rilevamento e misura

Il mese di febbraio, come già osservato, mostra concentrazioni massime di fitoplancton dovute ad uno sviluppo massivo di Diatomee (91%), rilevate al transetto 601 (fronte Po di Pila) con un bloom di *Skeletonema costatum* e, in maniera ridotta, a *Chaetoceros* spp..

Marzo – 3° campagna di rilevamento e misura

In questo mese continuano a prevalere le Diatomee (76%), sempre con *Skeletonema costatum*, e il gruppo Altro fitoplancton (23%) per la presenza soprattutto di Cryptophyceae e delle Prasinophyceae.

Aprile – 4° campagna di rilevamento e misura

I popolamenti fitoplanctonici di aprile sono costituiti prevalentemente dal gruppo Altro fitoplancton (67%) per la presenza di Cryptophyceae e delle Prasinophyceae e, in minor misura, dalle Diatomee (26%).

Maggio – 5° campagna di rilevamento e misura

Nel mese di maggio la componente fitoplanctonica si trova suddivisa tra Diatomee (51%) e Altro fitoplancton (47%) con la classe delle Cryptophyceae

Giugno – 6° e 7° campagna di rilevamento e misura

Nella prima campagna di rilevamento e misura di giugno hanno prevalso le Diatomee (71%), in particolare con la specie *Cerataulina pelagica* e, in modo ridotto, *Cyclotella glomerata*, mentre nella seconda campagna di rilevamento e misura prevale il gruppo Altro fitoplancton (76%).

Luglio – 8° e 9° campagna di rilevamento e misura

Nella prima campagna di rilevamento e misura di Luglio le classi più abbondanti sono state quelle delle Diatomee (44%) (in particolare *Chaetoceros* spp., *Cyclotella* sp. e *Skeletonema costatum*), e il gruppo Altro fitoplancton (48%); sono presenti anche Dinoflagellate con l'8%. La seconda campagna di rilevamento e misura di luglio presenta invece un aumento delle Diatomee (70%) con le stesse specie della prima.

Agosto – 10° e 11° campagna di rilevamento e misura

In entrambe le campagne sono state rinvenute principalmente Diatomee con percentuali del 88%. Qualitativamente, in entrambe le campagne, la specie più presente risulta essere *Chaetoceros* spp.

Settembre – 12° e 13° campagna di rilevamento e misura

Nella prima campagna di rilevamento e misura di Settembre la classe più abbondante è stata quella delle Diatomee (62%) soprattutto per la presenza di *Pseudo-nitzschia* spp. del *Nitzschia delicatissima* complex. Nella seconda campagna invece l'Altro fitoplancton diventa predominante (63%) con in particolare le Cryptophyceae e Prasinophyceae; le Diatomee sono presenti invece con un 35% sempre con predominante la specie *Pseudo-nitzschia* spp. del *Nitzschia delicatissima* complex.

Ottobre – 14° campagna di rilevamento e misura

Il mese di Ottobre è stato caratterizzato dalla predominanza del gruppo Altro fitoplancton (51%), ancora per la presenza della componente delle Criptoficee, e dalle Diatomee (46%).

Novembre – 15° campagna di rilevamento e misura

I popolamenti fitoplanctonici della campagna di Novembre hanno evidenziato una tipica situazione invernale caratterizzata da valori di abbondanza ridotti; la componente fitoplanctonica è risultata costituita quasi esclusivamente da Altro fitoplancton (86%), soprattutto per le Criptoficee.

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 ancora principalmente da Altro fitoplancton (786%), ancora per la componente delle Criptoficee.

Nell'anno 2004 l'elenco floristico delle specie identificate, secondo i criteri e la lista delle specie forniti dal Ministero dell'Ambiente - Servizio Difesa Mare, è il seguente:

ALTRO FITOPLANCTON

Altro fitoplancton indet.
Ankistrodesmus sp.
Ankistrodesmus spp.
Bacteriastrum sp.
Chlorophyceae indet.
Chrysochromulina sp.
Chrysochromulina spp.
Chrysophyceae indet.
Coccolitoforidi indet.
Cryptophyceae indet.
Crysochromulina sp.
Crysophyceae indet.
Dictyocha sp.
Dinobryon sp.
Euglena sp.
Euglenophyceae indet.
Eutreptiella sp.
Hermesinum adriaticum
Meringosphaeara sp.
Merismopedia sp.
Prasinophyceae indet.
Prymnesiophyceae indet.
Scenedesmus quadricauda
Scenedesmus sp.
Scenedesmus spp.

DIATOMEAE

Achnanthes sp.
Amphora sp.
Asterionella formosa
Asterionella sp.
Asterionellopsis glacialis
Bacillariales indet.
Bacillariophyceae indet.
Bacteriastrum spp.

Cerataulina pelagica
Chaetoceros simplex
Chaetoceros sp.
Chaetoceros spp.
Chaetoceros tenuissimus
Cocconeis scutellum
Cocconeis sp.
Cyclotella glomerata
Cyclotella sp.
Cyclotella spp.
Cylindroteca closterium
Dactyliosolen fragilissimus
Dactyliosolen sp.
Diatoma sp.
Fragilaria crotonensis
Fragilaria sp.
Guinardia striata
Gyrosigma sp.
Hemiaulus sp.
Leptocylindrus sp.
Licmophora sp.
Melosira sp.
Navicula sp.
Navicula spp.
Nitzschia sp.
Nitzschia spp.
Pleurosigma sp
Proboscia alata
Proboscia sp.
Pseudo-nitzschia delicatissima complex
Pseudo-nitzschia seriata complex
Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Skeletonema costatum
Skeletonema sp.
Synedra sp.
Thalassiosira sp.
Thalassionema nitzschioides
Thalassionema sp.

DINOFLAGELLATE

Katodinium sp.
Noctiluca scintillans
Noctiluca spp.
Ceratium furca
Ceratium fusus
Ceratium sp.
Dinophyceae indet.
Gymnodinium sp.
Gyrodinium sp.

Oxytoxum sp.
Oxytoxum spp.
Prorocentrum micans
Prorocentrum minimum
Prorocentrum sp.
Protopteridinium breve
Protopteridinium sp.
Protopteridinium spp.

Sono state rinvenute 80 specie di cui 68 a livello di genere o specie e 12 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

Diatomee	43	(53.8%)
Dinoflagellate	15	(18.7%)
Altro fitoplancton	22	(27.5%)

4.1.19 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, è stata attuata anche ai fini dell'ottenimento per l'anno 2004 della deroga ai valori limiti del parametro Ossigeno Disciolto previsti dal DPR 470/1982. L'attività ha previsto la ricerca delle seguenti specie potenzialmente tossiche:

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

Delle specie elencate, solo *Dinophysis* e *Pseudo-nitzschia* sono state rilevate nei campioni analizzati nel corso dell'anno 2004. In figura 42 si riporta l'andamento temporale delle concentrazioni di *Dinophysis spp.*; dalla figura si evince come il periodo tardo estivo autunnale sia quello maggiormente interessato alla presenza di queste alghe con le maggiori

concentrazioni nella seconda campagna di settembre. Per quanto riguarda invece la specie *Pseudo-nitzschia spp.* dalla figura 43 si evidenzia invece la presenza di valori particolarmente elevati in agosto con un picco nella seconda campagna del mese. E' da evidenziare, in relazione alle concentrazioni elevate di questa alga, che nel fitoplancton dell'Adriatico cellule del genere *Pseudo-nitzschia* sono comunemente presenti, ma fortunatamente l'acido domoico (tossina ASP) da loro prodotta non ha finora dato luogo a ritrovamento di tossicità nei molluschi raccolti nell'area veneta.

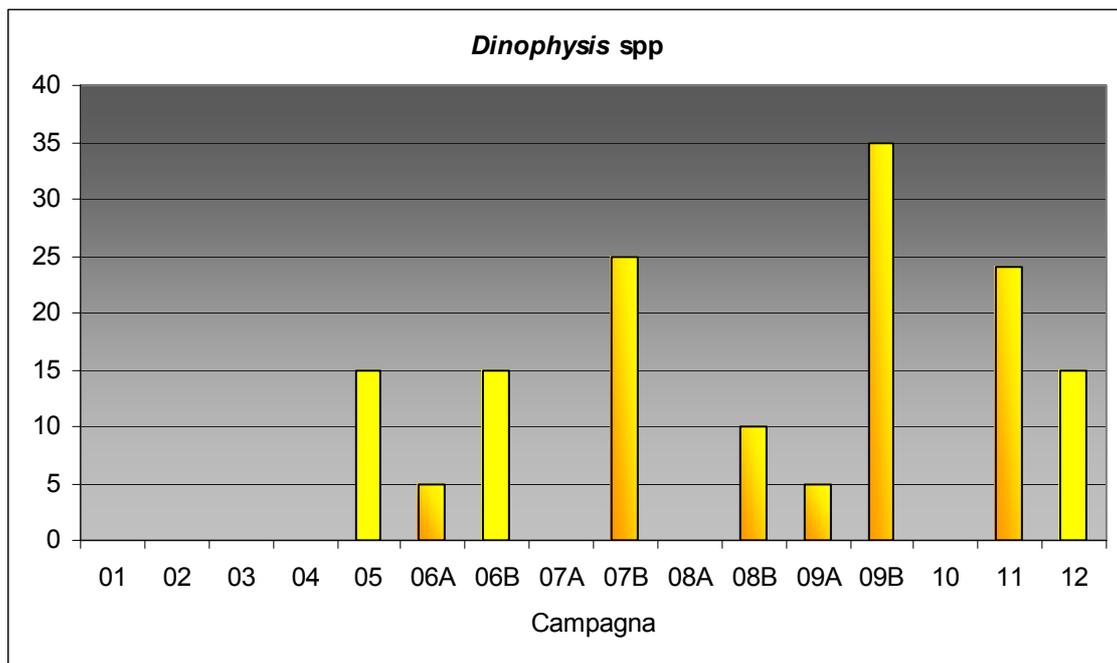


Figura 42: andamenti temporali delle concentrazioni dell'alga potenzialmente tossica *Dinophysis spp.*

