



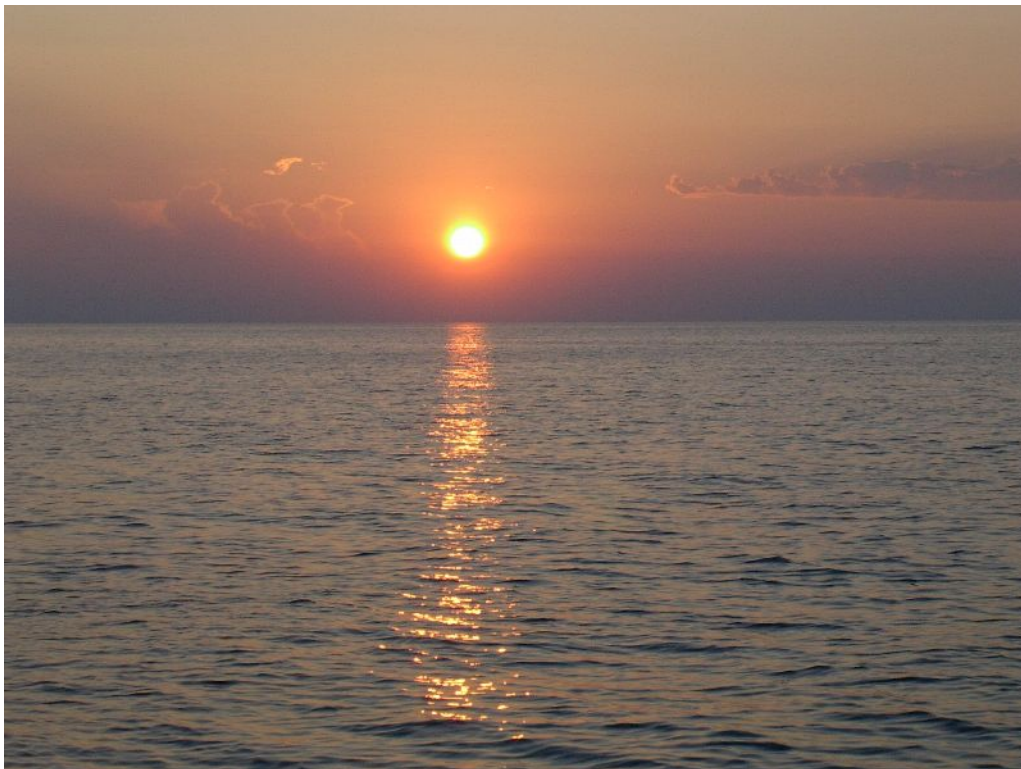
INTERREG III A/Phare CBC Italia-Slovenia 2000-2006 Progetto cod. AAVEN111034  
Progetto co-finanziato dall' Unione Europea Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR)

**OSSERVATORIO ALTO ADRIATICO - POLO REGIONALE VENETO**

***MONITORAGGIO INTEGRATO DELL'AMBIENTE MARINO-COSTIERO  
NELLA REGIONE VENETO  
GENNAIO - DICEMBRE 2006***

*(Legge 12 giugno 1993 n. 185 – Legge 28 luglio 2004 n. 192 – D.M. 17 giugno 1988)*

**ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL'ANNO 2006**



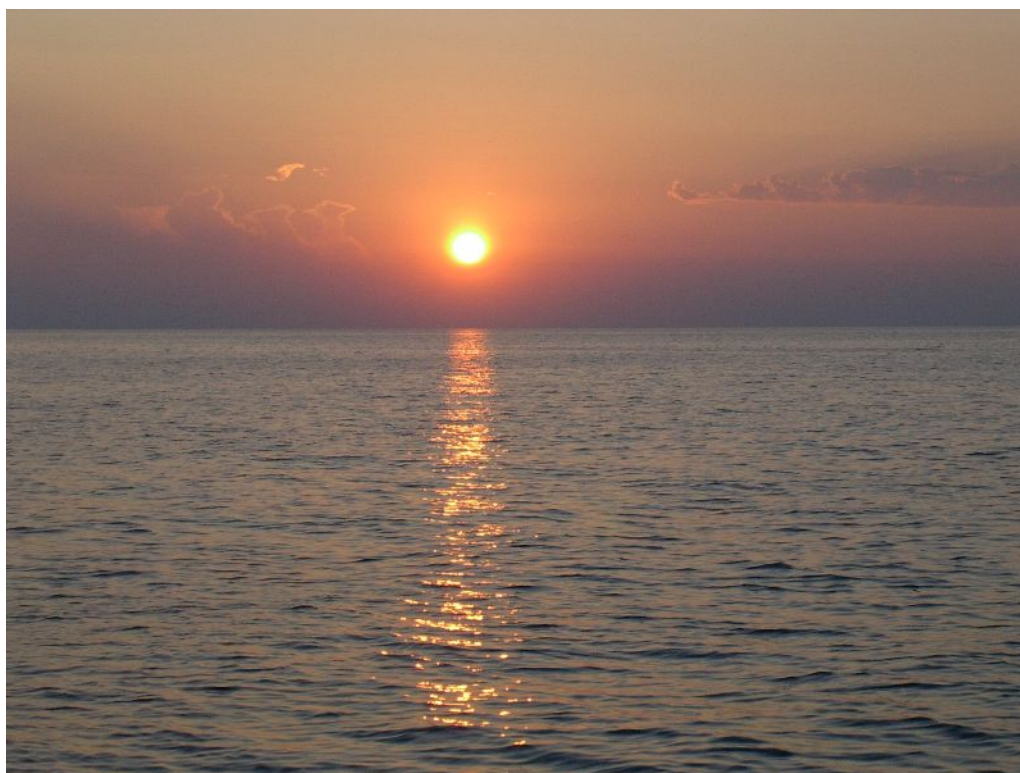
Padova, febbraio 2007



Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

***“MONITORAGGIO INTEGRATO DELL’AMBIENTE MARINO-  
COSTIERO NELLA REGIONE VENETO”  
GENNAIO - DICEMBRE 2006***

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2006



**Area Tecnico Scientifica**

Servizio Acque Marino Costiere / Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto  
Dipartimento ARPAV Provinciale di Rovigo  
Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia

**ARPAV**

*Direttore Generale ARPAV  
Andrea Drago*

*Dirigente Servizio Acque Marino Costiere / Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto  
Marina Vazzoler*

A cura di:

*Marina Vazzoler, Sara Ancona, Luigi Berti, Daniele Bon, Francesca Boscolo, Daniel Fassina,  
Letizia Guardati, Valeria Iacovone, Silvia Rossi, Silvia Rizzardi, Anna Rita Zogno, andrea Bartenor,  
Laura Porporino, Barbara Puato  
Servizio Acque Marino Costiere / Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto*

Hanno collaborato:

*Dipartimento Provinciale di Rovigo - Osservatorio Acque di Transizione:  
Giuliana Sanavio, Barbara Dall'Ara, Monica Lionello, Cristina Masiero, Michela Osti, Luca Boldrin*

*Dipartimento Provinciale di Venezia:*

*Emilia Aimò, Rita Frate, Luciana Menegus, Michele Gerotto, Francesca Zanon*

Esecuzione prelievi:

*Servizio Acque Marino Costiere / Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto*

Esecuzioni analisi:

*Dipartimento Provinciale di Rovigo - Osservatorio Acque di Transizione  
Dipartimento Provinciale di Venezia*

## INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	<b>6</b>
<a href="#">1.1 LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI</a> .....	<a href="#">6</a>
<a href="#">1.2 LE ATTIVITA' SU PROGETTO</a> .....	<a href="#">9</a>
<b>LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO</b> .....	<b>14</b>
<a href="#">1.3 LA RETE DI STAZIONI</a> .....	<a href="#">16</a>
<a href="#">1.4 GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)</a> .....	<a href="#">17</a>
<a href="#">1.4.1 CAMPIONAMENTO</a> .....	<a href="#">18</a>
<a href="#">1.4.2 ANALISI</a> .....	<a href="#">18</a>
<a href="#">1.5 GESTIONE DEI DATI</a> .....	<a href="#">19</a>
<b>I PARAMETRI INDAGATI</b> .....	<b>20</b>
<a href="#">1.6 DESCRIZIONE</a> .....	<a href="#">20</a>
<a href="#">1.7 METODI</a> .....	<a href="#">22</a>
<b>ANALISI DEI RISULTATI</b> .....	<b>24</b>
<a href="#">1.8 MATRICE ACQUA</a> .....	<a href="#">24</a>
<a href="#">1.8.1 TRASPARENZA</a> .....	<a href="#">25</a>
<a href="#">1.8.2 TEMPERATURA</a> .....	<a href="#">26</a>
<a href="#">1.8.3 SALINITA'</a> .....	<a href="#">28</a>
<a href="#">1.8.4 CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA</a> .....	<a href="#">30</a>
<a href="#">1.8.5 OSSIGENO DISCIOLTO</a> .....	<a href="#">32</a>
<a href="#">1.8.6 AZOTO AMMONIACALE</a> .....	<a href="#">33</a>
<a href="#">1.8.7 AZOTO NITRICO</a> .....	<a href="#">35</a>
<a href="#">1.8.8 AZOTO NITROSO</a> .....	<a href="#">36</a>
<a href="#">1.8.9 AZOTO TOTALE</a> .....	<a href="#">38</a>
<a href="#">1.8.10 SILICIO DA ORTOSILICATI</a> .....	<a href="#">39</a>
<a href="#">1.8.11 FOSFORO DA ORTOFOSFATI</a> .....	<a href="#">41</a>
<a href="#">1.8.12 FOSFORO TOTALE</a> .....	<a href="#">42</a>
<a href="#">1.8.13 CLOROFILLA a</a> .....	<a href="#">44</a>
<a href="#">1.8.14 INDICE TROFICO TRIX</a> .....	<a href="#">46</a>
<b>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:</b> .....	<b>46</b>
<a href="#">1.8.15 FITOPLANCTON</a> .....	<a href="#">49</a>
<a href="#">1.8.16 RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE</a> .....	<a href="#">55</a>
<a href="#">1.8.17 ENTEROCOCCHI</a> .....	<a href="#">57</a>
<a href="#">1.9 MATRICE BIOTA</a> .....	<a href="#">59</a>
<a href="#">1.9.1 ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI</a> .....	<a href="#">59</a>
<a href="#">1.9.2 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI</a> .....	<a href="#">59</a>
<a href="#">1.10 MATRICE SEDIMENTO</a> .....	<a href="#">59</a>
<b>DISCUSSIONE</b> .....	<b>61</b>
<b>RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2006</b> .....	<b>69</b>
<a href="#">1.11 RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI</a> .....	<a href="#">69</a>
<a href="#">1.12 SEGNALE PRESENZA DI MEDUSE</a> .....	<a href="#">72</a>
<a href="#">1.13 FIORITURE ALGALI</a> .....	<a href="#">72</a>
<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b> .....	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>76</b>



## **PREMESSA**

### ***1.1 LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI***

La Legge n. 979 del 31 dicembre 1982 “Disposizioni per la difesa del mare” definisce, d'intesa con le Regioni, il Piano generale di difesa del mare e delle coste marine. Prevede tra le varie azioni la realizzazione lungo le coste di reti di monitoraggio dell'ambiente marino in cui “La rete di osservazione effettua periodici controlli dell'ambiente marino con rilevamento di dati oceanografici, chimici, biologici, microbiologici e merceologici e quanto altro necessario per la lotta contro l'inquinamento di qualsiasi genere e per la gestione delle fasce costiere nonché per la tutela, anche dal punto di vista ecologico delle risorse marine”, inoltre istituisce le Riserve Naturali Marine per la protezione dell'ambiente e individua le regole per la loro gestione.

Il verificarsi di fenomeni particolari quali la comparsa di mucillagini o l'esplosione di maree colorate lungo la costa nord adriatica ha reso necessaria, fin dal 1985, l'attuazione di specifici programmi di monitoraggio e di ricerca tesi ad una interpretazione corretta e integrata dell'evolversi di tali fenomeni, alla scopo di individuare e mettere in atto opportune azioni di recupero.

La Regione del Veneto, a tale scopo, ha pertanto attivato una serie di programmi in collaborazione con il Ministero della marina mercantile, con il CNR (progetto PRISMA I), con l'Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare – Ministero dell'Ambiente. I programmi di monitoraggio e di ricerca sulle acque marine messi in opera dalla Regione negli anni successivi hanno fatto riferimento al “Piano per il rilevamento delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici della regione Veneto” adottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione n. 5571 del 17/10/1986 e che ha unificato i vari programmi in precedenza predisposti per il controllo delle falde acquifere sotterranee, delle acque dolci superficiali, delle acque lagunari e delle acque marine costiere. Nel suddetto Piano è stato quindi ricompreso anche il programma di controllo delle acque di balneazione messo in atto dalla Regione del Veneto fin dal 1984, a seguito dell'entrata in vigore del D.P.R. 8 giugno 1982 n. 470, emanato in recepimento della direttiva 76/160/CEE.

Il D.P.R. n. 470/1982 demanda alle Regioni il compito di attivare appositi monitoraggi sulle proprie acque destinate alla balneazione al fine di verificarne l'idoneità secondo determinati criteri di valutazione. Prima del D.P.R. 470/1982, anche se in assenza di una norma con forza di legge, le acque marine di balneazione venivano monitorate per il solo aspetto sanitario (determinazione del parametro “coliformi fecali”) dagli ex Laboratori di

Igiene e Profilassi in base alle disposizioni allora impartite dal Medico Provinciale, sostituito poi nelle funzioni dalle Unità Locali Sanitarie territorialmente competenti e ciò a seguito dell'entrata in vigore della Legge n. 833/1978 istitutiva del Servizio Sanitario Nazionale. In particolare le strutture coinvolte erano i Dipartimenti di Prevenzione (campionamenti) e i Presidi Multizonali di Prevenzione (analisi) che hanno svolto questa funzione nel Veneto fino al 1999 e cioè fino all'effettiva funzionalità amministrativa e tecnico-operativa dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), istituita con Legge Regionale n. 32/1996.

In particolare, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 3003/1998 sono state trasferite dalla Regione del Veneto all'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto alcune competenze relative al settore delle acque tra cui il monitoraggio delle acque marine costiere e di balneazione e la realizzazione del programma di sorveglianza algale mentre la competenza relativa al monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi è stata attribuita con Deliberazione della Giunta Regionale n. 2591/2001, che ha modificato l'allegato A alla Deliberazione Regionale n. 2042/1998, di ripartizione delle competenze in materia di molluschicoltura tra l'ARPAV e le Aziende ULSS, in adempimento dell'art. 5 della Legge Regionale n. 32/1996.