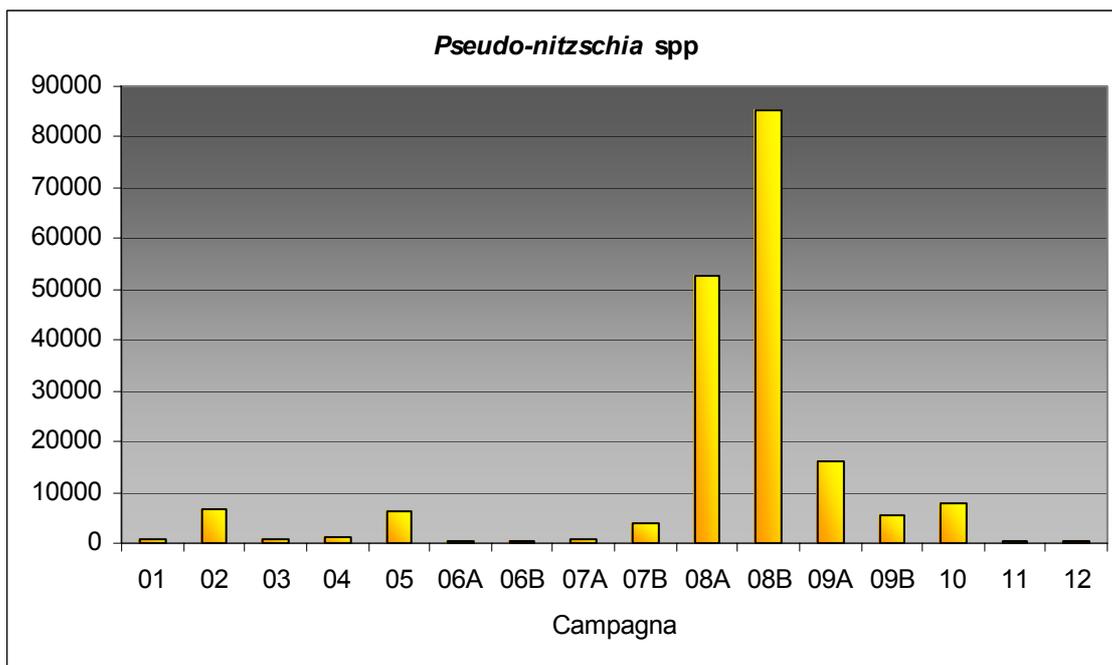


Figura 43: andamento temporale delle concentrazioni dell'alga potenzialmente tossica *Pseudo-nitzschia spp.*

Nel corso del 2004 non è mai stato superato il valore limite di abbondanza per *Dinophysis spp.* indicato nel D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/dm³ (molluschicoltura) e neanche il limite di 10*10⁶ cell/l per *Alexandrium spp.* indicato dalla Circolare M.S. del 31.7.1998 (balneazione).

4.1.20 MESOZOOPLANCTON

Le analisi relative al mesozooplankton vengono eseguite su campioni prelevati nelle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa, come per il fitoplancton.

Per quanto concerne il mesozooplankton totale, l'intervallo di variazione delle abbondanze è risultato compreso tra un minimo assoluto di 4,9 individui/m³ (stazione 10640 nel mese di novembre) ed un massimo assoluto pari a 24380,0 individui/m³ (stazione 10080 nella prima campagna di giugno).

Nella figura 44 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 (ad eccezione della prima campagna di luglio), e ciò sia dovuto alla componente dei Copepodi nel mese di giugno; al contrario i due picchi di luglio ed agosto sono legati ad una prevalenza di Cladoceri particolarmente elevata

in corrispondenza della stazione 16010 di fronte alla foce del Po di Pila; in entrambi i casi le specie riscontrate a concentrazioni elevate sono *Evadne tergestina*, *Penilia avirostris* e *Podon polyphemoides*.

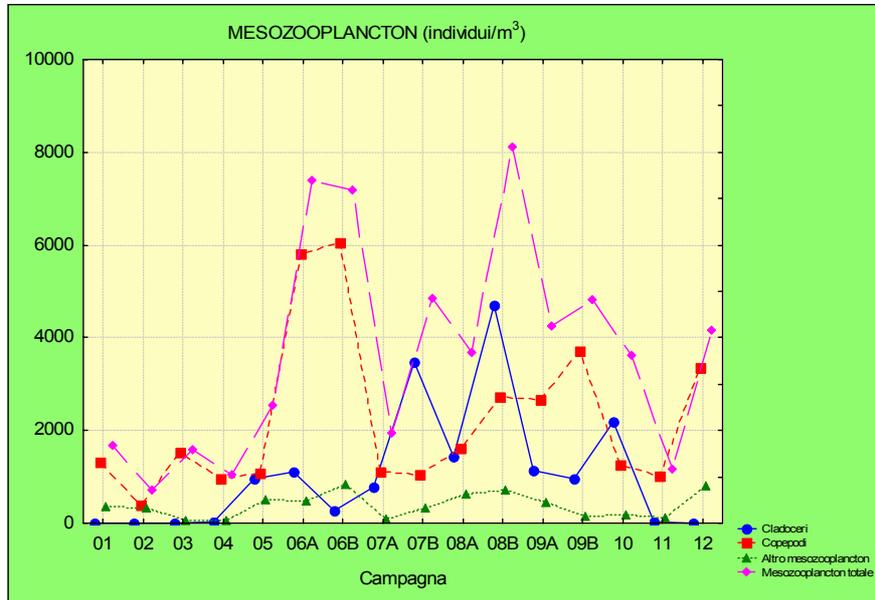


Figura 44: Valori medi delle abbondanze nelle stazioni sotto costa nel periodo indagato

In figura 45 sono riportate 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 16010 direttamente influenzata dagli apporti del Po; dal grafico si nota inoltre come la componente predominante in tutti i transetti sia quella dei Copepodi, tranne appunto alla stazione 16010 ove le abbondanze di Cladoceri e Copepodi si equivalgono.

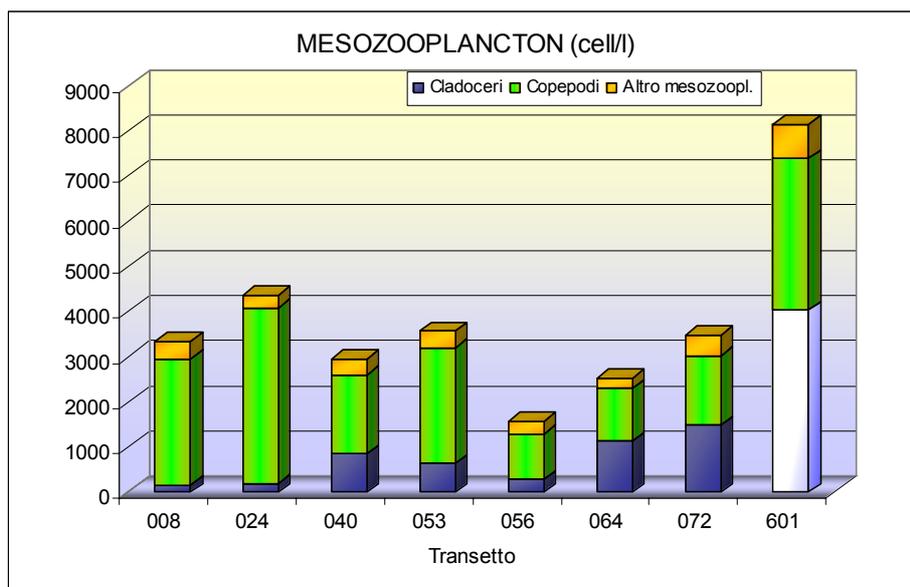


Figura 45: Valori medi delle abbondanze per ciascuna categoria indagata per transetto

Nell'anno 2004 l'elenco delle specie identificate, secondo i criteri e la lista delle specie forniti dal Ministero dell'Ambiente - Servizio Difesa Mare, è il seguente:

ALTRO MESOZOOPLANCTON

Larve indet.
Mysidacea indet.
Narcomedusae indet.
Naupli indet.
Nematoda indet.
Obelia sp.
Obelia spp.
Oikopleura sp.
Oikopleura spp.
Ophiopluteus indet.
Ophiuroidea larve
Ostracoda indet.
Phoronida larve
Pilidium indet.
Pisces larve
Pisces uova
Polychaeta indet.
Polychaeta larve
Pteropoda indet.
Salpida indet.
Siphonophora indet.
Tectillaria sp.
Turbellaria larve
Uova indet.

CLADOCERI

Bosminidae
Cladoceri indet. (di acqua dolce)
Evadne nordmanni
Evadne sp.
Evadne spinifera
Evadne tergestina
Penilia avirostris
Podon intermedius
Podon leuckarti
Podon polyphemoides
Podon sp.

COPEPODI

Calanoida indet.
Calanus spp.
Centropages ponticus
Centropages spp.
Centropages typicus
Clausocalanus arcuicornis
Clausocalanus copepoditi
Clausocalanus furcatus
Clausocalanus jobei
Clausocalanus lividus
Clausocalanus paululus
Clausocalanus pergens
Clausocalanus sp.
Clausocalanus spp.
Clytemnestra rostrata
Copepoda naupli
Copepoditi Acartiidae indet.
Copepoditi Calocalanidae indet.
Copepoditi Centropagiidae indet.
Copepoditi Clausocalanidae indet.
Copepoditi Oithonidae indet.
Copepoditi Oncaeidae indet.
Copepoditi Paracalanidae indet.
Corycaeus sp.
Corycaeus spp.
Corycaeus typicus
Ctenocalanus vanus
Ctenocalanus vanus copepoditi
Cyclopoida indet.
Eucalanus sp.
Eucalanus spp.
Euchaeta hebes
Euchaeta sp.
Euchaeta spp.
Euterpina acutifrons

Euterpina sp.
 Euterpina spp.
 Farranula sp.
 Farranula spp.
 Harpacticoida copepoditi
 Harpacticoida indet.
 Harpacticus gracilis
 Labidocera brunescens
 Labidocera sp.
 Labidocera wollastoni
 Mecynocera clausi
 Mesocalanus tenuicornis
 Microsetella norvegica
 Microsetella rosea
 Monstrilloida indet.
 Nannocalanus minor
 Neocalanus gracilis
 Oithona copepoditi
 Oithona nana
 Oithona plumifera
 Oithona setigera
 Oithona similis
 Oithona sp.
 Oithona spp.
 Oncaea conifera
 Oncaea copepoditi
 Oncaea similis
 Oncaea sp.
 Oncaea spp.
 Paracalanus copepoditi
 Paracalanus nanus
 Paracalanus parvus
 Paracalanus spp.
 Pontellidae copepoditi
 Pontellidae indet.
 Pseudocalanus elongatus
 Sapphirinidae indet.
 Temora longicornis
 Temora longicornis copepoditi
 Temora stylifera
 Temora stylifera copepoditi
 Temoridae copepoditi
 Tisbe sp.

Sono state rinvenute 104 specie di cui 77 a livello di genere o specie e 27 identificate a livello di classe o di entità non determinate. I taxa si sono così ripartiti:

Cladoceri	11	(10.6%)
Copepodi	71	(68.2%)
Altro mesozooplankton	22	(21.2%)

4.1.21 ENTEROCOCCHI

Nel corso del 2004 sono stati raccolti campioni per analisi microbiologiche con cadenza mensile; gli enterococchi rientrano tra i parametri indagati, come previsto dal D. Lgs. 152/99 e s.m.i.. Dai valori medi si è calcolato il corrispondente \log_{10} , al fine di rendere raffrontabili situazioni a volte decisamente diverse.

In figura 45 si riportano i valori medi annui, espressi logaritmicamente, calcolati per ciascuna campagna; come per numerosi altri parametri, anche in questo caso i valori massimi sono stati riscontrati a marzo, a riprova del condizionamento dovuto agli apporti fluviali che ha caratterizzato il mese. Situazione analoga, sia pur con concentrazioni minori, si è verificata nei mesi di novembre e dicembre.

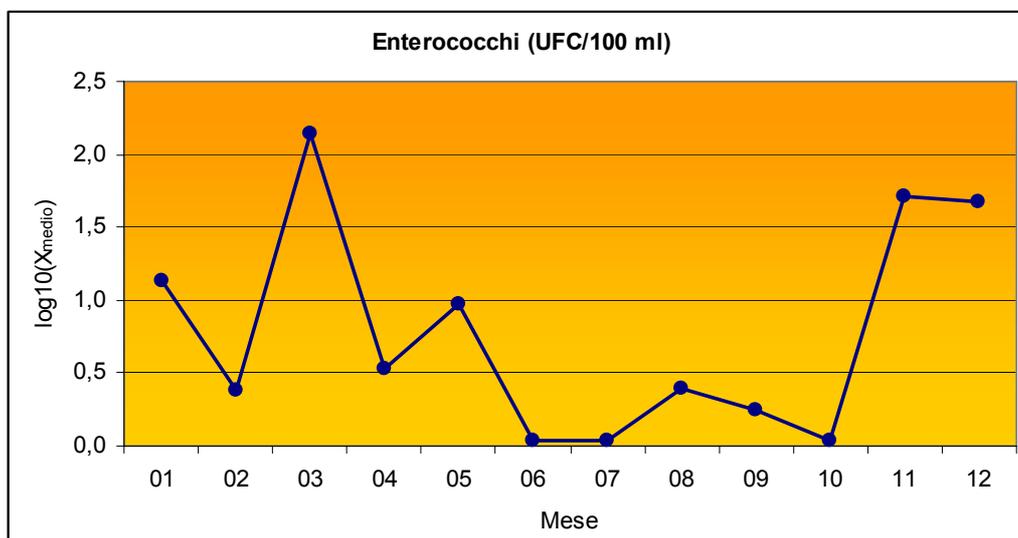


Figura 46: Valori medi annui di enterococchi rilevati nelle sole stazioni a 500 m dalla costa

I valori medi annui, espressi logaritmicamente, calcolati per ciascun transetto sono riportati in figura 47. Si ripete la situazione già evidenziata precedentemente per altri parametri, con i valori più elevati nelle aree direttamente influenzate da apporti fluviali (Tagliamento, Sile, Piave a nord; Bacchiglione-Brenta, Adige, Po a sud); anche in questo caso il transetto maggiormente condizionato è lo 064, ubicato tra le foci di Bacchiglione-Brenta e Adige, caratterizzato anche da alte concentrazioni di sostanze nutrienti di provenienza esogena (Figg. 19, 21, 27 e 29).

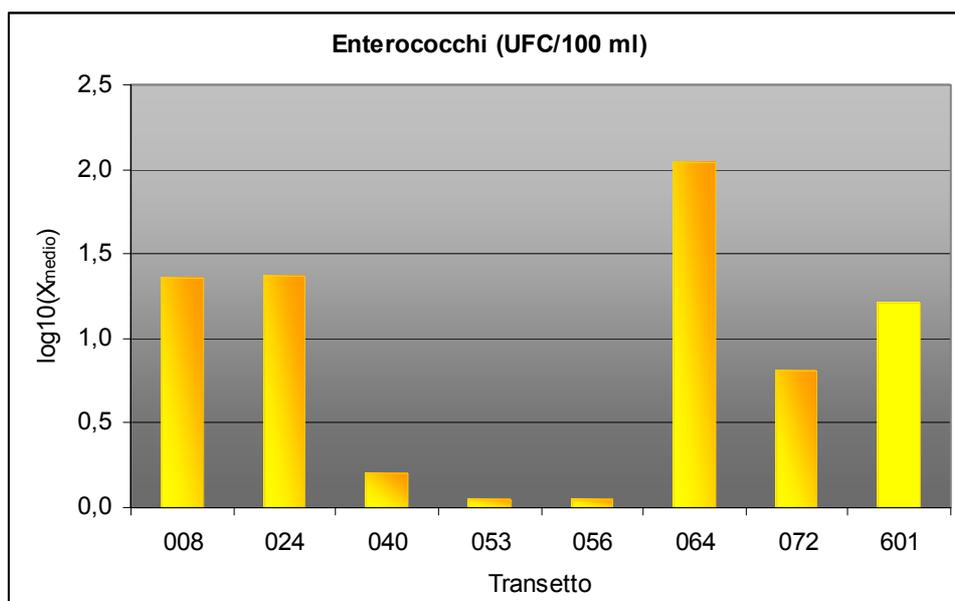


Figura 47: Valori medi annui di enterococchi rilevati presso ciascun transetto

4.2 MATRICE BIOTA

4.2.1 ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI

Nel corso del 2004 è proseguito inoltre il programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi come previsto dal D.Lgs 152/99 e s.m.i. - Allegato 2 - Sezione C, in cui si riportano i criteri generali e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative ed il calcolo della conformità di queste acque; tutto questo in adempimento della D.G.R. Veneto n. 2591 del 10/10/2001 di riparto competenze tra ARPAV e Dipartimenti Prevenzione Aziende ULSS. Dalla analisi dei parametri indagati su acqua e biota durante l'anno 2004, le acque costiere venete del Mare Adriatico risultano complessivamente idonee alla vita dei molluschi avendo rispettato i valori percentuali di conformità previsti dalla legge.

4.2.2 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI

Il campionamento su matrice biota per la caratterizzazione dello stato degli ecosistemi marini è previsto dal D.Lgs. 152/99 e s.m.i. per il "Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale" (All. 1, punto 3.4). Come previsto dal D.Lgs.

152/99, i parametri rilevati su questa matrice sono Idrocarburi clorurati, DD's, PoliCloroBifenili, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Composti organostannici e metalli. Dall'analisi dei dati rilevati nel corso dei campionamenti di biota dell'anno 2004, non risultano evidenze di situazioni di bioaccumulo tali da indicare una compromissione del sistema indagato.

4.3 MATRICE SEDIMENTO

Il campionamento su matrice sedimento è previsto dal D.Lgs. 152/99 e s.m.i. per il "Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale" (All. 1, punto 3.4) e recentemente dal Decreto Ministeriale n° 367 del 06/11/2003. La collocazione delle stazioni su cui vengono attuati i controlli su sedimento, così come quelle per il biota, è stata a suo tempo individuata secondo quanto concordato tra Ministero dell'Ambiente e Regioni (All.1: "1.1 Posizionamento dei transetti. All'interno di ogni area di prelievo individuata si effettueranno i campionamenti lungo un transetto disposto perpendicolarmente alla linea di costa. Nel posizionare il transetto si dovranno privilegiare i siti in cui siano presenti banchi naturali di *Mytilus galloprovincialis* e praterie di Posidonia oceanica o biocenosi SFBC - Sabbie Fini Ben Calibrate. Le stazioni di prelievo per l'analisi dei sedimenti dovranno essere individuate, a seconda della geomorfologia del tratto costiero considerato, in corrispondenza della fascia di sedimentazione della frazione pelitica."). Pertanto le stazioni per il sedimento, sulla base di quanto indicato, sono state individuate previa ricognizione sulla percentuale di frazione pelitica e risultano posizionate lungo ciascun transetto mediamente ben oltre i 3000 m dalla costa, ad eccezione delle stazioni antistanti il Delta del Po.

Anche in questa matrice i composti analizzati sono Idrocarburi clorurati, DD's, PoliCloroBifenili, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Composti organostannici, metalli nonché test ecotossicologici. Per quanto attiene i rilevamenti effettuati nel corso del 2004, per la maggior parte delle sostanze non sono state osservate concentrazioni superiori agli standard di riferimento indicati dal D.M. 367/2003; peraltro le concentrazioni di alcuni dei metalli indagati risultano talvolta superare quelle indicate, evidenziando una situazione di contaminazione preesistente del sistema e l'esigenza di individuare corretti programmi d'azione per la riduzione o eliminazione delle sostanze in oggetto.