La Regione del Veneto dunque dal 1999 ha affidato tali competenze sul mare ad ARPAV, che agisce sulla base delle indicazioni e delle priorità indicate dagli organismi regionali. Nel 2003 all'interno dell'Area Tecnico Scientifica di ARPAV è stato attivato 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); la struttura è stata voluta con lo scopo di meglio tutelare un sistema estremamente delicato e soggetto a pressioni di diverso tipo. Le funzioni dell'Osservatorio sono state assunte dal nuovo Servizio Acque Marino Costiere nel corso del 2006. Il Servizio Acque Marino Costiere - 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. ARPAV ha da qualche anno assunto 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 una conduzione unitaria e omogenea 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 elaborare, con il gruppo di lavoro Regione Veneto-ARPAV, un documento dal titolo "Direttive tecniche per la caratterizzazione e valutazione di compatibilità delle sabbie destinate al ripascimento dei litorali nella regione del Veneto", che contiene disposizioni per il campionamento e la caratterizzazione delle sabbie nonché per la valutazione circa l'idoneità delle stesse ai fini del ripascimento degli arenili. Tra le varie azioni, al fine di offrire un'informazione completa in tempo reale sulla situazione ambientale del bacino, è stata attiva la Rete Regionale di Boe Meteo Marine, che permette l'acquisizione di informazioni sullo stato del mare rese disponibili all'utenza nel sito di ARPAV.

Accanto alle attività istituzionali attuate ai sensi della normativa vigente, si colloca il "Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero. Triennio 2001-2003" coordinato e finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio in attuazione a quanto indicato dalla legge 979 del 31 dicembre 1982 recante "Disposizioni per la difesa del mare"; con Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 3971 del 15/12/2000 è stata attivata questa convenzione tra Ministero dell'Ambiente e Regione Veneto per il programma che vede coinvolte tutte le regioni costiere italiane. Nella stessa deliberazione è approvata la convenzione tra Regione e ARPAV per l'esecuzione delle operazioni previste dal Ministero dell'Ambiente ai fini dell'attuazione del monitoraggio. Il programma, iniziato nel giugno 2001, è proseguito fino a maggio 2004 e, con successive proroghe, le attività sono state protratte a gennaio 2007.

La realizzazione del "Programma di monitoraggio", con indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota e benthos), avviene secondo precisi protocolli operativi. Esso prevede l'esecuzione di campagne di campionamento e misura secondo il calendario previsto nell'ambito della Convenzione stipulata tra Ministero Ambiente e Regioni.

Nell'ottica di una massima razionalizzazione delle risorse in termini di tempo e personale e anche in senso economico, le attività di campionamento e di analisi vengono effettuate unitamente alle attività legate al monitoraggio istituzionale ai sensi della normativa vigente: infatti la Rete Nazionale, attiva nell'ambito della Convenzione, coincide parzialmente con la Rete Regionale in quanto i 5 transetti che la costituiscono fanno parte degli 8 transetti del monitoraggio ai sensi del D.Lgs. 152/99 e s.m.i..



## ***1.2 LE ATTIVITA' SU PROGETTO***

Il Servizio Acque Marino Costiere - Osservatorio Alto Adriatico di ARPAV ha continuato negli anni a svolgere le previste attività di coordinamento assumendo anche la responsabilità scientifica di numerose linee progettuali in varie fasi di avanzamento, con un impegno sistematico alla razionalizzazione e all'ottimizzazione nell'impiego delle risorse umane e strumentali, nonché il coordinamento di tutte le attività istituzionali sul mare.

Ad oggi tutta la fase di sviluppo delle conoscenze e di razionalizzazione delle informazioni ha visto il suo perfezionamento nella implementazione di un sistema di archiviazione denominato "Sistema Dati Mare Veneto", realizzato su incarico della Regione Veneto. Conclusasi la fase conoscitiva e di organizzazione della informazione sul mare, si rende necessario, partendo da queste basi, sviluppare nuove azioni strategiche per una gestione sostenibile dell'ambiente marino e costiero non limitatamente agli ambiti locali ma in una visione più ampia, proprio perchè il mare non ha confini.

Di fatto il Servizio Acque Marino Costiere, ad integrazione delle normali attività istituzionali, ha coordinato 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, che si è concluso, nella parte tecnico – operativa alla fine del 2006.

Il Progetto INT3 ha compreso 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 prevedeva 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, ha visto 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 prevedeva la valutazione dello stato chimico del sistema in base alla presenza di sostanze chimiche pericolose, persistenti e bioaccumulabili che provochino 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 hanno integrato le analisi di routine 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. Le “tegnùe” sono strutture rocciose irregolarmente distribuite sui fondali sabbiosi dell’area occidentale del Nord Adriatico fino a circa 20 miglia nautiche dalla costa. Il progetto era dedicato alla mappatura georeferenziata delle “tegnùe” e allo studio delle loro caratteristiche principali (morfologia, litologia, ecologia) come dell’ambiente circostante. Tale supporto risulta 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, entrambi conclusi nel 2005, erano:

- “Tegnùe - Regione Settore Primario”. Il progetto prevedeva 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 stato attuato nell’ambito del Piano Quadro “Caorle: un sistema per vivere le acque”, Azione 5 “Risorse naturali”; esso era 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.

Infine sono in corso o da poco concluse altre iniziative progettuali, inerenti il tema mare, quali:

- il progetto Intervento 72 – Campo Sperimentale a mare, conclusosi nel 2005 ma le cui attività di studio e ricerca proseguiranno nel 2007 grazie alla attivazione del nuovo Intervento 72-2. Il campo sperimentale è 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; con l’Intervento 72-2 in particolare, oltre a proseguire alcune delle linee precedenti, verrà realizzata una linea di ricerca sul tema “ecotossicologia”, finalizzata alla sperimentazione e standardizzazione di nuovi test, e verranno inoltre approfondite le ricerche sui substrati artificiali da utilizzarsi per la creazione di biotopi simili alle “Tegnùe”;
- il 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;
- il 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 del Sistema 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;
- progetto “ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico”: in base alle indicazioni previste dai Decreti VIA (DEC/VIA/4407 del 30.12.99, DEC/DSA/2004/0866 del

8.10.2004), ARPAV è stata investita del ruolo di supervisione e controllo rispetto a tutte le fasi del Progetto di realizzazione ed esercizio del terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico, antistante il comune di Porto Viro. In particolare l'Osservatorio Alto Adriatico di ARPAV supervisiona, nella fase di bianco dell'opera, le attività indicate nel Piano di monitoraggio ambientale per l'ambiente marino redatto da ICRAM, con la collaborazione tecnica ed operativa di personale specializzato;

- il progetto "NAB – Nuove Attività sul tema Balneazione", attivato nel 2006 per dare risposta alla adozione della Direttiva 2006/7/CE da parte del Parlamento europeo e del Consiglio dell'Unione europea, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e che abroga la Direttiva 76/160/CEE; la fase di sperimentazione prevista si è conclusa e alla fine del 2006 è stata prodotta una analisi e valutazione delle risultanze delle varie attività comprese dal progetto.

- progetto "Re\_Mo - Progetto per la condivisione delle conoscenze e lo sviluppo di sistemi informativi e di monitoraggio su temi specifici di interesse per la pianificazione di bacino". Esso prevede una collaborazione tra Autorità e ARPA del bacino del Po, allo scopo di attivare una metodologia di condivisione delle informazioni esistenti sul bacino, attraverso la conoscenza e l'integrazione di sistemi informativi e dei monitoraggi già esistenti. Il progetto si articola in tre fasi, la prima delle quali prevede la "*Ricostruzione del quadro conoscitivo di riferimento*" e coinvolge le ARPA Emilia Romagna, Lombardia, Valle d'Aosta, Veneto, Liguria, Piemonte. Il progetto, formalmente avviato il 26 novembre 2005, prevedeva la scadenza della prima fase al 31 luglio 2006. Il lavoro è stato suddiviso in 10 temi, considerati di interesse per la pianificazione di bacino e riguardanti argomenti quali il risanamento e la corretta gestione delle risorse idriche, lo studio dell'idro-meteorologia, la salvaguardia degli aspetti ambientali. Lo svolgimento dei temi identificati procede secondo una metodologia comune, che comprende una descrizione dell'analisi dell'esistente (fase A), l'individuazione delle criticità (fase B) e la formulazione di proposte per ovviare alle criticità (fase C), anche sulla base di un lavoro condiviso tra gli enti coinvolti. Completano il lavoro alcuni workshop/seminari a tema, organizzati durante la fase 1, che permettono il confronto tra diverse esperienze, anche a livello internazionale, e la valorizzazione di progetti locali. Il Tema 7, oggetto delle attività del Servizio Acque Marino Costiere, ha per titolo "Trasporto solido, l'erosione della costa e l'eutrofizzazione delle acque costiere"; esso vede coinvolte ARPA Veneto e ARPA Emilia Romagna e riguarda le reti di monitoraggio delle acque marine per il controllo sulle acque di balneazione e sulle acque marine costiere nella fascia tra i 500 e i 3000 m, nonché le reti di controllo relative al trasporto solido e all'erosione costiera.

Nell'ambito delle attività previste, il Servizio Acque Marino Costiere di ARPAV ha organizzato, con la collaborazione dell'Autorità di Bacino del fiume Po e di ARPA Emilia Romagna, un interessante workshop sulle tematiche trattate nel progetto.

- altre collaborazioni avvengono in ambito CORILA nella linea progettuale “Condizioni meteo-oceanografiche e qualità delle acque della zona costiera” (gestita da OGS e CNR-ISMAR) che costituisce una 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.

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

Nell'anno 2006 l'Agenzia per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto attraverso l'Osservatorio (ora Servizio Acque Marino Costiere) 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. e dal D.M. 367/2003 sulle sostanze pericolose, ai fini della classificazione ecologico-ambientale delle acque marine del Veneto
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), nelle sue successive proroghe
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 e sedimenti, da effettuarsi secondo specifici protocolli operativi. In questo report vengono presentati i dati rilevati nel corso dell'anno 2006, con campionamenti a cadenza mensile da gennaio a maggio e da ottobre a dicembre, e quindicinale da giugno a settembre (Tab. 1).

<b>CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI anno 2006</b>		
<b>Campagna</b>	<b>Date di campionamento</b>	<b>Transetti campionati</b>
Campagna 01	11,30,31 gennaio	008-024-040-053-056-072
Campagna 02	06,07,09,13 febbraio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 03	01,02,09 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 04	04,05,10 aprile	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 05	15,16,17 maggio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 06A	06,07,08 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 06B	19,20,21 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 07A	11,12,13 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 07B	24,25,27 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 08A	07,08,09 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 08B	22,23,24 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 09A	04,09,11 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 09B	19,20,21,28 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 10	02,10,11,18 ottobre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 11	06,07,08,14 novembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 12	04,05,11,12 dicembre	008-024-040-053-056-064-072-601

**Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2006 sulla Rete Regionale del Veneto**

### **1.3 LA RETE DI STAZIONI**

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 e sedimento, per un totale di 40 stazioni di campionamento. Il transetto 053 rappresenta, tra gli 8 indagati, l'area di riferimento (bianco).

<b>Transetto</b>	<b>Provincia</b>	<b>Comune</b>	<b>Località</b>	<b>Distanza dalla costa</b>		
				<b>500 m</b>	<b>926 m</b>	<b>3704 m</b>
008	VE	Caorle	direzione spiaggia Brussa	10080	20080	30080
024	VE	Jesolo	direzione Jesolo lido	10240	20240	30240
040	VE	Cavallino-Treporti	direzione Cavallino	10400	20400	30400
053	VE	Venezia	direzione S. Pietro in Volta	10530	20530	30530
056	VE	Venezia	direzione Ca' Roman Pellestrina	10560	20560	30560
064	VE	Chioggia	direzione Isola Verde	10640	20640	30640
072	RO	Rosolina	direzione Isola di Albarella – Po di Levante	10720	20720	30720
601	RO	Porto Tolle	direzione foce Po di Pila	16010	26010	36010

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

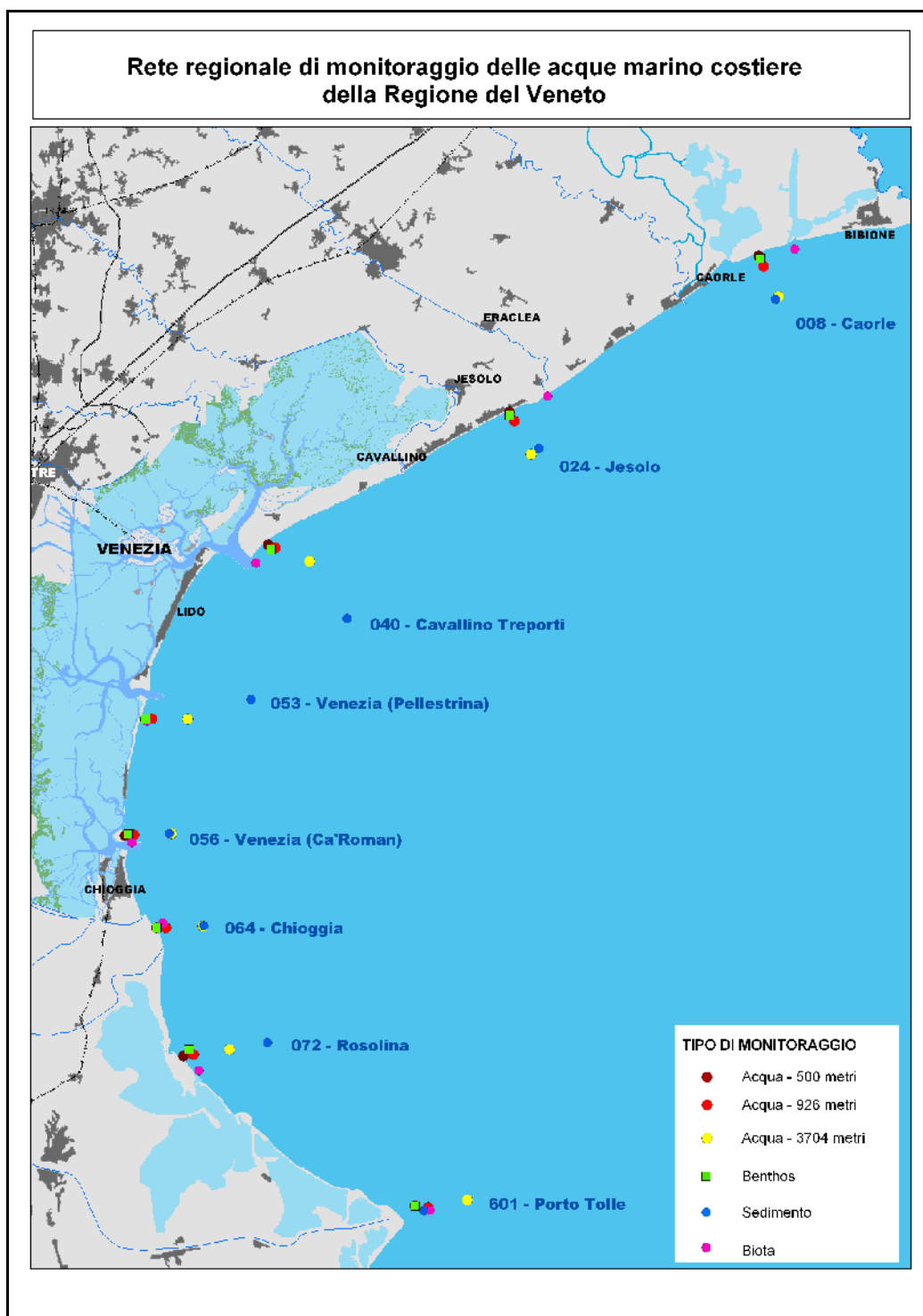


Figura 1: Localizzazione delle stazioni di campionamento della Rete Regionale del Veneto

#### ***1.4 GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)***

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale, con indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota) avviene secondo precisi protocolli operativi. Il programma prevede l'esecuzione di campagne di campionamento e misura secondo un calendario che tiene conto



delle frequenze previste dalle normative vigenti in materia e quindi viene aggiornato in base alle normative di nuova emissione. Le attività previste in ambito istituzionale vengono attuate in integrazione con quelle di progetto, al fine di razionalizzare le risorse e ottimizzare i risultati. Entro fine anno si predispongono il “Calendario integrato delle attività di campionamento” che tiene conto dei differenti piani di monitoraggio e/o studio e delle diverse finalità. La Pianificazione delle attività di campionamento e il relativo Calendario sono predisposti in collaborazione con i referenti delle attività di campionamento.