D'altro canto i risultati dei test ecotossicologici effettuati sulla matrice evidenziano una situazione di assenza di tossicità in tutte le zone monitorate. Al fine di valutare la situazione

anche nei sedimenti più prossimi alla costa, da gennaio 2004 vengono effettuati studi ecotossicologici più estesi su campioni prelevati a 500 m dalla linea di costa con cadenza mensile, come previsto dalla linea progettuale “InterrMarCo” attivata nell’ambito del Programma di iniziativa comunitaria Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia. Anche in questo caso i test, effettuati su *Vibrio fischeri* (fase solida e liquida), *Dunaliella tertiolecta* e *Brachionus plicatilis*, hanno dimostrato assenza di tossicità su tutti i campioni ad eccezione di tre campioni prelevati presso la stazione antistante la foce del Po di Pila, che hanno presentato una lieve tossicità nei mesi di aprile, maggio e giugno.

5 DISCUSSIONE

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

Tutto ciò si evidenzia anche nella presenza di un gradiente positivo allontanandosi dalla costa per le variabili trasparenza e salinità (Figg. 3 e 7) e di uno negativo per silicio da ortosilicati come anche per l'azoto nitrico, nutrienti di chiara provenienza esogena, e per l'azoto totale (Figg. 27, 21 e 25); tali gradienti risultano più evidenti nel passaggio dalla stazione a 500 m a quelle più esterne e nei transetti 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. 48 e Fig. 49), siano più elevate nel tratto di costa che si trova sotto l'influenza di Bacchiglione-Brenta, Adige e soprattutto del Po; per contro i valori medi di salinità e trasparenza risultano minori.

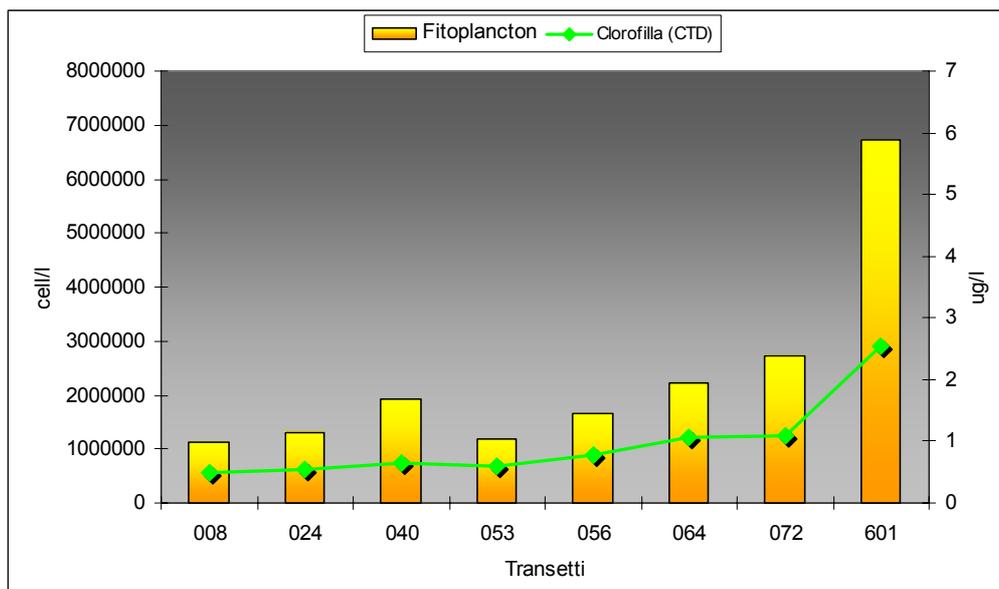


Figura 48: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/l) e della concentrazione media di Clorofilla *a* da CTD (µg/l) lungo la costa.

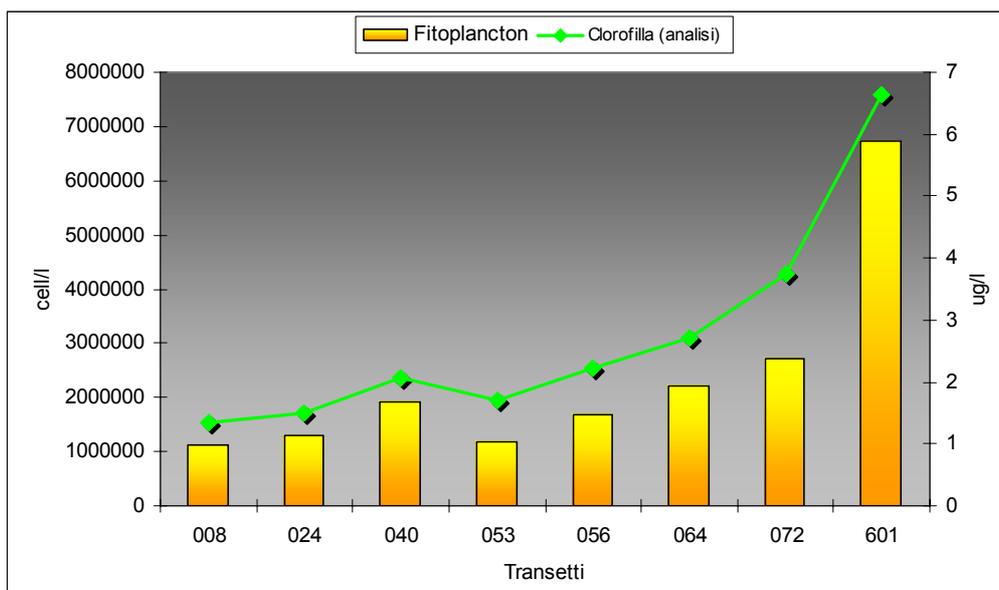


Figura 49: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/l) e della concentrazione media di Clorofilla *a* da analisi (µg/l) lungo la costa.

Dalla analisi dei risultati su matrice acqua, riportata nel paragrafo 4.1, è emerso un denominatore comune a tutti i nutrienti disciolti: i valori massimi di concentrazione sono stati rilevati nella campagna di marzo e in stazioni dei transetti 064 e 601, cioè quelli più fortemente condizionati dagli apporti fluviali (rispettivamente Adige e Po di Pila). In figura 50 sono riportati graficamente in mappe di distribuzione le concentrazioni rilevate nel mese di marzo per azoto ammoniacale e nitrico, fosforo da ortofosfati, silicio da ortosilicati, e la distribuzione di clorofilla *a* (determinata analiticamente). Dalla figura risulta evidente la situazione di importante criticità che interessa l'area di costa situata a sud di Chioggia.

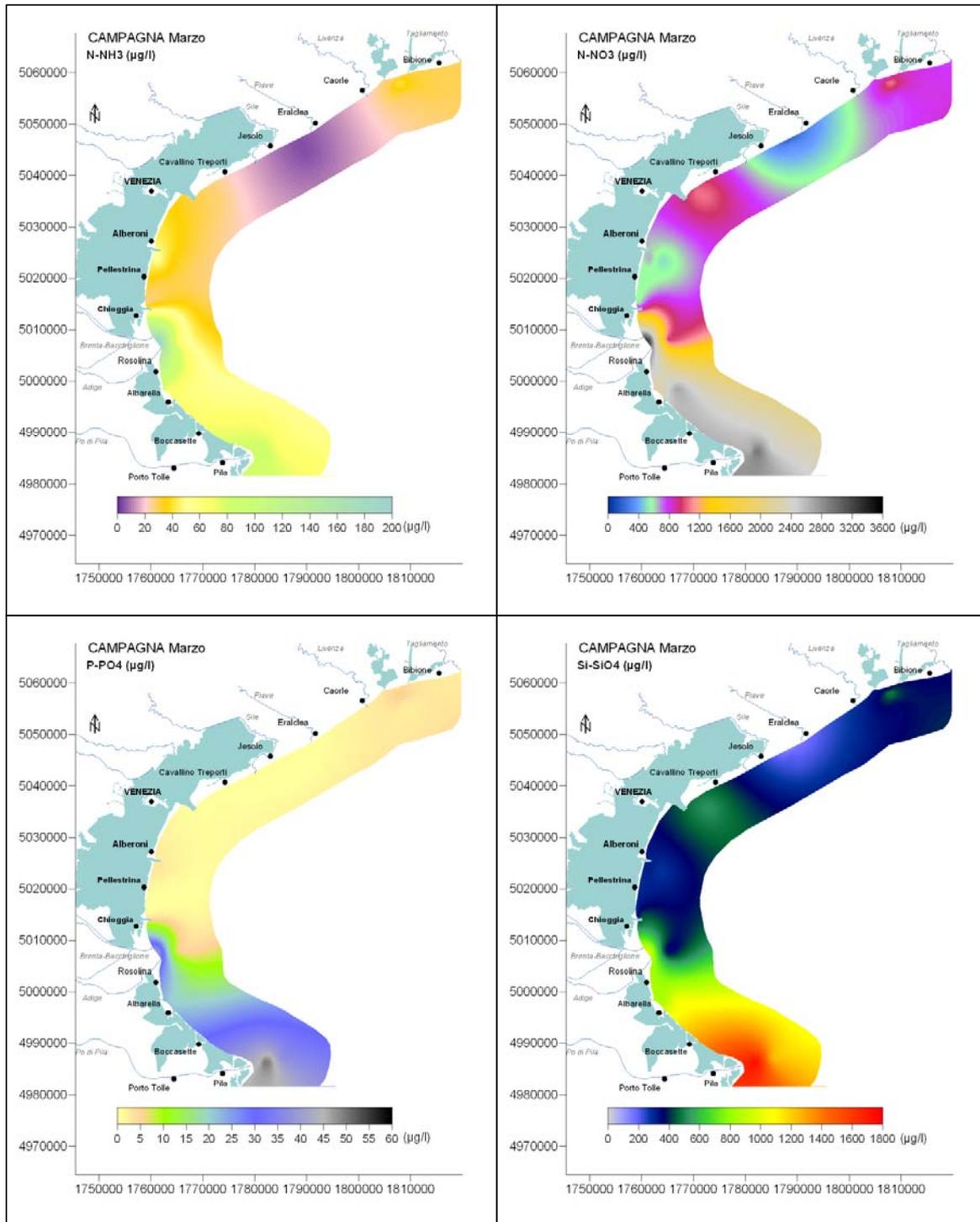


Figura 50: Mappe di distribuzione dei valori di azoto ammoniacale e nitrico (µg/l), fosforo da ortofosfati e silicio da ortosilicati (µg/l) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nella campagna di marzo 2004.