#### 1.4.1 CAMPIONAMENTO

Le attività operative di campionamento riguardano le uscite in mare utili al prelievo di campioni delle diverse matrici e all’acquisizione di dati chimico-fisici lungo la colonna d’acqua per mezzo di sonda multiparametrica, di dati meteorologici con una centralina meteo e su direzione e velocità del vento con anemometro. Sono previste campagne mensili e quindicinali nel periodo estivo che prevedono il prelievo di campioni previsti dalla normativa vigente integrati da quelli previsti dalle attività di progetto. Ogni campagna ha la durata media di 2-3 gg., salvo condizioni meteo-marine avverse; tendenzialmente ogni campagna mensile viene realizzata nei primi giorni del mese, le campagne quindicinali nella prima e nella terza settimana del mese.

La realizzazione dei campionamenti e rilevamenti in mare è eseguita da tecnici specialisti dell’Osservatorio Alto Adriatico di ARPAV. Le attività generalmente prevedono il coinvolgimento di due risorse, durante le campagne che prevedono i prelievi di biota e di sedimento è necessaria la presenza di una terza persona a supporto.

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

#### 1.4.2 ANALISI

Le attività analitiche vengono eseguite dai due Dipartimenti ARPAV Provinciali di Rovigo e Venezia presso i propri laboratori specialistici. In dettaglio le analisi di tipo chimico e microbiologico su matrici acqua (nutrienti disciolti, N e P totali), sedimento (IPA, composti organoclorurati, composti organostannici, metalli, saggi biologici) e biota (IPA, PCB, Idrocarburi clorurati, metalli, Coliformi fecali) sono svolte presso il DAP di Venezia, mentre

le analisi biologiche su matrice acqua (fitoplancton e fitoplancton potenzialmente tossico) presso il DAP di Rovigo. Le metodologie seguite sono indicate dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio (ICRAM-ANPA-Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio–Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell’ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento*).

### **1.5 GESTIONE DEI DATI**

I risultati analitici, validati dai DAP di Venezia e Rovigo per la parte di rispettiva competenza, dal 2002 vengono inseriti nel Sistema Informativo Regionale Ambientale del Veneto (SIRAV) attraverso un programma informatico denominato “LIMS”. Nell’applicativo LIMS vengono inserite tutte le informazioni relative ad ogni singolo campione, dalla anagrafica ai risultati analitici; i dati inseriti, elaborati e validati da parte del responsabile del Laboratorio, vengono trasferiti alla banca dati centrale SIRAV.

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

Le informazioni raccolte relative a ciascun anno di attività vengono trasmesse ad APAT attraverso le schede 6 “Caratteristiche delle acque costiere” del Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, di concerto con il Ministro della Salute, del D.M. 19 agosto 2003. Le schede sono inviate all’APAT dal Punto Focale Regionale di ARPAV, per conto della Regione, entro le scadenze previste dal succitato Decreto ovvero entro il 30 marzo di ogni anno.

I dati infine vengono elaborati annualmente per procedere alla definizione dello stato ambientale delle acque. Ai fini della classificazione delle acque costiere viene considerato il valore medio dell’indice trofico, derivato dai valori delle singole misure durante l’intero periodo di indagine (24 mesi per la prima classificazione, 12 mesi per le successive); i risultati derivanti dalla applicazione dell’indice trofico determinano l’attribuzione dello stato ambientale di cui alla tabella 17 dell’allegato 1 al D.Lgs. 152/99, valutato anche sulla base delle condizioni ivi riportate.

## I PARAMETRI INDAGATI<sup>1</sup>

### 1.6 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". È influenzata da fattori fisici (capacità di assorbimento della luce da parte dell'acqua e presenza di materiali inorganici in sospensione) e biologici (distribuzione della massa fito- e zoo-planctonica e contenuto di detrito organico).

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

Ossigeno disciolto: è presente in forma disciolta in equilibrio con l'O<sub>2</sub> 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

---

<sup>1</sup> 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 (carenza di ossigeno).

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

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

Indice trofico TRIX<sup>2</sup>: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico

---

<sup>2</sup> Per una trattazione più dettagliata della definizione dei criteri che hanno portato alla formulazione di questo indice trofico si rimanda alla pubblicazione "Characterization of the 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 grado di trofia ed il livello di produttività delle acque costiere in base a quattro classi di qualità (Tab. 3).

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>

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

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

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

*Biota*: 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.

## **1.7 METODI**

In ciascuna stazione sono state effettuate osservazioni meteomarine (temperatura aria, pressione barometrica, umidità relativa, direzione e velocità del vento, direzione e velocità della corrente, altezza onde, colorazione) e rilevazioni fisiche e chimiche sull'acqua (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH) in colonna; inoltre sono stati prelevati 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, lungo la colonna d'acqua 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.

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

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

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

## ANALISI DEI RISULTATI

Il periodo oggetto di questa indagine è l'anno 2006, 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).

### 1.8 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, 11.30 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. Nella 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.

Parametro	Unità di misura	N	Media	Mediana	Minimo	Massimo	SD
Temperatura acqua	°C	378	18.47	19.78	4.68	29.27	7.38
Salinità	PSU	378	33.14	34.33	16.97	38.14	3.56
Ossigeno disciolto	% saturazione	378	106.03	103.45	84.50	150.90	9.67
pH	unità	378	8.22	8.22	7.91	8.44	0.07
Clorofilla "a" (sonda)	µg/l	378	0.98	0.64	0.14	9.63	1.09
Clorofilla "a" (analitica)	µg/l	378	2.65	1.60	< L.R.	36.20	3.60
Trasparenza	metri	378	3.65	3.00	0.50	16.00	2.24
Azoto ammoniacale (N-NH <sub>3</sub> )	µg/l	378	22.99	16.58	< L.R.	243.53	25.05
Azoto nitroso (N-NO <sub>2</sub> )	µg/l	378	7.28	5.30	< L.R.	40.98	6.47
Azoto nitrico (N-NO <sub>3</sub> )	µg/l	378	228.63	125.96	< L.R.	2200.00	309.01
Azoto totale (N Tot.)	µg/l	378	479.39	348.31	80.99	2578.10	382.09
Fosfati (P-PO <sub>4</sub> )	µg/l	378	4.57	2.10	< L.R.	92.20	8.72
Fosforo totale (P Tot.)	µg/l	378	16.14	10.70	< L.R.	109.46	17.39
Silicati (Si-SiO <sub>4</sub> )	µg/l	378	299.74	211.00	< L.R.	2146.03	301.46
Diatomee	n° cell/l	125	2359689	689057	1160	33482499	5263921
Dinoflagellate	n° cell/l	125	61946	21806	0	785001	125522
Altro Fitoplancton	n° cell/l	125	913616	636723	2440	5473207	946496
Fitoplancton Totale	n° cell/l	125	3335251	1543836	9160	34692710	5334304
Enterococchi	(UFC/100 ml)	126	6.3	0.0	0	150	20.6
TRIX (Chla sonda)	unità	378	4.27	4.19	1.47	7.16	0.95
TRIX (Chla analitica)	unità	378	4.59	4.51	1.77	7.49	0.99

Tabella 4: Numerosità (N), valori medi, mediana, minimo, massimo e deviazione standard (SD) dei parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2006. **Legenda:** < L.R.= inferiore al limite di rilevabilità dello strumento

### 1.8.1 TRASPARENZA

I valori di trasparenza nel periodo indagato sono compresi tra un massimo di 16 metri, rilevato presso la stazione 36010 nella seconda campagna di giugno, e valori minimi pari a 0.50 metri rilevati alle tre stazioni del transetto 601 (antistante la foce del Po di Pila) nel mese di marzo e alla stazione più vicino alla costa dello stesso transetto nel mese di aprile; nell'anno il valore medio è risultato pari a 3.65 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 (926 m) fino ad una media di 16 m presso le stazioni più al largo (2.0 mn, 3704 m). 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 nei periodi caratterizzati da condizioni meteo-climatiche intense (elevata piovosità, apporti fluviali più intensi e mare mosso), ad esempio nella seconda campagna di settembre (09B).

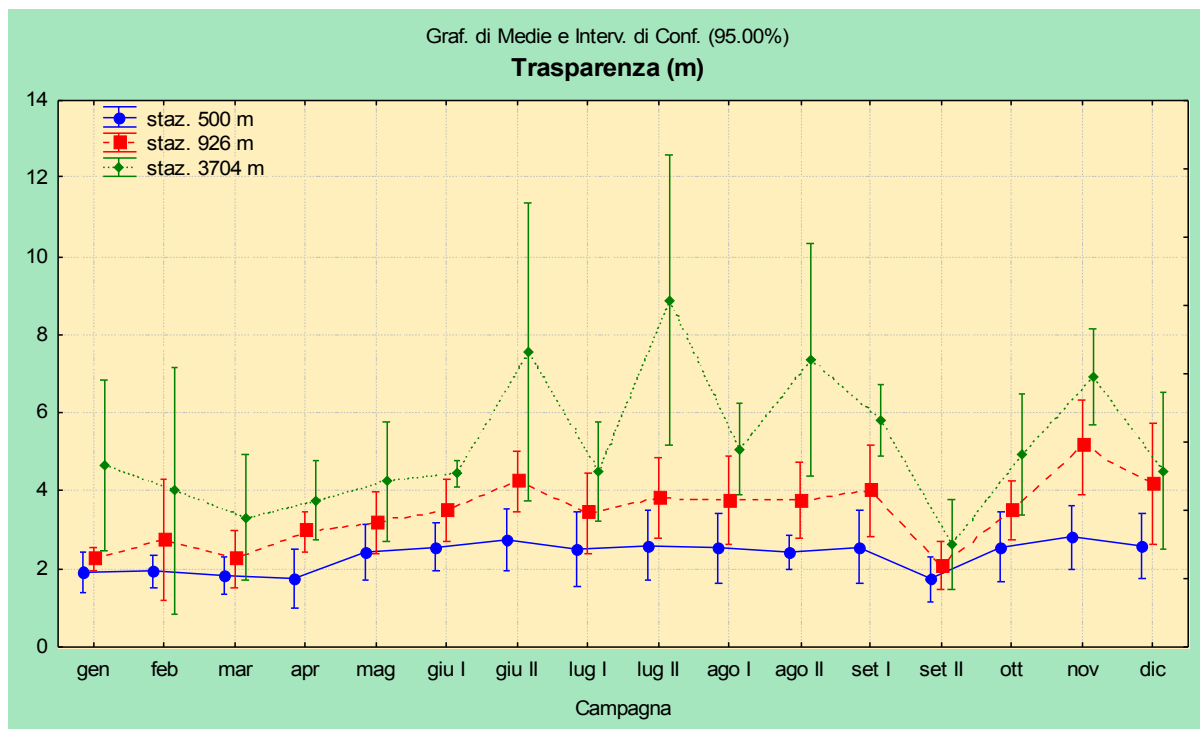


Figura 2: Valori medi di trasparenza (m) e relativo intervallo di confidenza (95%) per campagna di rilevamento e misura alle diverse distanze dalla costa.



In figura 3 è riportata la distribuzione dei valori medi di trasparenza per transetto alle diverse distanze dalla costa, in rapporto alla corrispondente profondità del fondale; 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 molto simili alle varie distanze dalla costa (la profondità alla stazione sottocosta è pari a 5.0 m).

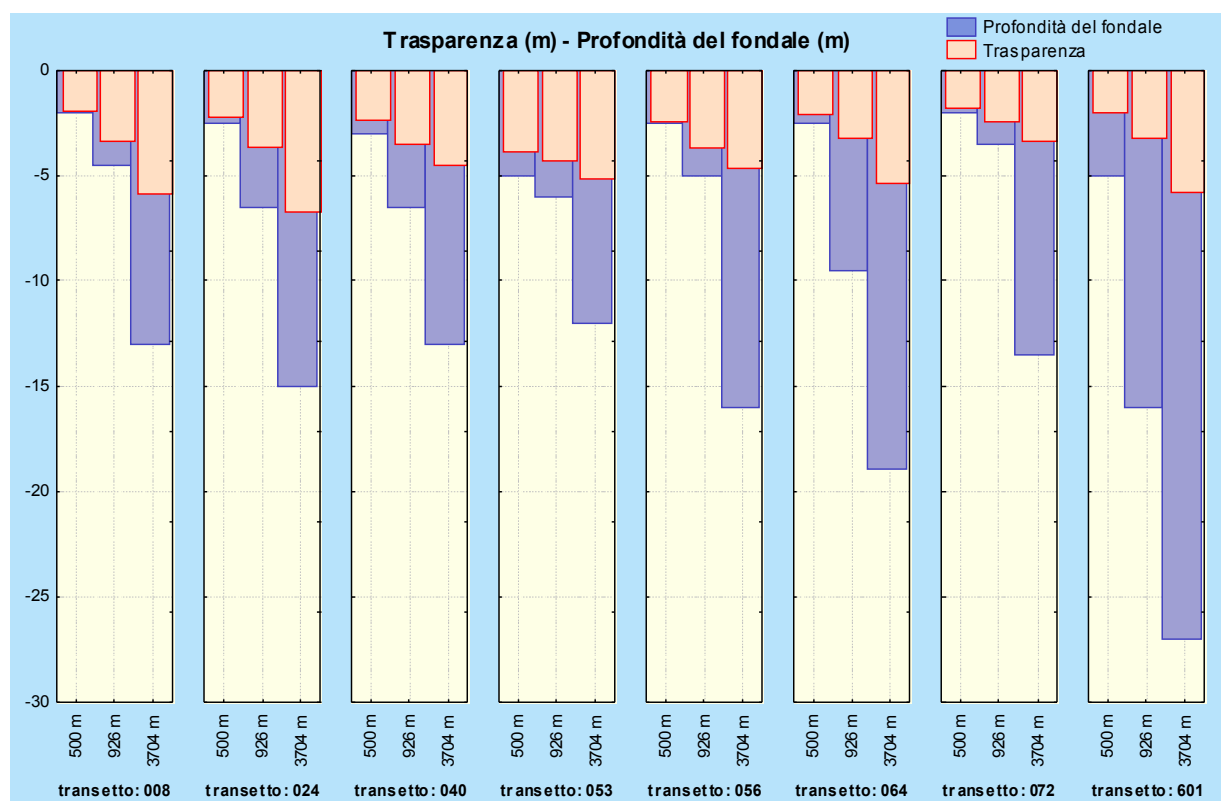


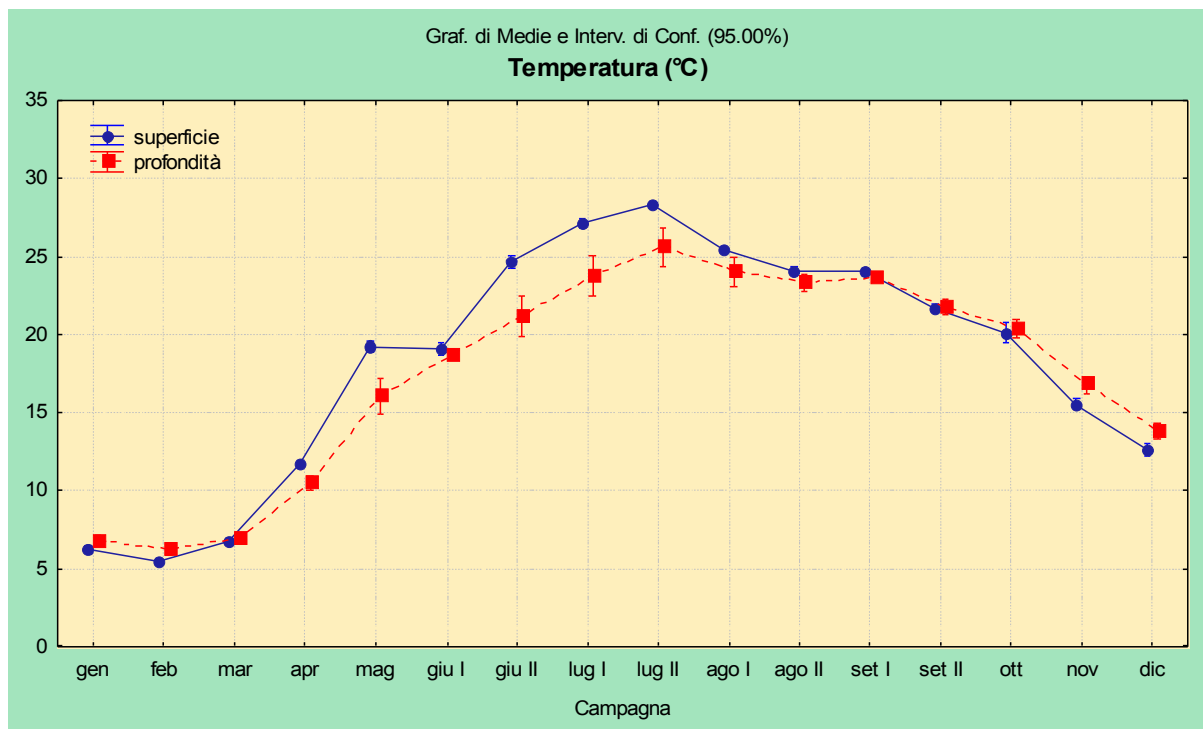
Figura 3: Valori medi di trasparenza (m) per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale.

## 1.8.2 TEMPERATURA

In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è risultato pari a 18.47°C, quindi ben superiore a quelli registrati nel 2005, 17.80°C, e nel 2004, 17.74°C; infatti, a parte il caso eccezionale dell'anno 2003, la media registrata nel 2006 costituisce il valore medio più alto nell'ultimo decennio. Il valore minimo è risultato pari a 4.68°C alla

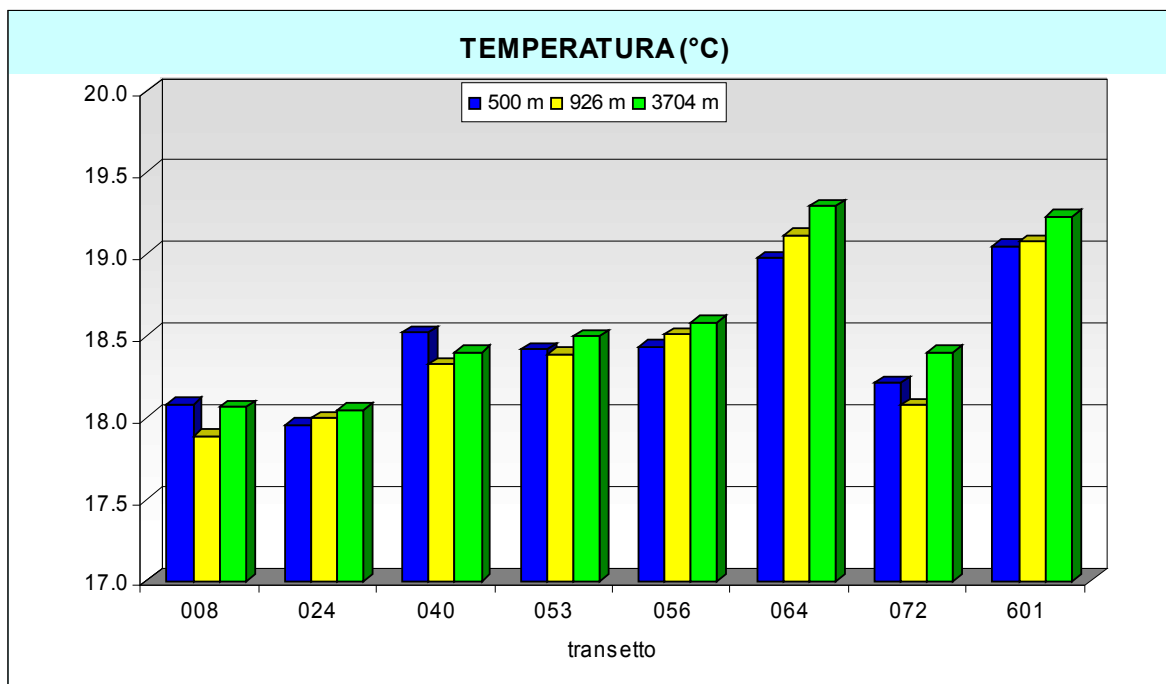
stazione 30640 nel mese di febbraio, il massimo pari a 29.27°C è stato registrato alla stazione 10530 nella seconda campagna di luglio (contro un massimo di 28.46°C nel 2005 e di 27.64°C nel 2004).

La distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità lungo l'arco dell'anno 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 valori di temperatura medi si sono mantenuti entro un range abbastanza ristretto lungo tutta la costa. Contrariamente a quanto osservato nell'anno 2005, dei transetti localizzati a sud di Chioggia (Fig. 1) solo i transetti 064 e 601, influenzati dagli apporti fluviali di Bacchiglione-Brenta e Adige il primo e Po di Pila il secondo, mostrano valori di temperature medie più elevate rispetto ai rimanenti transetti, con gradienti comunque poco evidenti allontanandosi dalla costa.

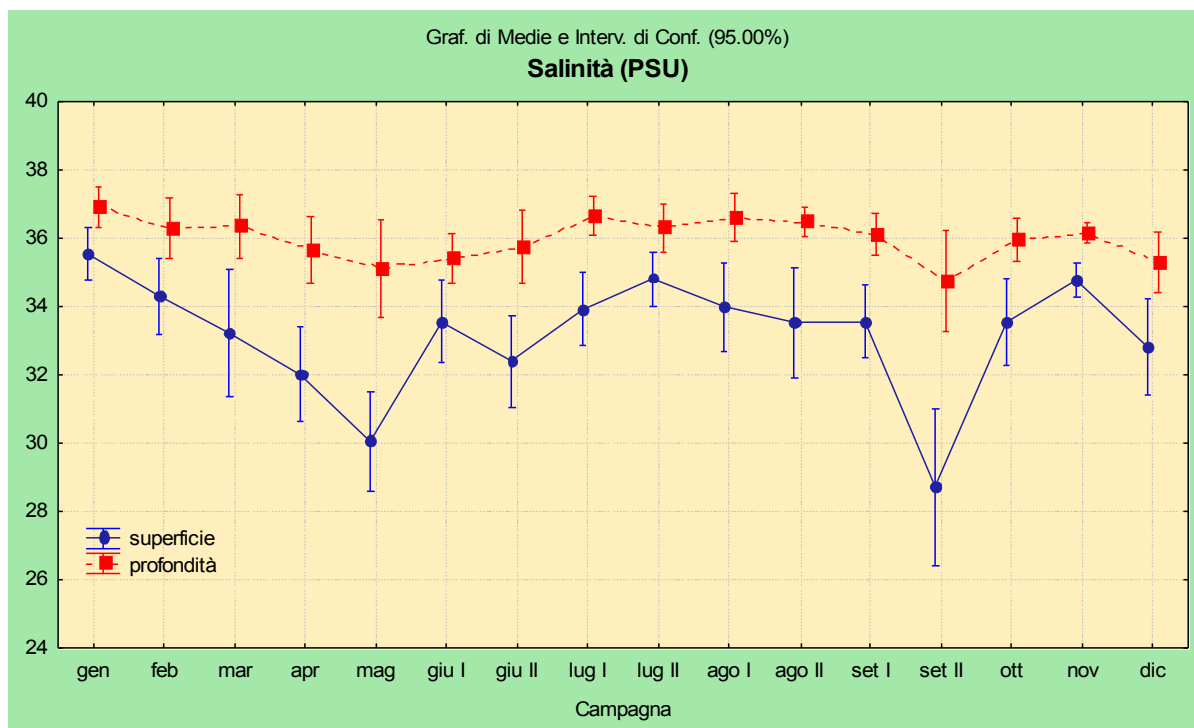


**Figura 5: Valori medi di temperatura per transetto alle diverse distanze dalla costa.**

### 1.8.3 SALINITA'

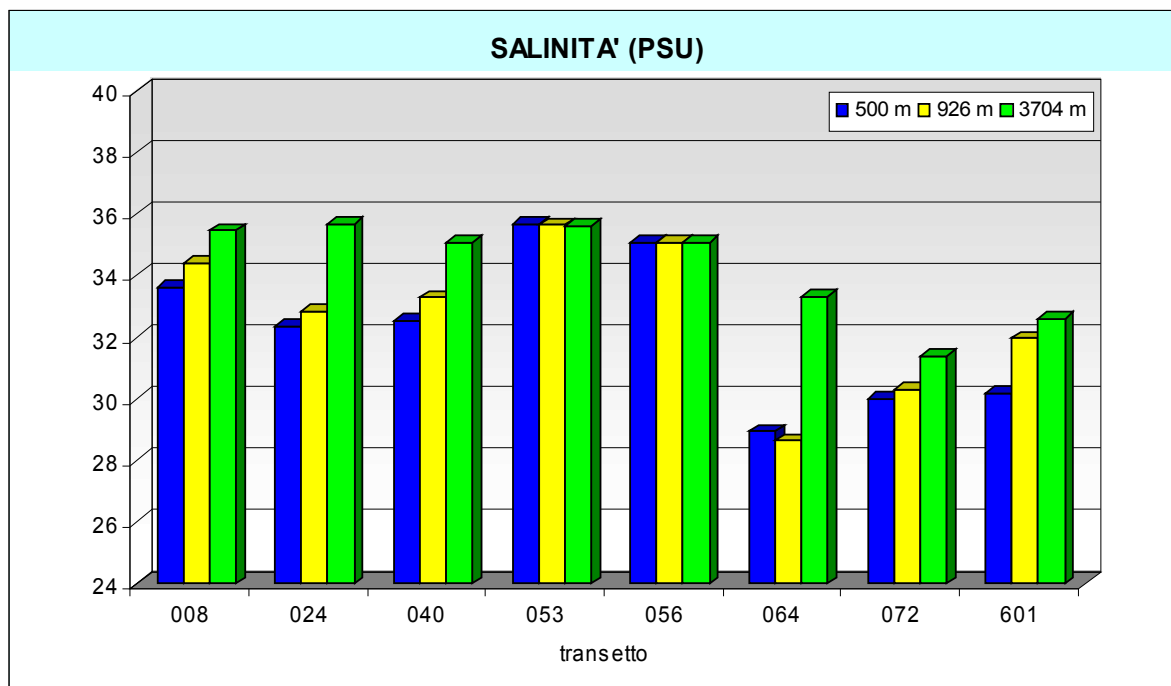
In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra un minimo di 16.97 PSU (stazione 10640 nella seconda campagna di settembre) e un massimo di 38.14 PSU (stazione 30400 nel mese di gennaio), con un valore medio annuale di 33.14 PSU.

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, con valori minimi in corrispondenza dei mesi di maggio e settembre (campagna 09B); in queste occasioni negli strati superficiali sono raggiunti valori medi rispettivamente di 30 e 28.7 PSU, dove quest'ultimo brusco abbassamento è stato causato dalle abbondanti precipitazioni, verificatesi prima della campagna, 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 (transetti 053 e 056) 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. 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 tranne nelle stazioni più al largo.