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

La salinità è risultata strettamente correlata in senso negativo con azoto nitrico e silicio da ortosilicati, a tutte le distanze dalla costa, indicando come l'aumento delle concentrazioni di tali parametri in ambiente costiero coincida con la diminuzione della salinità (Tabb. 6, 7 e 8); la stessa risulta comunque fortemente correlata in senso negativo anche con 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 correlazione relativamente bassa 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* (in particolare quella determinata analiticamente), già evidente nelle stazioni a 500 e 926 metri dalla costa si rafforza notevolmente nella stazione a 3704 metri, più esterna.

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	Diato	Dino	Altro fito	Fito tot	Clado	Copep	Altro meso	Meso tot	Clor a analisi	TRIX analisi	TRIX CTD
Temp.	0,77	0,13	0,40	-0,61	0,56	0,24	0,16	-0,29	0,20	-0,24	-0,45	-0,40	-0,36	-0,16	-0,02	-0,22	0,08	0,16	0,08	0,09	0,33	0,16	0,17	0,32	0,32	-0,20	-0,32
Conduc.		0,72	0,20	-0,68	0,44	0,15	-0,04	-0,52	0,47	-0,47	-0,68	-0,62	-0,68	-0,36	-0,32	-0,57	-0,15	0,22	0,08	-0,14	0,21	0,10	0,15	0,21	0,03	-0,52	-0,59
Salin.			-0,11	-0,42	0,09	-0,03	-0,23	-0,50	0,51	-0,53	-0,61	-0,58	-0,70	-0,44	-0,53	-0,68	-0,36	0,18	0,05	-0,35	-0,01	-0,02	0,04	-0,02	-0,29	-0,61	-0,59
O.D. %				0,45	0,49	0,02	0,54	-0,13	-0,05	-0,21	-0,16	-0,01	0,00	-0,03	0,12	0,07	0,43	0,34	0,10	0,46	0,33	0,02	0,07	0,21	0,64	0,05	0,02
O.D. ppm					-0,13	-0,19	0,32	0,25	-0,29	0,18	0,42	0,50	0,49	0,21	0,25	0,42	0,40	0,08	-0,03	0,39	-0,05	-0,12	-0,09	-0,13	0,28	0,34	0,41
pH						-0,03	0,46	-0,29	0,11	-0,32	-0,26	-0,30	-0,24	-0,21	0,05	-0,03	0,41	0,16	-0,04	0,41	0,35	-0,01	0,24	0,22	0,56	0,02	-0,03
RED-OX							-0,10	0,03	-0,07	0,04	-0,09	-0,11	-0,12	-0,03	0,05	-0,07	-0,10	-0,03	-0,05	-0,11	0,02	0,37	0,34	0,31	-0,01	-0,01	-0,10
Chl.a CTD								0,03	-0,15	-0,08	0,15	0,14	0,08	0,06	0,27	0,18	0,61	0,08	0,10	0,62	0,33	0,05	0,19	0,24	0,84	0,38	0,44
Torbid.									-0,54	0,30	0,38	0,26	0,28	0,27	0,31	0,27	0,04	-0,04	-0,09	0,03	-0,05	0,06	0,09	0,02	0,03	0,36	0,35
Trasp.										-0,31	-0,40	-0,30	-0,33	-0,32	-0,37	-0,36	-0,17	0,05	0,01	-0,17	-0,04	-0,04	-0,07	-0,06	-0,22	-0,41	-0,37
N-NH ₃											0,45	0,67	0,67	0,62	0,57	0,55	0,01	-0,26	-0,13	-0,02	-0,02	0,01	-0,08	-0,01	-0,11	0,46	0,45
N-NO ₂												0,73	0,64	0,59	0,49	0,69	0,33	-0,22	-0,12	0,32	-0,14	-0,04	0,02	-0,11	0,12	0,60	0,60
N-NO ₃													0,89	0,68	0,58	0,80	0,33	-0,20	-0,06	0,32	-0,08	0,01	-0,07	-0,05	0,09	0,60	0,62
N tot														0,57	0,53	0,81	0,25	-0,24	-0,08	0,23	-0,07	-0,04	-0,15	-0,09	0,06	0,58	0,59
P-PO ₄															0,59	0,60	0,08	-0,14	-0,16	0,05	0,06	-0,04	-0,07	0,00	0,00	0,45	0,47
P tot																0,62	0,45	-0,04	-0,01	0,45	0,20	0,07	0,15	0,18	0,32	0,63	0,61
Si-SiO ₄																	0,38	-0,25	-0,04	0,37	0,08	-0,02	-0,10	0,02	0,18	0,63	0,62
Diato																		0,02	-0,10	0,99	0,36	-0,05	0,26	0,20	0,76	0,41	0,38
Dino																			0,29	0,07	0,06	0,07	-0,06	0,08	0,16	-0,12	-0,13
Altro fito																				0,04	-0,08	0,08	-0,14	0,00	0,04	-0,07	-0,03
Fito tot																					0,35	-0,04	0,24	0,20	0,77	0,40	0,37
Clado																						0,09	0,16	0,66	0,44	0,15	0,13
Copep																							0,40	0,80	0,06	0,08	0,06
Altro meso																								0,47	0,28	0,18	0,15
Meso tot																									0,32	0,16	0,13
Clor a analisi																										0,46	0,40
TRIX analisi																											0,94

Tabella 6: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa (n=120).

	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 analisi	TRIX CTD
Temp.	0,77	0,10	0,41	-0,50	0,49	0,28	0,02	-0,23	0,09	-0,31	-0,40	-0,42	-0,44	-0,14	0,01	-0,22	0,21	-0,29	-0,40
Conduc.		0,71	0,18	-0,62	0,26	0,18	-0,24	-0,53	0,42	-0,45	-0,65	-0,64	-0,71	-0,38	-0,34	-0,54	-0,13	-0,61	-0,68
Salin.			-0,17	-0,43	-0,12	-0,04	-0,42	-0,58	0,55	-0,40	-0,61	-0,57	-0,67	-0,47	-0,57	-0,64	-0,43	-0,65	-0,62
O.D. %				0,55	0,64	0,01	0,51	-0,17	-0,10	-0,30	-0,12	-0,05	-0,08	-0,03	0,11	0,02	0,72	0,11	0,04
O.D. ppm					0,20	-0,21	0,58	0,14	-0,22	0,08	0,36	0,44	0,44	0,17	0,23	0,34	0,55	0,45	0,48
pH						0,02	0,57	-0,17	-0,09	-0,28	-0,13	-0,23	-0,24	-0,10	0,12	-0,03	0,73	0,18	0,09
RED-OX							-0,10	0,02	-0,02	-0,05	-0,11	-0,12	-0,14	-0,06	0,08	-0,08	-0,04	-0,03	-0,15
Chl.a CTD								0,10	-0,34	-0,06	0,28	0,23	0,24	0,06	0,31	0,32	0,84	0,46	0,48
Torbid.									-0,53	0,35	0,35	0,31	0,39	0,25	0,49	0,32	0,04	0,40	0,41
Trasp.										-0,24	-0,38	-0,33	-0,38	-0,27	-0,34	-0,33	-0,38	-0,55	-0,55
N-NH ₃											0,40	0,63	0,69	0,58	0,42	0,53	-0,16	0,39	0,42
N-NO ₂												0,76	0,73	0,64	0,41	0,69	0,21	0,59	0,60
N-NO ₃													0,94	0,70	0,46	0,79	0,10	0,58	0,62
N tot														0,68	0,50	0,81	0,10	0,59	0,63
P-PO ₄															0,48	0,65	0,00	0,40	0,42
P tot																0,49	0,26	0,54	0,48
Si-SiO ₄																	0,21	0,55	0,56
Clor a analisi																		0,50	0,42
TRIX analisi																			0,96

Tabella 7: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 926 m dalla costa (n=128).

	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 analisi	TRIX CTD
Temp.	0,81	0,17	0,30	-0,43	0,47	0,29	-0,09	-0,32	0,06	-0,21	-0,43	-0,46	-0,43	-0,06	0,09	-0,28	0,12	-0,29	-0,39
Conduc.		0,71	0,07	-0,57	0,25	0,25	-0,26	-0,62	0,33	-0,36	-0,64	-0,67	-0,69	-0,29	-0,16	-0,61	-0,14	-0,56	-0,63
Salin.			-0,24	-0,47	-0,16	0,07	-0,38	-0,66	0,49	-0,37	-0,61	-0,64	-0,69	-0,45	-0,39	-0,73	-0,40	-0,61	-0,61
O.D. %				0,71	0,69	-0,05	0,59	0,00	-0,16	-0,33	0,07	0,06	0,02	0,02	0,10	-0,01	0,83	0,23	0,20
O.D. ppm					0,33	-0,23	0,74	0,29	-0,22	-0,09	0,46	0,48	0,44	0,12	0,10	0,31	0,71	0,48	0,51
pH						-0,04	0,51	0,03	-0,17	-0,21	-0,06	-0,15	-0,15	-0,02	0,08	-0,05	0,72	0,21	0,15
RED-OX							-0,08	-0,07	0,10	-0,07	-0,12	-0,16	-0,16	-0,10	-0,01	-0,16	-0,07	-0,10	-0,17
Chl.a CTD								0,21	-0,21	-0,10	0,35	0,33	0,28	0,06	0,17	0,29	0,71	0,42	0,46
Torbid.									-0,55	0,48	0,42	0,45	0,49	0,26	0,31	0,53	0,20	0,52	0,55
Trasp.										-0,31	-0,37	-0,34	-0,34	-0,24	-0,32	-0,26	-0,35	-0,57	-0,55
N-NH ₃											0,40	0,48	0,49	0,32	0,30	0,50	-0,17	0,30	0,31
N-NO ₂												0,89	0,86	0,53	0,28	0,65	0,33	0,59	0,61
N-NO ₃													0,94	0,50	0,29	0,77	0,22	0,57	0,60
N tot														0,52	0,34	0,77	0,19	0,53	0,56
P-PO ₄															0,33	0,47	0,07	0,22	0,24
P tot																0,40	0,16	0,43	0,43
Si-SiO ₄																	0,15	0,50	0,53
Clor a analisi																		0,56	0,50
TRIX analisi																			0,97

Tabella 8: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 3704 m dalla costa (n=128).