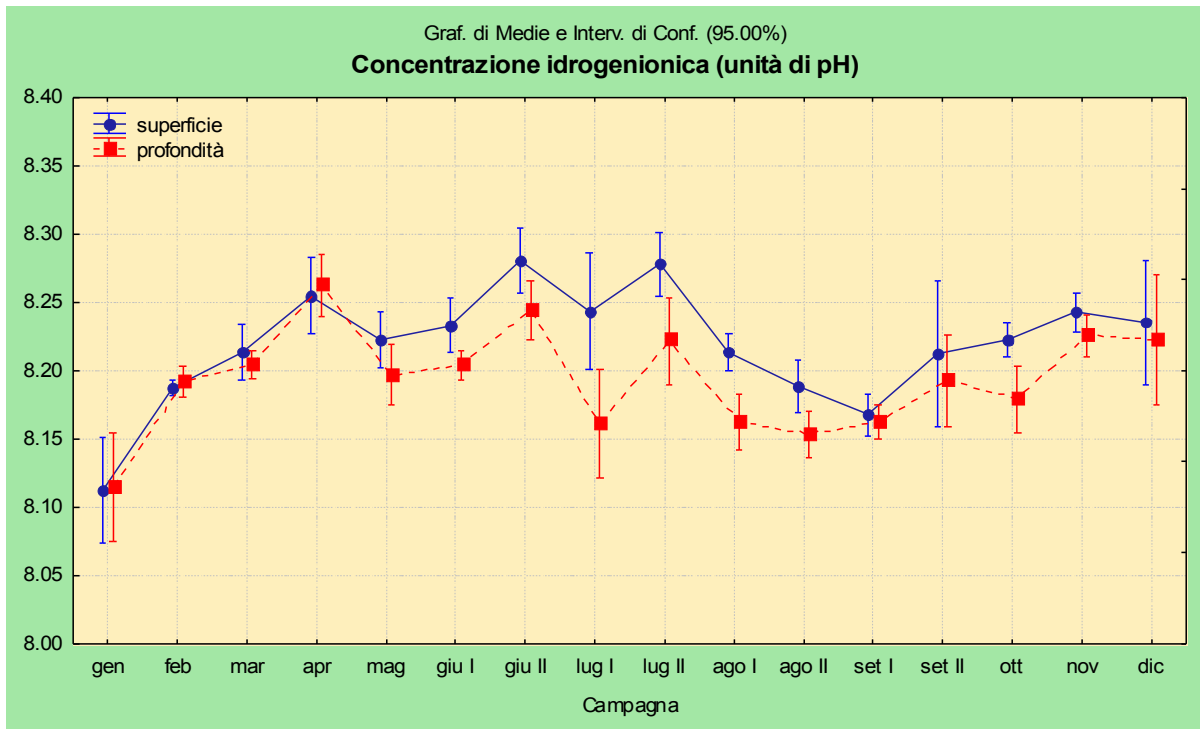
**Figura 7: Valori medi di salinità per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 1.8.4 CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA

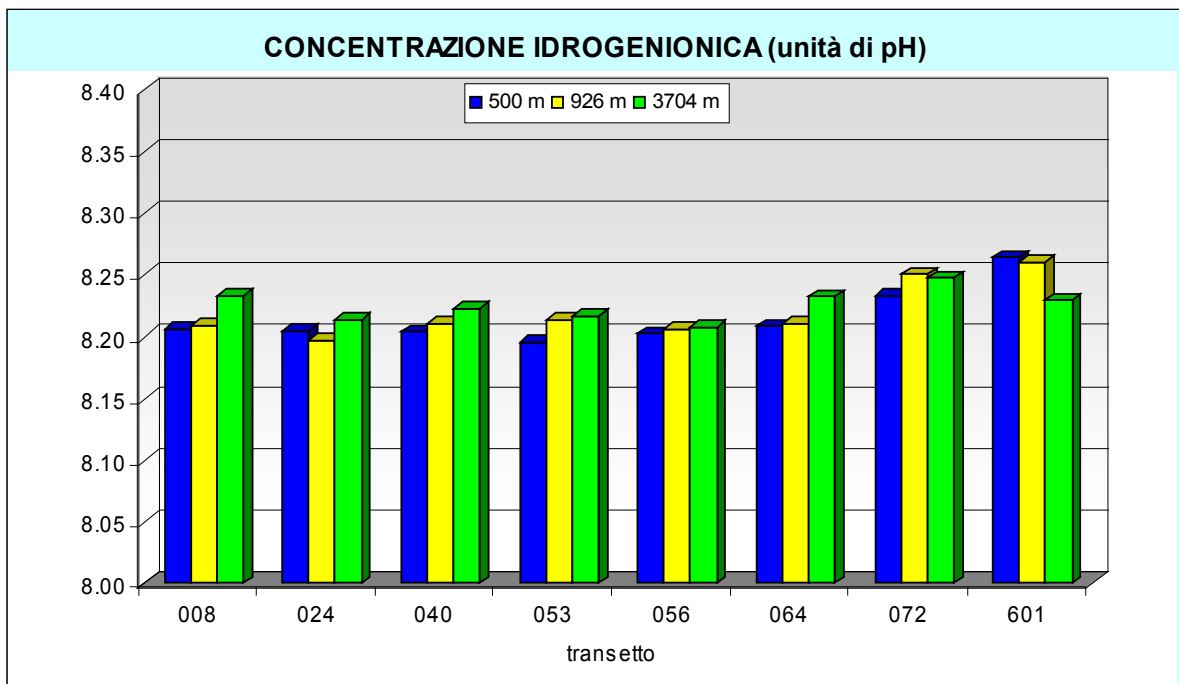
Rappresenta il parametro che, grazie alla azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, esprime la più ristretta variabilità con un valore medio in superficie pari a 8.22 unità di pH, un massimo di 8.44 (stazione 30720 nella prima campagna di settembre) ed un minimo di 7.91 (stazione 36010 nella prima campagna di luglio).

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, pur seguendo l'andamento di questi ultimi.

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 leggermente ad aumentare procedendo da nord verso sud, anche se in modo meno evidente rispetto agli anni precedenti; si mantiene invece una maggiore variabilità dei valori nei transetti a sud di Chioggia, rispetto al resto della costa.



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

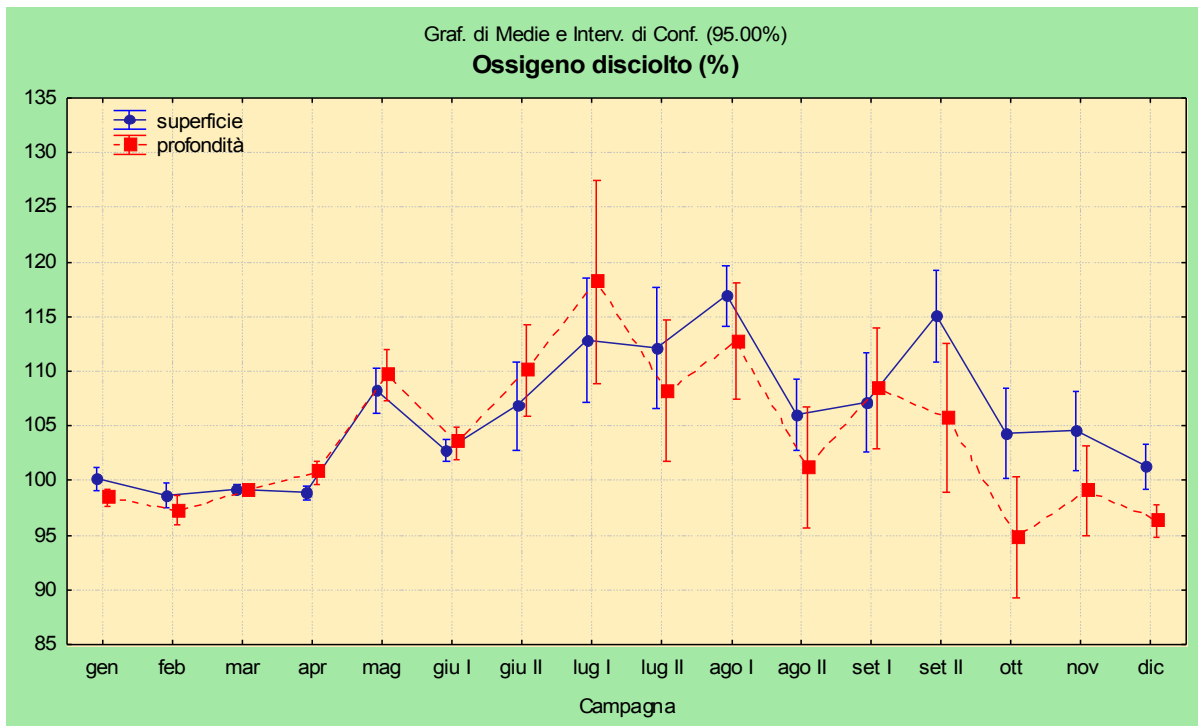


**Figura 9: Valori medi di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

### 1.8.5 OSSIGENO DISCIOLTO

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 106.03% con un minimo di 84.50% alla stazione 10080 nel mese di ottobre ed un massimo di 150.90% alla stazione 20640 nella prima campagna di luglio. Al fondo i valori sono variati da 60.80% a 183.40%, con una media annuale pari a 104.05%.

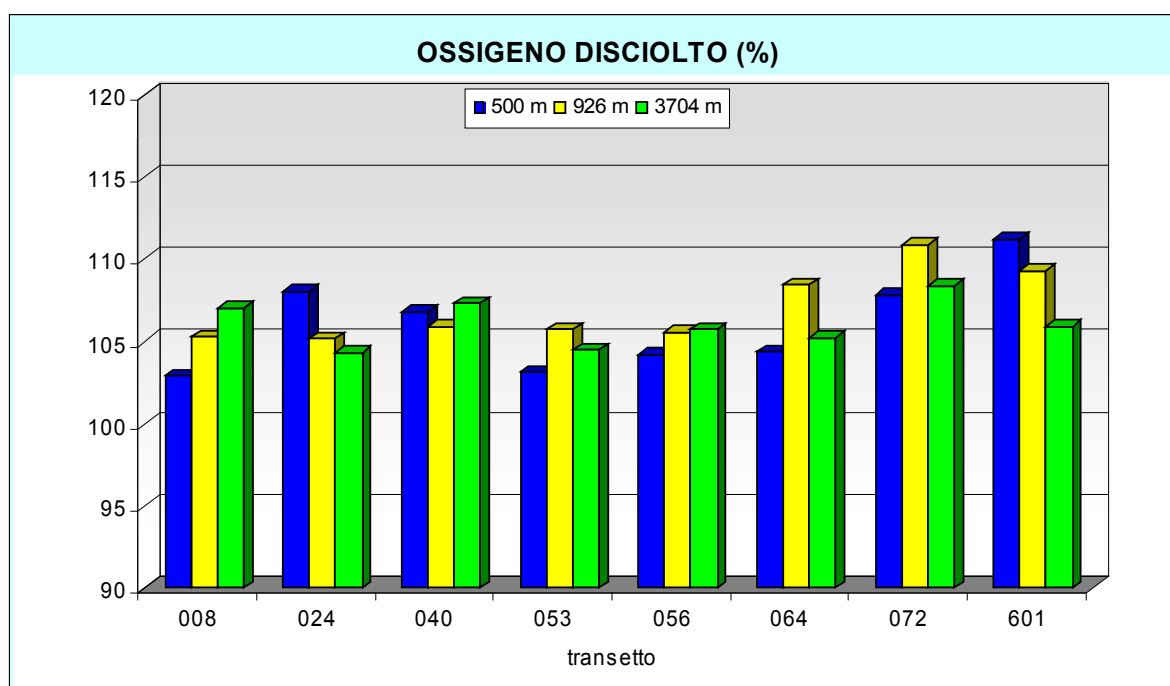
La figura 10 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie ed al fondo. I valori di superficie si mantengono leggermente al di sotto del livello di saturazione nei primi mesi dell'anno, raggiungendo i valori massimi di concentrazione di ossigeno disciolto in superficie nella prima metà di agosto e al fondo nella prima campagna di luglio; segue un calo tra agosto e settembre sia in superficie che al fondo, mentre da ottobre i valori al fondo sono di poco sotto la saturazione.



**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, con valori più bassi nell'area antistante la laguna di Venezia. Il range di variazione delle concentrazioni di ossigeno disciolto è comunque più ristretto rispetto a quanto rilevato nell'anno precedente; i valori medi più elevati di ossigenazione sono stati

rilevati presso il transetto 601, localizzato nell'area antistante la foce del Po di Pila, ove è ben evidente un gradiente decrescente allontanandosi dalla costa.



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

### 1.8.6 AZOTO AMMONIACALE

In superficie la concentrazione media annua di azoto ammoniacale è stata pari a 22.99 µg/l con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (7.75 µg/l) nel 15.1% dei casi (rispetto al 36.6% del 2005 e al 19,0% del 2004) ed un valore massimo di 243.53 µg/l nella stazione 20640 nel mese di marzo.

In figura 12 si riporta la distribuzione dei valori rilevati per ciascuna campagna in forma di Box & Whisker Plots<sup>3</sup>. Dalla figura si osserva come i valori più elevati (e la maggiore dispersione) siano rilevati nei primi mesi dell'anno e nella seconda metà di settembre; in particolare marzo presenta una più ampia distribuzione delle misure pur con un valore basso della mediana corrispondente. Dall'andamento per transetto (fig. 13) si nota un forte aumento delle concentrazioni nei transetti a sud del porto di Chioggia, maggiormente influenzati da

<sup>3</sup> Box & Whisker Plot: la costruzione di un grafico Box & Whisker Plot fa uso dei quartili di un insieme di dati ed utilizza la rappresentazione dei dati in senso verticale. L'area della scatola rappresenta il 50% della distribuzione dei dati complessivi dove l'estremità inferiore corrisponde al primo quartile (25%) e l'estremità superiore al terzo (75%); il valore massimo e il minimo vengono rappresentati rispettivamente dall'ampiezza del baffo superiore ed inferiore della scatola, mentre dalla posizione della mediana (rappresentata graficamente dal quadratino interno alla scatola) si può capire se la distribuzione dei dati è simmetrica intorno al valore medio.



apporti fluviali; particolarmente elevate risultano le concentrazioni rilevate alle prime stazioni del transetto 064 direttamente sottoposto all'influenza delle foci di Bacchiglione-Brenta e dell'Adige.