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. 9 e Fig. 51), le uniche presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale e di mesozooplancton totale.

Tabella 9: 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 (%)	40,48	20,77
Trasparenza	0,52	0,06
Temperatura	0,34	- 0,61
Salinità	0,79	0,12
pH	0,19	- 0,79
O.D. %	- 0,02	- 0,76
N-NH ₃	- 0,72	0,29
N-NO ₂	- 0,81	0,15
N-NO ₃	- 0,89	0,14
N TOT	- 0,87	0,14
Si-SiO ₄	- 0,87	- 0,05
P-PO ₄	- 0,73	0,15
P TOT	- 0,75	- 0,24
Clorofilla <i>a</i>	- 0,25	- 0,88
TRIX	- 0,78	- 0,22
Fitoplancton totale	- 0,40	- 0,70
Mesozooplancton totale	- 0,02	- 0,46

Le prime due componenti estratte hanno spiegato oltre il 61% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto del 40,5% di tale varianza (Tab. 9).

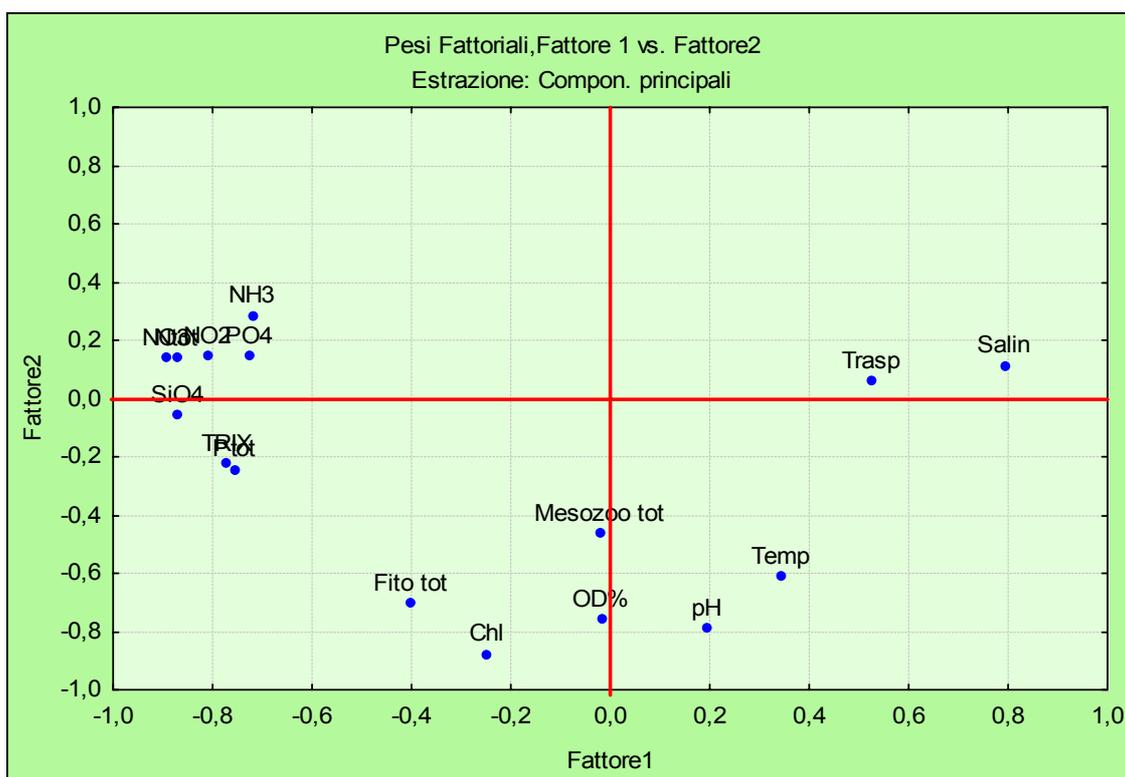


Figura 51: Ordinamento dei parametri fisico - chimici e biologici analizzati.

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 ad elevato contenuto in sali nutrienti (coefficiente di autovettore con segno negativo) e a quello superiore campioni a salinità elevata (coefficiente con segno positivo) (Tab. 9 e Fig. 51). 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 negativo dei relativi coefficienti di autovettore (Tab. 9). Come già evidenziato per l'anno 2003, 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 il parametro plancton in quanto rilevato nelle sole stazioni a 500 m. In tabella 10 sono rappresentati i pesi fattoriali relativi ad alcuni parametri sui due fattori individuati; in figura 52 si riportano graficamente i punteggi fattoriali, relativi ai due fattori della tabella 10, da cui si evidenziano alcuni raggruppamenti particolari delle stazioni prese in considerazione.

Tabella 10: pesi fattoriali relativi ad alcuni parametri analizzati ($p > 0.70$).

	<i>FATTORE 1</i>	<i>FATTORE 2</i>
VARIANZA (%)	70,9 %	14,5 %
Trasparenza	0,63	- 0,16
Temperatura	0,60	- 0,64
Salinità	0,93	- 0,01
pH	- 0,63	- 0,55
O.D. %	- 0,75	- 0,61
N-NH ₃	- 0,59	0,76
N-NO ₂	- 0,98	- 0,12
N-NO ₃	- 0,97	0,05
N TOT	- 0,95	0,08
Si-SiO ₄	- 0,96	0,00
P-PO ₄	- 0,94	0,17
P TOT	- 0,93	0,04
Clorofilla <i>a</i> (analitica)	- 0,91	- 0,38

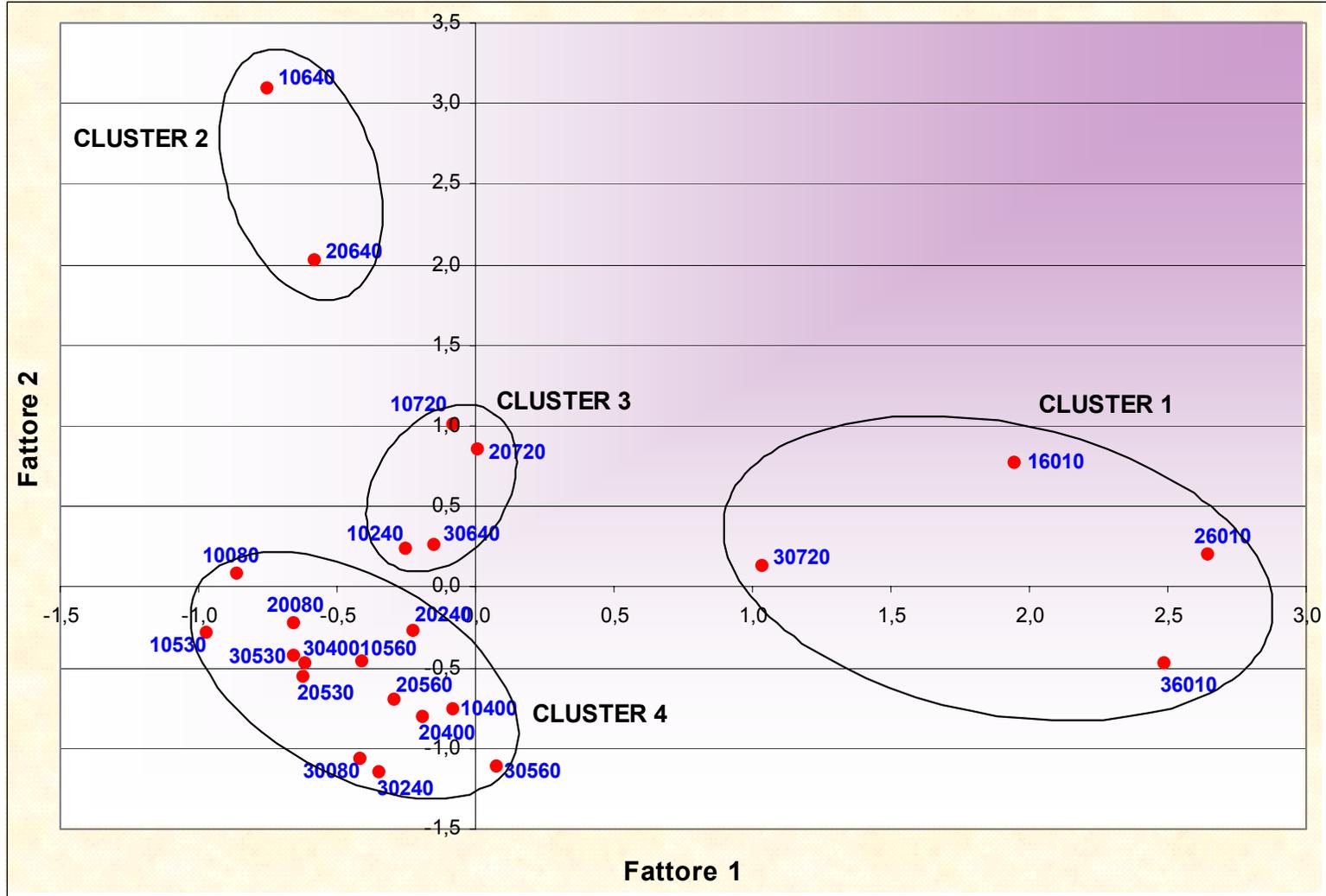


Figura 52: Rappresentazione dei punteggi fattoriali, relativi alle diverse stazioni di campionamento, sui due fattori individuati.

In figura 52 si possono evidenziare alcuni clusters principali:

- CLUSTER 1 raggruppa le stazioni del transetto posto di fronte alla foce del Po di Pila, caratterizzate da salinità mediamente piuttosto basse ed elevate concentrazioni di nutrienti fino al largo (Fig. 48); è presente anche la stazione 30720, la più distante dalla costa del transetto 072, che risulta spesso condizionata dalla estensione verso nord della plume del Po;
- CLUSTER 2 comprende le stazioni 10640 e 20640, poste rispettivamente a 500 e 926 m dalla linea di costa e posizionate tra le foci di Brenta-Bacchiglione e di Adige; l'influenza delle acque che arrivano in zona caratterizzano queste stazioni, distinguendole dalle altre per le elevate concentrazioni di azoto ammoniacale qui rilevate nel corso del 2004 (Fig. 19);
- CLUSTER 3 raggruppa rispettivamente le stazioni più vicine alla costa (500 e 926 m) del transetto 072, la stazione più al largo del transetto 064 (30640) e la stazione a 500 m dalla costa del transetto 024 (10240): tutte queste stazioni, sulla base dei dati rilevati, risultano condizionate prevalentemente da concentrazioni di azoto ammoniacale alte (sia pure in misura inferiore rispetto alle stazioni del cluster 2), con caratteristiche comunque intermedie tra quella dei due clusters precedenti. Da notare la presenza qui della stazione del transetto 024, localizzato nel tratto di mare a nord della laguna di Venezia e condizionato dalle acque del fiume Sile;
- CLUSTER 4 comprende in una grande area tutte le altre stazioni, localizzate sia nel tratto a nord della laguna che nella zona antistante la stessa. Tali stazioni, poco influenzate dai fiumi locali o poste in aree dove non sono presenti apporti di tale tipo, presentano una ridotta variabilità dei valori di nutrienti e salinità rispetto a quanto visto per le stazioni dei clusters 1 e 2.

6 RILEVAMENTI DI FENOMENI ANOMALI NEL CORSO DEL 2004

6.1 FENOMENO DI MAREA ROSSA (*Noctiluca miliaris*)

Il giorno 07 Giugno 2004, nel corso dei campionamenti e rilevamenti in mare effettuati nell'ambito delle attività istituzionali per il controllo della fascia marina costiera, è stata rilevata la presenza di una striscia parallela alla costa di colore rossastro; tale formazione è stata osservata a circa 5 miglia nautiche al largo di Punta Sabbioni (Cavallino Treporti, Venezia). Sono stati prelevati dei campioni *ad hoc* per le opportune analisi biologiche e chimiche, che hanno confermato trattarsi di una fioritura di *Noctiluca miliaris* (*scintillans*), con concentrazioni dell'ordine del milione di cell/l. Inoltre, nel corso del campionamento, è stata effettuata una ricognizione subacquea mediante apposita telecamera lungo l'intera colonna d'acqua al fine di verificare l'estensione del fenomeno. Da tale osservazione è emerso che la striscia di colore rossastro interessava solo lo strato superficiale per pochi centimetri. I parametri fisico-chimici rilevati mediante sonda multiparametrica a 50 cm dalla superficie, cioè ossigeno disciolto, pH e temperatura dell'acqua, sono risultati nella norma.

Il fenomeno di marea rossa è da tempo noto in Alto Adriatico. La *Noctiluca miliaris* (*scintillans*) (Fig. 53) è un dinoflagellato eterotrofo le cui dimensioni possono arrivare a 1 mm di diametro, svolge il processo vitale a livello di superficie ed ha la capacità di emettere bioluminescenza nelle ore di buio (da qui la terminologia di "mare in amore" utilizzata per definire le sciamature rosse). Non risultano problematiche di carattere sanitario a carico di questa microalga, pertanto non esistono problemi di sorta per i bagnanti o per la fauna marina.

Il giorno 09 giugno è stato identificato, a circa 5 miglia nautiche al largo del Lido di Venezia, un fronte largo circa un metro e della lunghezza di qualche chilometro posizionato lungo la confluenza delle correnti, in cui erano compattati anche materiali di varia natura (rami, rifiuti). Il fronte è stato seguito in direzione sud e a 4,4 miglia nautiche dalla bocca di porto di Malamocco sono state rilevate striature arancio-rossastre. Sul luogo sono stati eseguiti rilievi con sonda multiparametrica, correntometro, telecamera subacquea, nonché prelievi *ad hoc* di materiale e acqua; il fenomeno sembrava comunque già in fase di dissolvimento, anche grazie alla presenza di correnti e venti che, con la loro azione, contribuiscono alla dispersione del materiale.

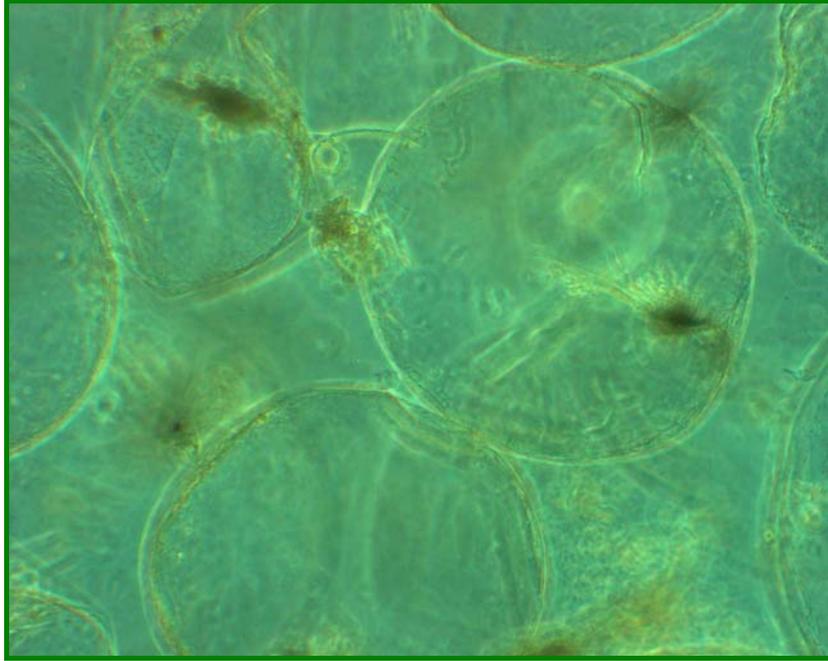


Figura 53: Immagine al microscopio di alcune forme di *Noctiluca miliaris* (*scintillans*), foto gentilmente concessa dal CNR-ISMAR di Venezia

Sui campioni prelevati il giorno 09 giugno 2004 a circa 5,5 miglia nautiche al largo del Lido di Venezia è stata evidenziata la presenza di diversi taxa di fitoplancton (*Cerataulina pelagica*, *Prorocentrum micans*, *Ceratium tripos*, etc.) normalmente presenti nel periodo estivo. Nel campione erano presenti anche molti tintinnidi, copepodi adulti, naupli di Copepodi. *Noctiluca* è stata osservata con un'abbondanza di 12000 cellule /l circa. Nel secondo campione prelevato a 4,4 miglia nautiche dalla bocca di porto di Malamocco (striature arancio rossastre) è stata rilevata la presenza di *Noctiluca miliaris* (*scintillans*) con concentrazioni dell'ordine del milione di cell/l.

Nei giorni successivi il fenomeno “mare in amore”, dovuto alla fioritura di *Noctiluca miliaris* (*scintillans*), grazie al vento di Bora è completamente regredito.

6.2 RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI

Giugno

Dopo alcune avvisaglie della comparsa del fenomeno, il 22 Giugno a 500 m dalla testa della diga di Punta Sabbioni (040 Cavallino Treporti, Venezia) è stata evidenziata una striatura discontinua di materiale bianco crema larga circa 1-2 m. Lungo la colonna erano presenti solo formazioni filamentose di lieve entità e i parametri chimico fisici sono risultati

nella norma. Il 28 Giugno, durante i controlli sulle acque di balneazione nella zona di Cavallino Treporti è stato rilevato materiale mucillaginoso sia in superficie sia lungo la colonna d'acqua

Luglio – I quindicina

Il giorno 1 Luglio, nell'area di mare antistante Pellestrina, Ca' Roman e foce dell'Adige, sono state rilevate chiazze di materiale cremoso, in particolare 2,5 mn al largo di Ca' Roman (Fig. 54). La telecamera subacquea ha mostrato la presenza di ragnatele lungo tutta la colonna d'acqua, nelle varie stazioni monitorate. Anche a 2,3 mn al largo di Porto Fossone (foce dell'Adige) era presente una striscia di materiale schiumoso larga circa 5-10 m, e lungo la colonna nei primi 4 m è stata osservata presenza di fiocchi, dai 4 m fino al fondo (20 m) ragnatele.

Il 6 Luglio nell'area compresa tra Punta Tagliamento e Caorle nel transetto più a nord (008) non era presente materiale mucillaginoso superficiale ma lungo la colonna è stata osservata la presenza di soli macrofiocchi. Il litorale di Jesolo (024) invece era caratterizzato dalla presenza di striature sparse di materiale bianco-crema; lungo l'intera colonna sono state osservate ragnatele di grosse dimensioni (10-20 cm). Più a Sud in prossimità del litorale del Lido, a circa 4 mn, era presente una striatura di materiale schiumoso-cremoso larga circa 5-10 m parallela alla costa; la colonna era interessata da ragnatele molto fitte.

Il giorno 8 Luglio nell'area compresa tra Rosolina (RO) e il Po di Pila erano presenti striature di piccole dimensioni parallele alla costa; lungo l'intera colonna d'acqua erano presenti macrofiocchi e filamenti.

Il 9 Luglio nella zona antistante la foce dell'Adige sono state osservate macchie sparse di materiale mucillaginoso di colore giallo arancio (materiale in via di degradazione).

I principali parametri idrologici si sono comunque mantenuti nelle medie del periodo e in particolare la concentrazione dell'ossigeno disciolto non si è discostata dai valori medi pluriennali ed è sempre risultata prossima ai valori di saturazione.



Figura 54: Immagini di aggregati mucillaginosi rilevati nel corso delle campagne in mare.

Luglio – Il quindicina

Nel corso dei campionamenti e rilevamenti in mare effettuati durante la seconda campagna di Luglio (dal 16 al 21 Luglio 2004) non si è riscontrata la presenza di alcun tipo di aggregato mucillaginoso in superficie in tutta l'area monitorata, che si estende da Punta Tagliamento al Po di Pila fino a 2 miglia nautiche dalla costa.