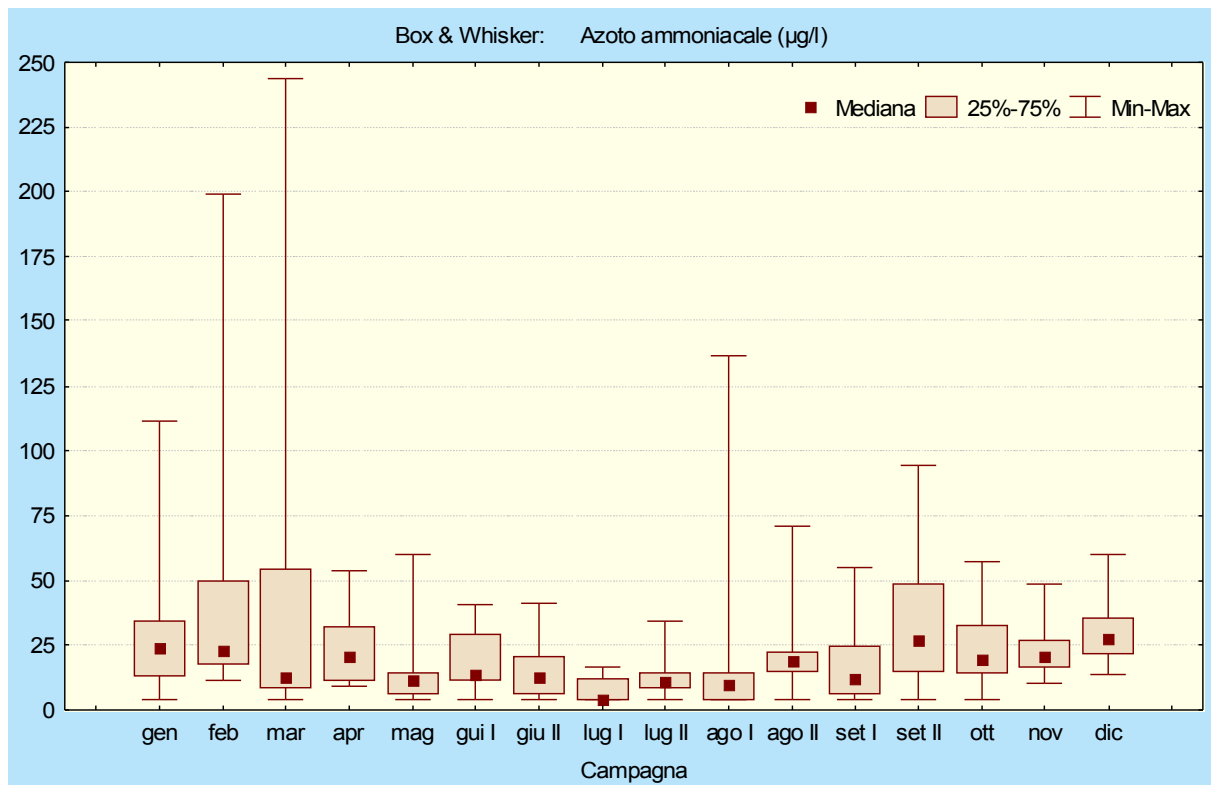


Figura 12: Box & Whisker Plots dei valori di azoto ammoniacale in superficie per campagna di rilevamento.

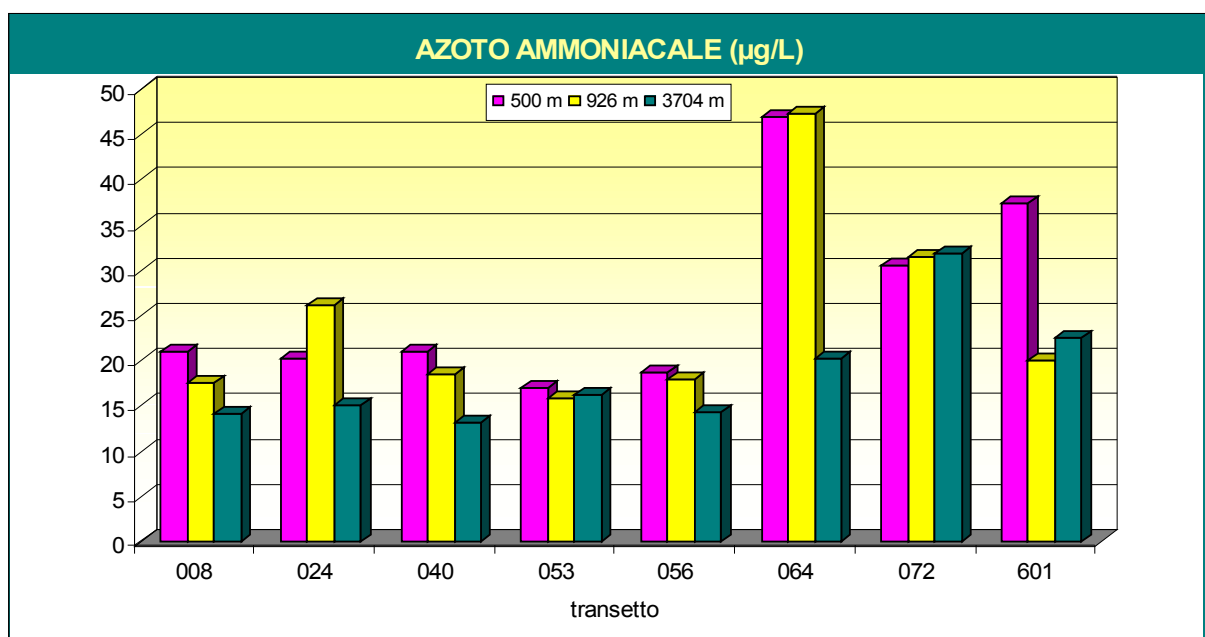


Figura 13: Valori medi di azoto ammoniacale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

### 1.8.7 AZOTO NITRICO

In superficie la concentrazione media di azoto nitrico è di 228.63  $\mu\text{g/l}$  con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (11.30  $\mu\text{g/l}$ ) nel 10.6% dei casi (contro l'11.8% nel 2005 e il 15.4% nel 2004), ed un valore massimo di 2200.00  $\mu\text{g/l}$  nella stazione 26010 nel mese di marzo.

In figura 14 è riportato la distribuzione dei valori rilevati in superficie per ciclo di rilevamento; l'andamento tipicamente stagionale, rilevato negli anni precedenti, risulta abbastanza evidente compatibilmente con lo sviluppo delle condizioni meteorologiche nel corso dell'anno. La maggiore dispersione e valori elevati sono stati rilevati nei mesi di marzo (mese in cui si è registrato il valore massimo) ma anche nella seconda campagna di settembre, in corrispondenza a fenomeni di precipitazioni intense verificatisi prima della campagna, a conferma dell'origine esogena di tale nutriente.

Dalla figura 15 si evidenzia un aumento delle concentrazioni di questo nutriente da nord verso sud, con valori medi più bassi nell'area antistante la laguna di Venezia, e con valori particolarmente elevati nei transetti antistanti le foci dei principali fiumi del Veneto (064, 072 e 601).

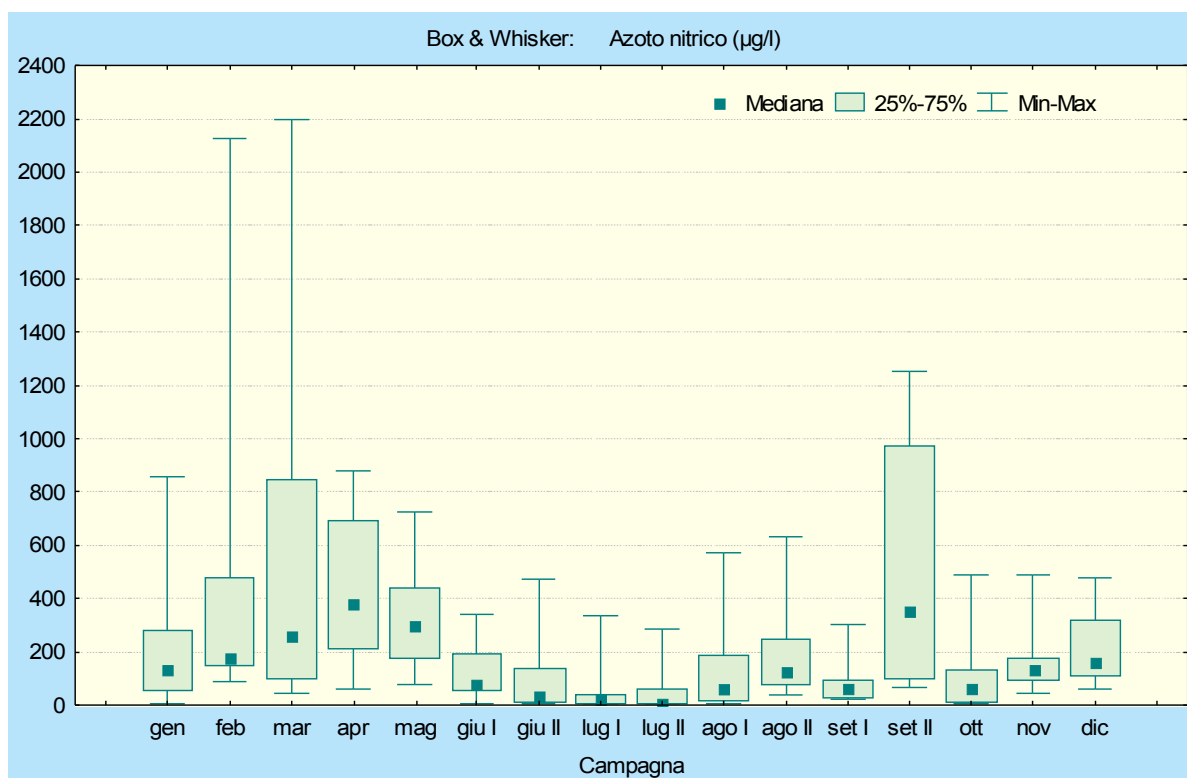


Figura 14: Box & Whisker Plots dei valori di azoto nitrico in superficie per campagna di rilevamento.

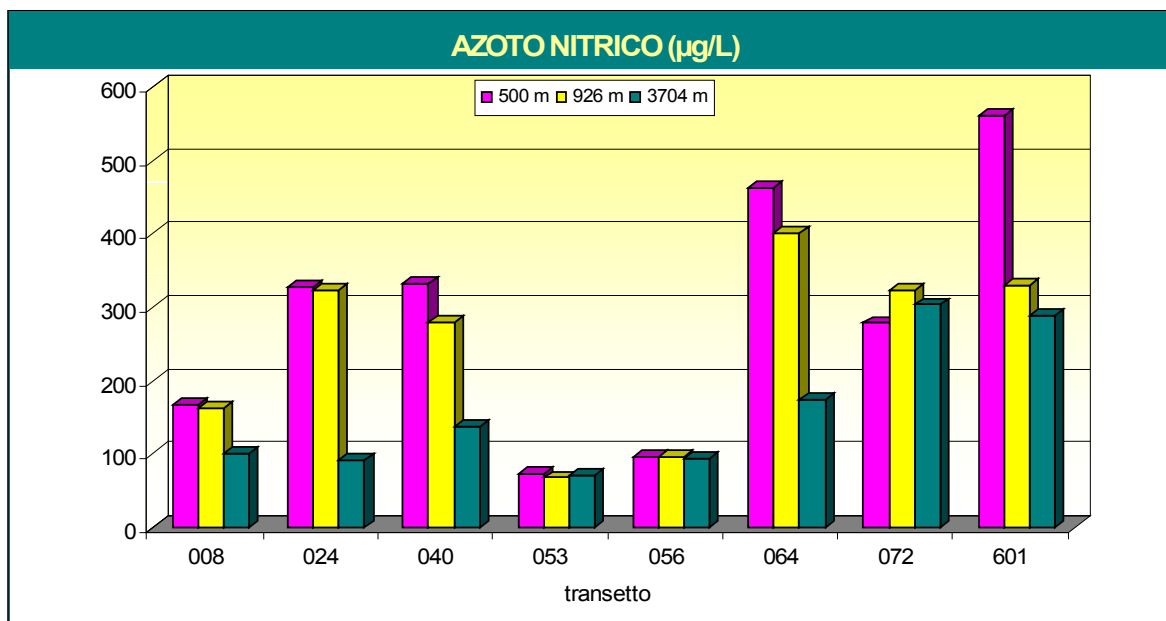


Figura 15: Valori medi di azoto nitrico per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

### 1.8.8 AZOTO NITROSO

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di 7.28 µg/l con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.52 µg/l) nell'11.9 % dei casi (contro il 7.5% e il 6.8% rispettivamente nel 2005 e 2004) ed un valore massimo di 40.98 µg/l nella stazione 20640 nella seconda campagna di settembre.

L'andamento temporale dei nitriti ha presentato un netto andamento stagionale con concentrazioni più alte nel periodo invernale e primaverile e valori minimi nei mesi estivi (Fig. 16), con la maggiore dispersione delle misure nel mese di marzo e nella seconda metà di settembre, ove si rileva anche il valore massimo di mediana calcolato.

In figura 17 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). Come per i precedenti nutrienti, anche in questo caso al transetto 072 non si evidenzia un gradiente con l'allontanamento dalla linea di costa, ma le concentrazioni restano elevate a tutte le stazioni.

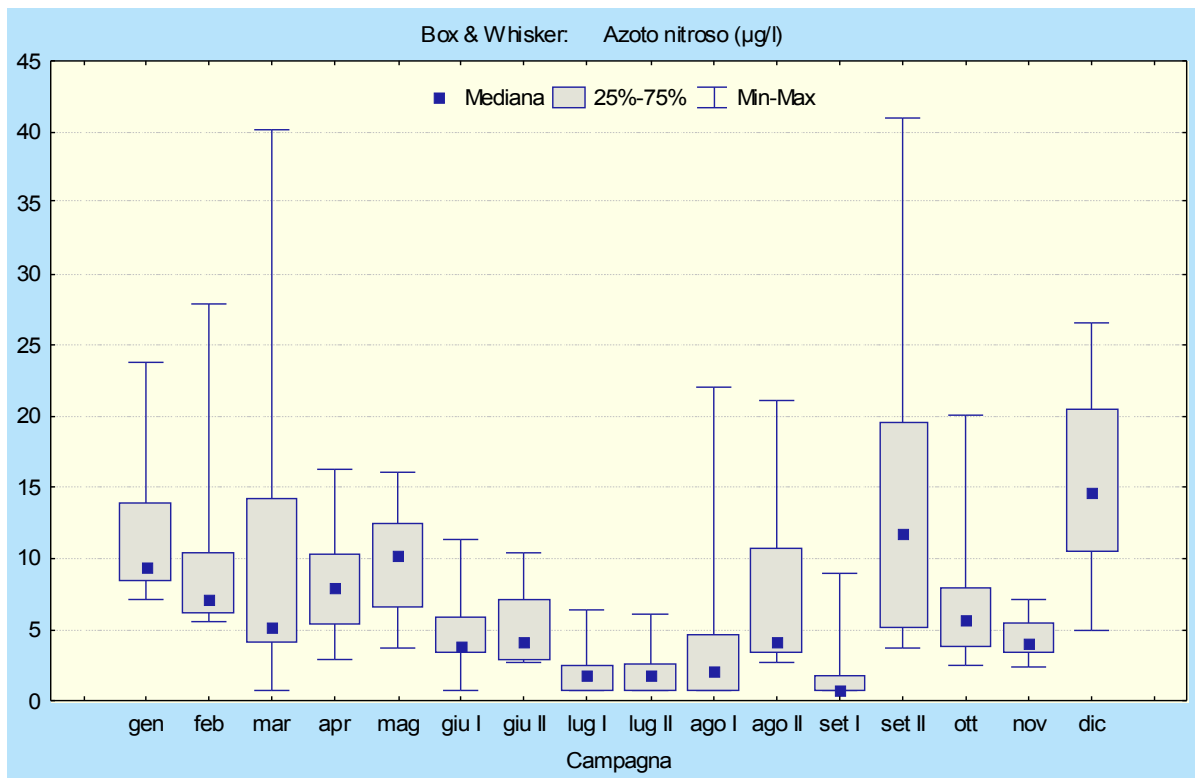


Figura 16: Box & Whisker Plots dei valori di azoto nitroso in superficie per campagna di rilevamento.