Le osservazioni con la telecamera subacquea lungo tutta la colonna d'acqua hanno evidenziato la presenza di scarso materiale in sospensione e di microflocchi; solo in alcuni casi (tra Ca' Roman - Pellestrina e Isola Verde - Chioggia) gli aggregati sono risultati leggermente maggiori (macroflocchi e piccoli filamenti). Il fondo si è dimostrato ovunque privo di depositi di materiale mucillaginoso. I parametri chimico-fisici rilevati mediante sonda multiparametrica lungo tutta la colonna d'acqua sono risultati nella norma. V'è sicuramente evidenziata un'elevata trasparenza della colonna d'acqua nelle zone antistanti Jesolo e Caorle, che ha raggiunto nelle stazioni a 2 miglia nautiche dalla costa valori di 15 m (su una profondità di circa 15 m).

Agosto

Nella prima metà del mese sono rimaste tracce sparse di materiale in via di disgregazione e anche nella seconda metà del mese di agosto non è stata evidenziata la presenza di mucillagini nella colonna d'acqua e, pertanto, non si sono verificati affioramenti e spiaggiamenti di materiale gelatinoso in tutto il bacino settentrionale.

6.3 SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE

Nel corso delle normali campagne di monitoraggio in mare la presenza di meduse è stata segnalata principalmente nella prima quindicina di luglio, con pochi esemplari di taglia ridotta della specie *Rhizostoma pulmo*; poiché si tratta di specie da considerarsi innocua il fenomeno non ha rappresentato motivo di preoccupazione per i bagnanti.

Durante il restante periodo estivo sono state ridotte le segnalazioni di meduse nel corso delle crociere, anche se si sono verificati episodi di spiaggiamento tra luglio e agosto.

6.4 SEGNALAZIONE DI MORIA DI VONGOLE

Nei primi giorni del mese di novembre si è verificato un esteso fenomeno di moria di molluschi bivalvi, in particolare vongole, che ha interessato il tratto di costa nord dal Tagliamento al Sile. A seguito della comunicazione pervenuta ad ARPAV, è stata subito predisposta una uscita straordinaria con lo scopo di compiere tutti gli accertamenti del caso, come previsto in tutte le situazioni di anomalie dell'ecosistema.

Nel corso dell'uscita in emergenza, le condizioni meteomarine avverse non hanno permesso l'utilizzo della sonda multiparametrica per le rilevazioni dei parametri fisico-chimici dell'acqua; è comunque apparsa evidente la forte torbidità delle acque (dovuta agli apporti terrigeni dei fiumi della zona) nell'area interessata dal fenomeno anomalo. E' stato effettuato il campionamento di acqua e di alcuni esemplari di biota (in particolare vongole *Chamelea galina*) per le successive analisi di laboratorio presso il Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia. Ad una prima osservazione i molluschi prelevati presentavano al loro interno abbondante quantità di sedimento a granulometria fine. Le analisi di laboratorio effettuate sui molluschi non hanno rilevato il superamento dei limiti previsti dalla Tabella 1/C dell'Allegato 2 al D.Lgs. 152/99. Le analisi chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche effettuate sui campioni di acqua non hanno evidenziato alcuna anomalia.

Il tratto di costa coinvolto nell'evento è normalmente soggetto a monitoraggio, come previsto sia dalla normativa vigente sia dalle attività di controllo quindicinale attuate nell'ambito del Programma in convenzione con il Ministero dell'Ambiente, che infine nel corso delle attività legate al Progetto InterrMarCo (Programma Interreg IIIA/Phare CBC Italia Slovenia). Nelle campagne condotte prima e dopo l'evento, non sono state evidenziate particolari anomalie delle condizioni chimico-fisiche del sistema nell'area in questione, pur confermando una ridotta trasparenza e ridotti valori di salinità nella prima campagna del

mese. Inoltre i valori di ossigeno disciolto nell'area oggetto della emergenza erano prossimi alla saturazione sia in superficie che lungo la colonna d'acqua fino al fondo.

Pertanto i risultati analitici non hanno portato a far presupporre che il fenomeno fosse legato alla presenza di inquinanti; è quindi ipotizzabile che l'evento sia stato determinato da una serie di concause ed in particolare dalla presenza abbondante di materiale terrigeno in sospensione che ha portato gli organismi, già stressati da variazioni repentine di salinità e temperatura, ad una alterazione della capacità respiratoria.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attività svolta nell'ambito delle attività istituzionali sulle acque marino-costiere, relativamente alle campagne di campionamento nell'anno 2004, è stata condotta sulla Rete Regionale del Veneto come previsto dal programma di ricerca e monitoraggio, cercando di rispettare le modalità e i tempi previsti; le condizioni meteorologiche hanno talvolta reso difficoltoso il regolare compimento della campagna di rilevamento e misura, comportando lo slittamento delle date di campionamento senza peraltro impedirne lo svolgimento entro i tempi massimi (Tab. 1).

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

- le condizioni meteoroclimatiche 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 riducendosi gradualmente verso sud (trasetti 072, 601) a causa dell'estendersi dell'influenza fluviale verso il largo.

- gli apporti fluviali più cospicui nei mesi di marzo e novembre hanno condizionato l'andamento dei valori di salinità in superficie, soprattutto nella zona a sud di Chioggia e in particolare nell'area antistante il delta del Po caratterizzata da valori di bassa salinità anche alle stazioni più lontane dalla costa; per contro i transetti localizzati nell'area antistante la laguna di Venezia (040, 053, 056) hanno mostrato valori medi di salinità elevati in tutte le stazioni, senza gradienti di sorta

- 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 064, aumentando gradatamente fino ad arrivare a livelli di elevata soprassaturazione al transetto 601 (fronte Po di Pila), caratterizzato anche da elevati valori di concentrazione idrogenionica, di nutrienti disciolti e valori di salinità bassi; particolarmente forte la situazione rilevata presso il transetto 601 nel mese di febbraio, in concomitanza con il verificarsi di un esteso bloom superficiale a *Skeletonema costatum* (Figg. 39 e 40)

- per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni di tutti i nutrienti lungo la costa, si evidenzia come i valori più elevati siano stati rilevati come sempre nei transetti 064,

072 e 601 ad ulteriore riprova dell'effetto dei fiumi sfocianti nella zona; per tutti i nutrienti le massime concentrazioni sono state rilevate nella campagna di marzo (Figg. 18, 20, 26). Infine, pur ricordando che l'anno 2003 è stato condizionato da periodo di intensa siccità con apporti fluviali ridotti al minimo, si è osservata nel 2004 una forte riduzione dei casi di campioni con concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità rispetto all'anno precedente, ad esempio per l'azoto ammoniacale si è passati dal 68.7% nel 2003 al 19.0% nel 2004, per il fosforo da ortofosfati dal 47.3% al 33.9%

- 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, sempre legati alla presenza di Diatomee, nei mesi tardo-primaverili ed estivi e minimi nel periodo invernale; fa eccezione il mese di febbraio in cui, come già ricordato, le elevate abbondanze osservate sono riconducibili all'esteso bloom superficiale a *Skeletonema costatum* verificatosi presso il transetto 601 antistante la foce del Po di Pila

- 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, ad eccezione della seconda campagna di luglio (07B) e della seconda di agosto (08B) caratterizzate dalla forte presenza di Cladoceri, particolarmente presso la stazione 16010 al Po di Pila (Figg. 44 e 45)

- numerose infine sono state, rispetto agli anni precedenti, le occasioni in cui si sono verificate situazioni anomale dell'ecosistema indagato, senza comunque arrivare a comprometterne la qualità globale; si ricordano la marea rossa legata alla presenza di *Noctiluca miliaris* (*scintillans*), il rinvenimento di aggregati mucilluginosi nel periodo tra giugno e luglio, etc.

In linea generale, nelle acque della fascia costiera i cicli stagionali delle diverse variabili ecologiche si differenziano notevolmente rispetto a quelli delle acque di mare aperto. Ciò si può ricondurre alla presenza di cospicui apporti di acque interne ricche di macronutrienti ed alle condizioni meteorologiche che, in ambienti a ridotta batimetria, sono in grado di influire

marcatamente sia sulle caratteristiche chimico-fisiche del corpo idrico che sulla componente biologica in esso contenuta.

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

In conclusione, l'insieme delle informazioni raccolte in anni di studi hanno permesso di evidenziare da sempre l'estrema variabilità e complessità del sistema costiero indagato; entrambi gli aspetti sono riconducibili all'influenza di diversi fattori, tra cui le condizioni idrobiologiche e fisiche dell'intero bacino, l'alternarsi delle stagioni, le condizioni meteorologiche e la collocazione geografica delle stazioni in relazione alle pressioni del territorio retrostante. Si sono di fatto osservati cambiamenti significativi nell'ecosistema marino dell'Alto Adriatico in generale, evidenziando ad esempio un certo parallelismo tra le variazioni ecologiche e cambiamenti meteoclimatici e inducendo, anche in funzione delle nuove direttive europee (Direttiva CE 2000/60, ad esempio), ad ampliare le conoscenze su componenti prima poco studiate quali le componenti zooplanctoniche e bentoniche e, più recentemente, su aree particolari che caratterizzano il Nord Adriatico denominate localmente Tegnùe. Lo studio approfondito della componente biologica del sistema permette, più che lo studio degli aspetti chimico-fisici dello stesso, di trarre informazioni più chiare e dettagliate della situazione attuale dell'ecosistema marino del Veneto e del suo trend evolutivo.

8 BIBLIOGRAFIA

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 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 6 novembre 2003 n. 367. *Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.*

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

Ferronato A., Vazzoler M., Ancona S., Bresolin C., De Boni S., Zogno A.R., Aimo E., Sanavio G. e Soccorso C., 2003. *Convenzione Ministero dell'Ambiente – Regione del Veneto. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero prospiciente la Regione del Veneto. Triennio 2001-2003. Anno 2002. Rapporto finale.* ARPAV-ATS

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

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

Vazzoler M., Ancona., Zogno A.R., 2004. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto: gennaio-dicembre 2003. Analisi conclusiva dei dati osservati*

nell'anno 2003. Rapporto finale. Osservatorio Alto Adriatico- Polo Regionale Veneto ARPAV-ATS

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.