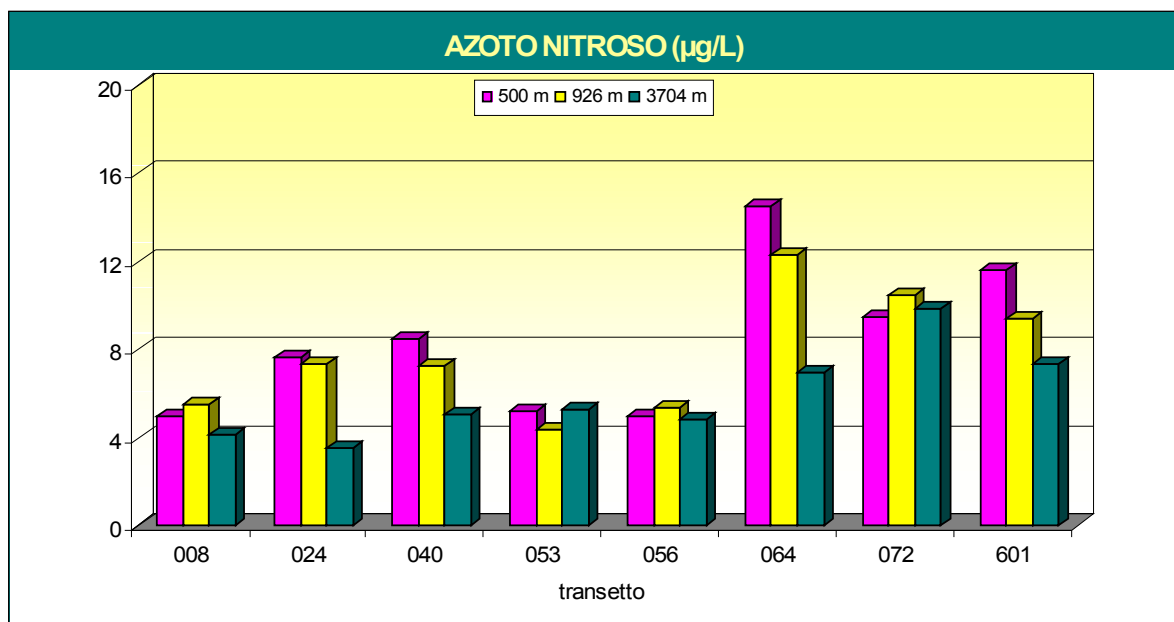


Figura 17: Valori medi di azoto nitroso per transecto e alle diverse distanze dalla costa

### 1.8.9 AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 479.39  $\mu\text{g/l}$ , con un valore minimo pari a 80.99  $\mu\text{g/l}$  alla stazione 30400 a gennaio ed un valore massimo di 2578.10  $\mu\text{g/l}$  nella stazione 16010 nel mese di febbraio.

La distribuzione dei valori per campagna di rilevamento, ricalca abbastanza fedelmente quello dell'azoto nitrico, presentando valori decisamente elevati e una notevole dispersione delle misure nel periodo marzo-maggio e ancora concentrazioni elevate (valore massimo di mediana) nella seconda campagna di settembre (Fig. 18).

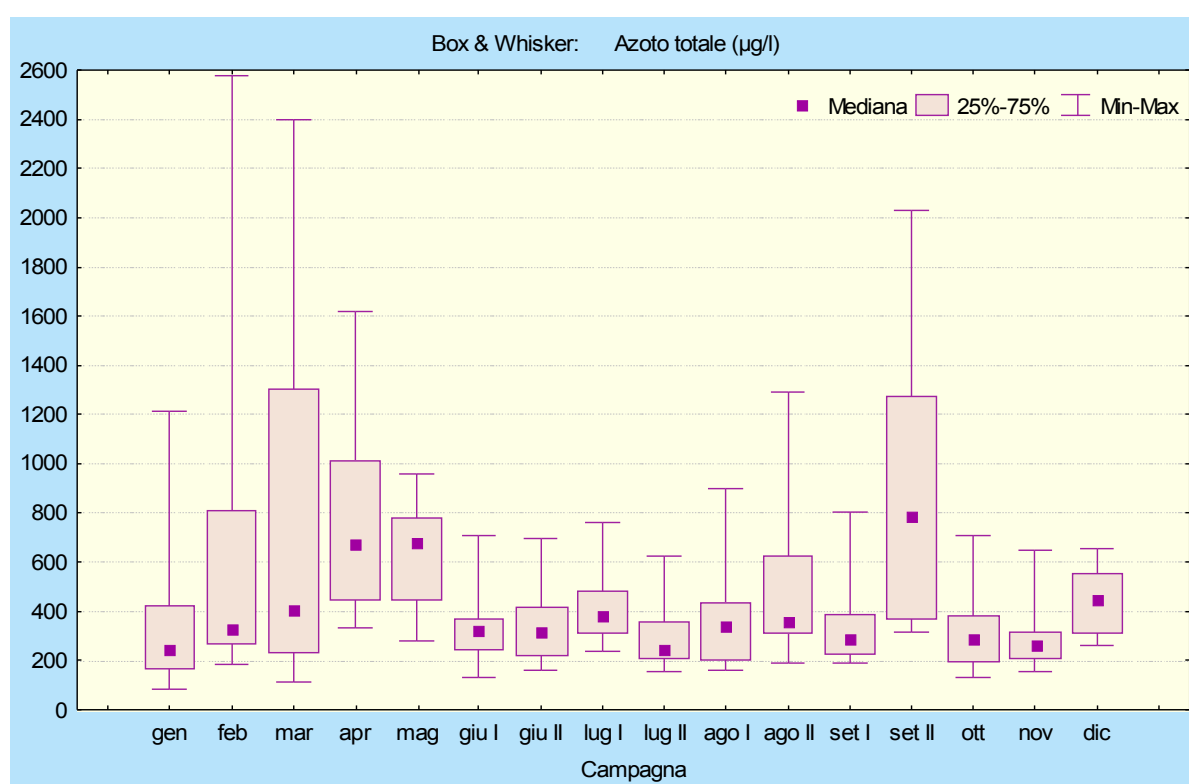
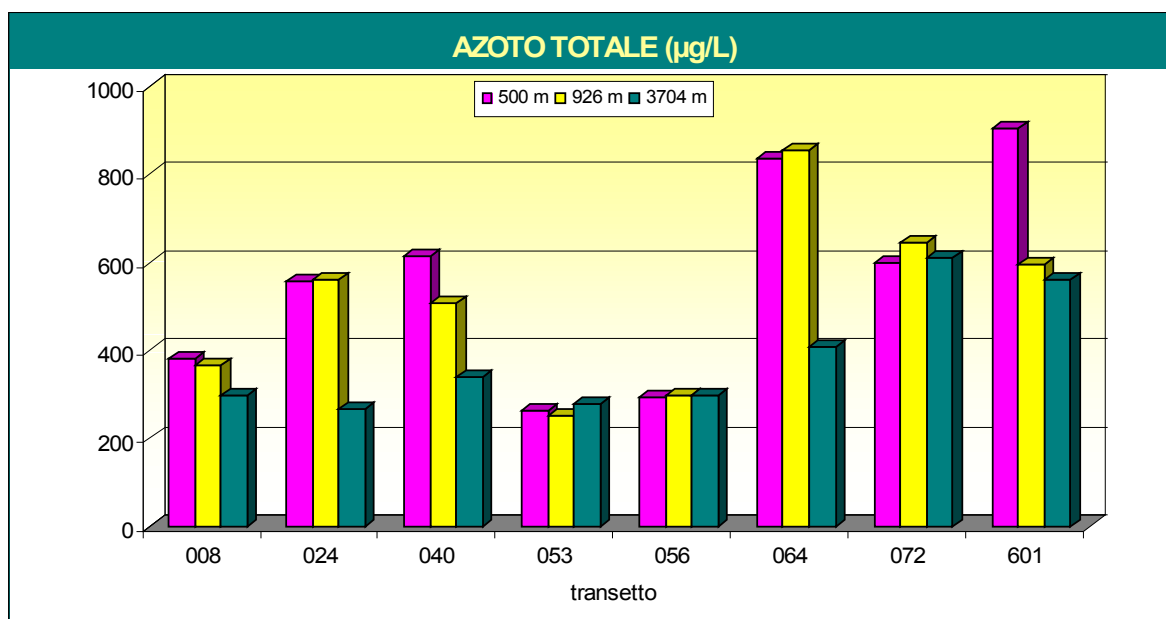


Figura 18: Box & Whisker Plots dei valori di azoto totale in superficie per campagna di rilevamento.

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 (transetti 64, 072, 601) (Fig. 19), nonché alla stazione più prossima alla linea di costa del transetto 040 posto nelle immediate vicinanze dello sbocco lagunare di Cavallino Treporti.



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

#### 1.8.10 SILICIO DA ORTOSILICATI

Il valore medio di silicio da ortosilicati osservato in superficie è di 299.74 µg/l con un massimo di 2146.03 (stazione 26010 nel mese di marzo) e valori minimi, inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (7.96 µg/l), in due casi: alla stazione 20530 nella seconda campagna di giugno e alla stazione 26010 nella prima campagna di luglio.

In figura 20 si riporta la distribuzione dei valori di silicio da ortosilicati rilevati nelle varie campagne; in questo caso l'andamento stagionale tipico dei nutrienti è meno delineato, con valori di concentrazione elevati nella campagna di maggio e nella seconda di settembre, quest'ultima caratterizzata da una ampia dispersione.

Dall'andamento per transetto (Fig. 21) 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), con evidenti gradienti decrescenti con l'allontanamento dalla costa. Tale influenza risulta evidente dalla forte correlazione inversa del silicio da ortosilicati con la salinità ( $r = -0.74$ ), rilevabile anche per azoto totale ( $r = -0.68$ ) e azoto nitrico ( $r = -0.61$ ) nelle stazioni a 500 m dalla costa; questa forte correlazione tra silicio da ortosilicati e salinità si mantiene anche nelle stazioni più al largo con  $r = -0.70$  e  $r = -0.64$  rispettivamente per le stazioni poste a 926 m e a 3704 m dalla linea di costa.

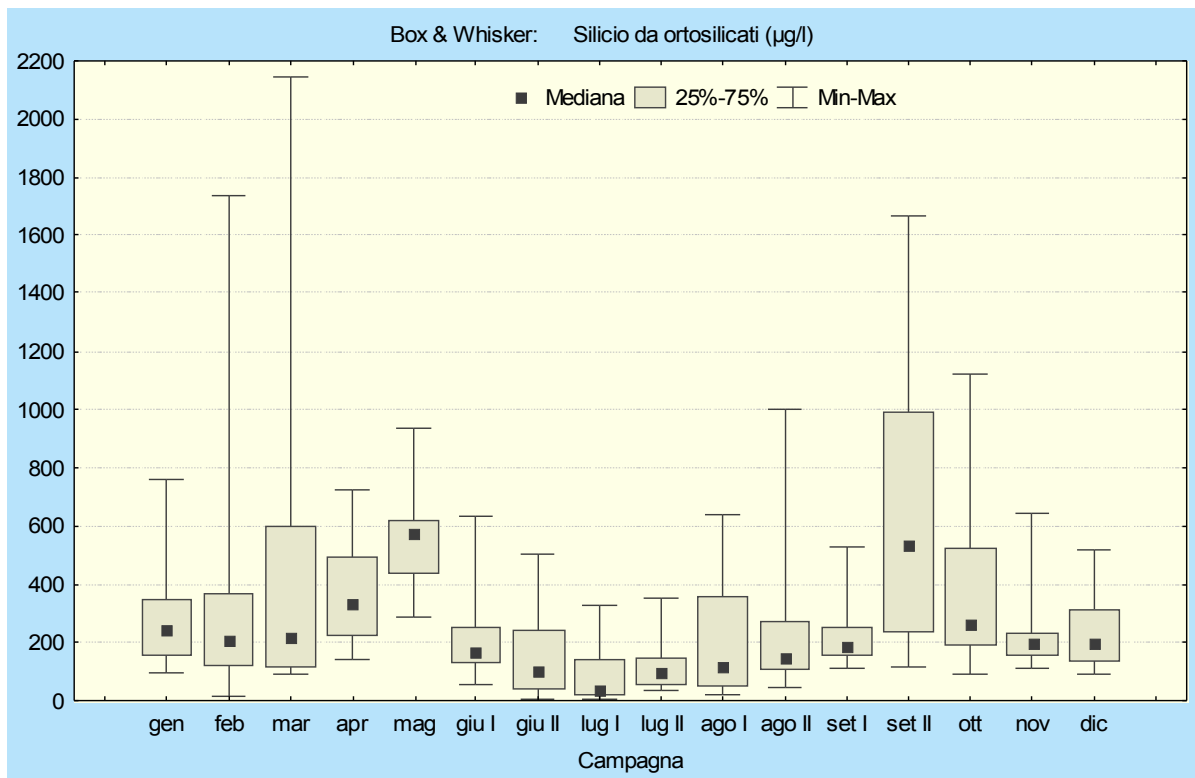


Figura 20: Box & Whisker Plots dei valori di silicio da ortosilicati in superficie per campagna di rilevamento.

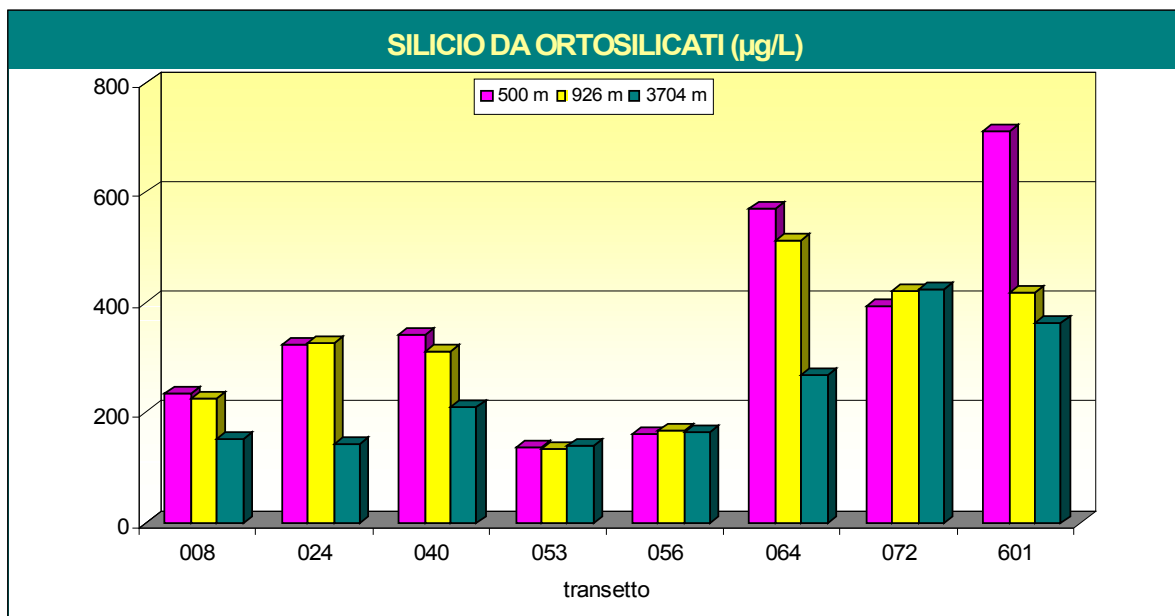


Figura 21: Valori medi di silicio da ortosilicati per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

### 1.8.11 FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di 4.57 µg/l con un massimo di 92.20 µg/l (stazione 16010 a febbraio) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.0 µg/l) nel 23.0% dei casi; pur essendo superiore al 2005 (15.1%), il numero di campioni con valori inferiori al limite di rilevabilità della strumentazione mantiene la tendenza alla diminuzione (il 33.9% nel 2004 e il 47.3% nel 2003 con valori medi rispettivamente di 4.30 µg/l nel 2004 e 3.26 nel 2003).

La distribuzione delle concentrazioni di fosforo rilevate per ciascuna campagna di rilevamento e misura (Fig. 22) mostra, come già visto per gli altri nutrienti, una situazione abbastanza disomogenea, con andamento stagionale poco evidente rispetto a qualche anno fa; concentrazioni elevate sono state rilevate nei primi mesi dell'anno, accompagnate da una ampia distribuzione dei valori; le concentrazioni si mantengono basse per tutto il resto dell'anno.

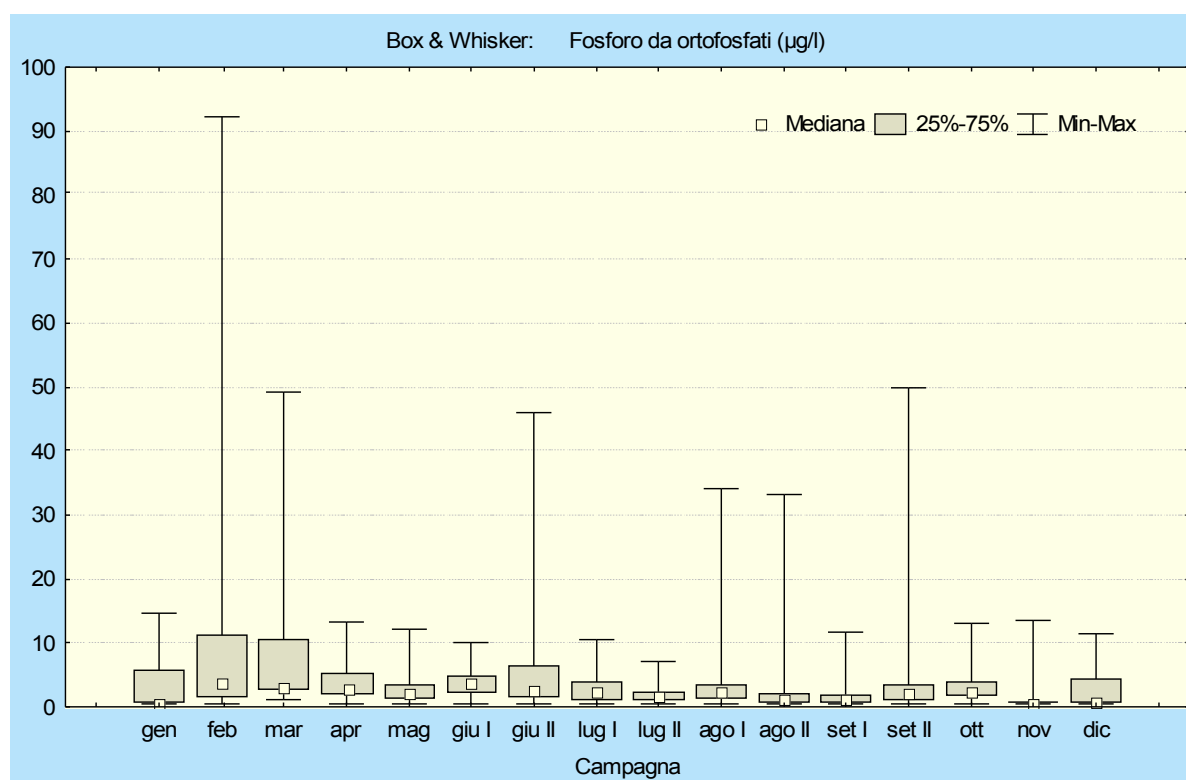
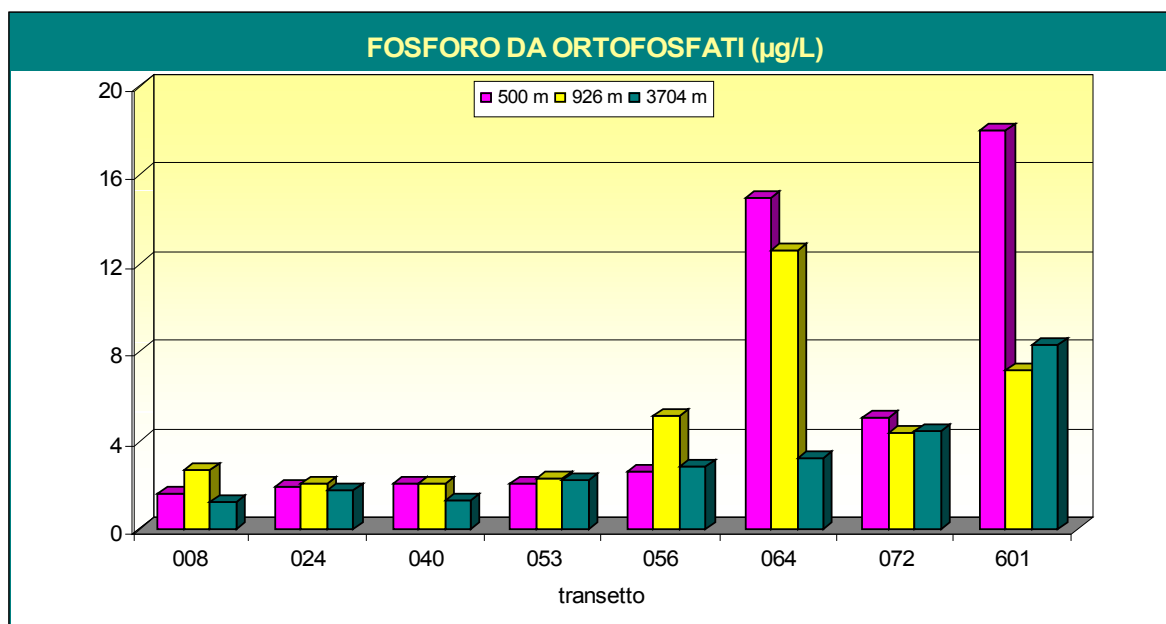


Figura 22: Box & Whisker Plots dei valori di fosforo da ortofosfati in superficie per campagna di rilevamento.

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. 23).



**Figura 23: Valori medi di fosforo da ortofosfati per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

### 1.8.12 FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 16.14 µg/l con un massimo di 109.46 µg/l (stazione 20640 nella seconda campagna di settembre) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.0 µg/l) rilevato nello 0.8 % dei casi.

L'andamento per ciclo di rilevamento si presenta abbastanza costante nel periodo indagato (Fig. 24), con i valori nettamente più alti nei mesi di marzo e settembre.

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, con concentrazioni che restano alte anche alle stazioni più distanti dalla costa (Fig. 25).

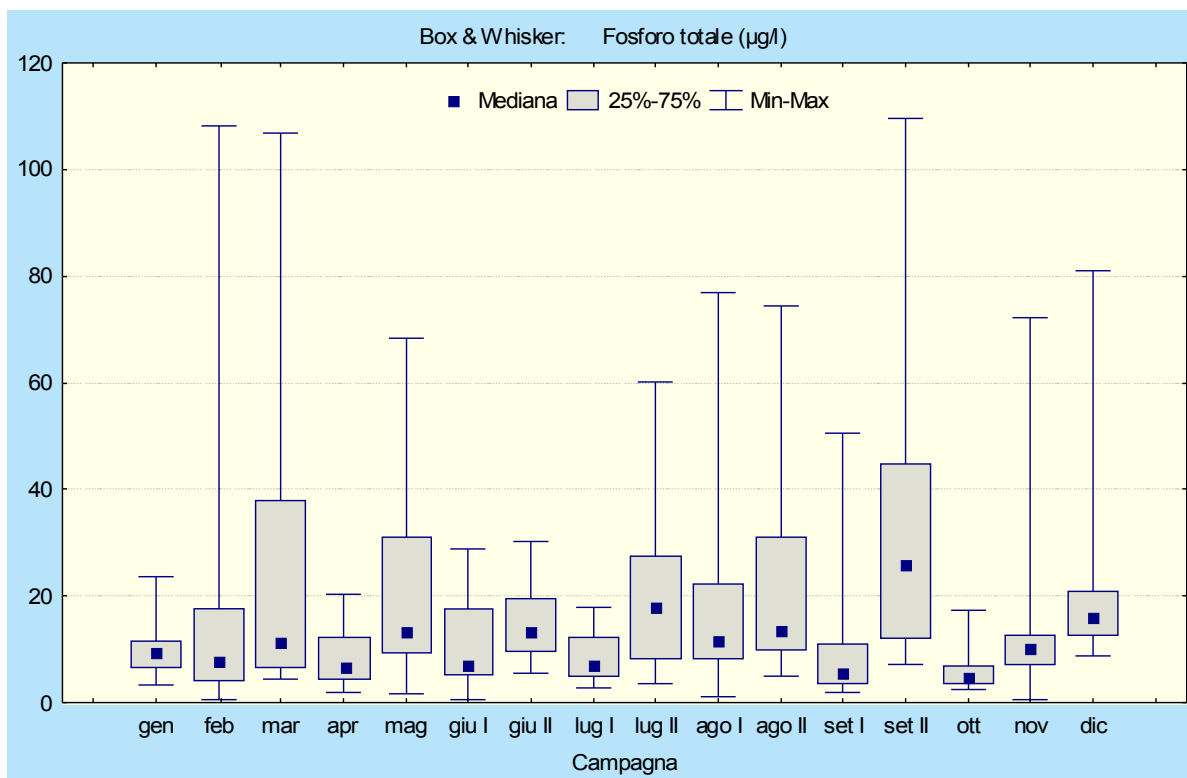


Figura 24: Box & Whisker Plots dei valori di fosforo totale in superficie per campagna di rilevamento.

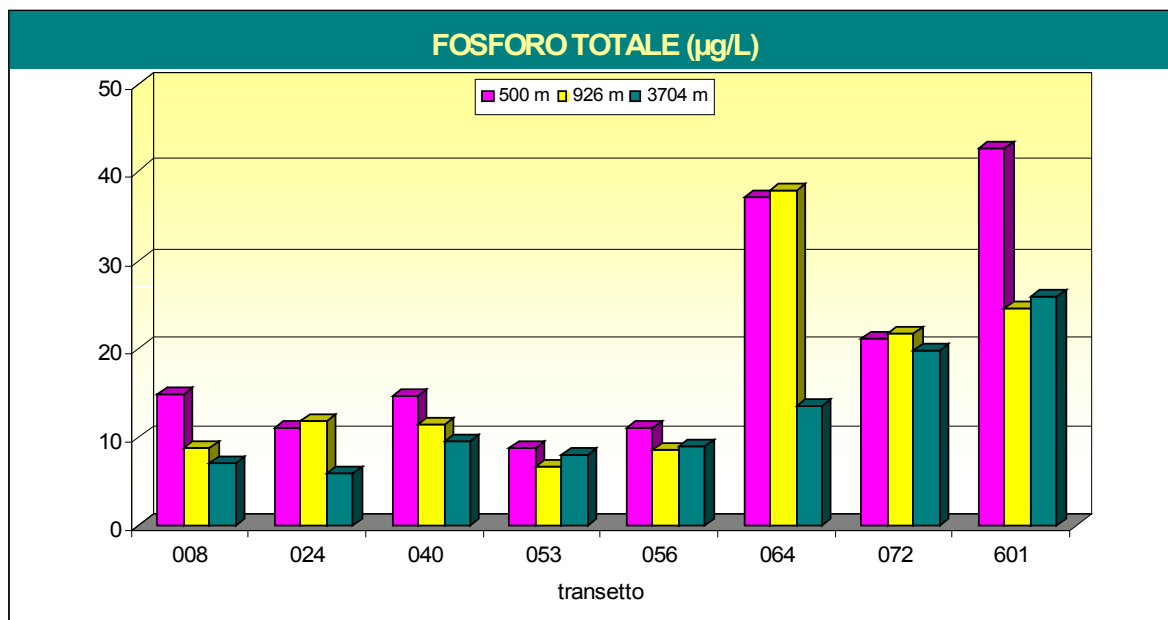


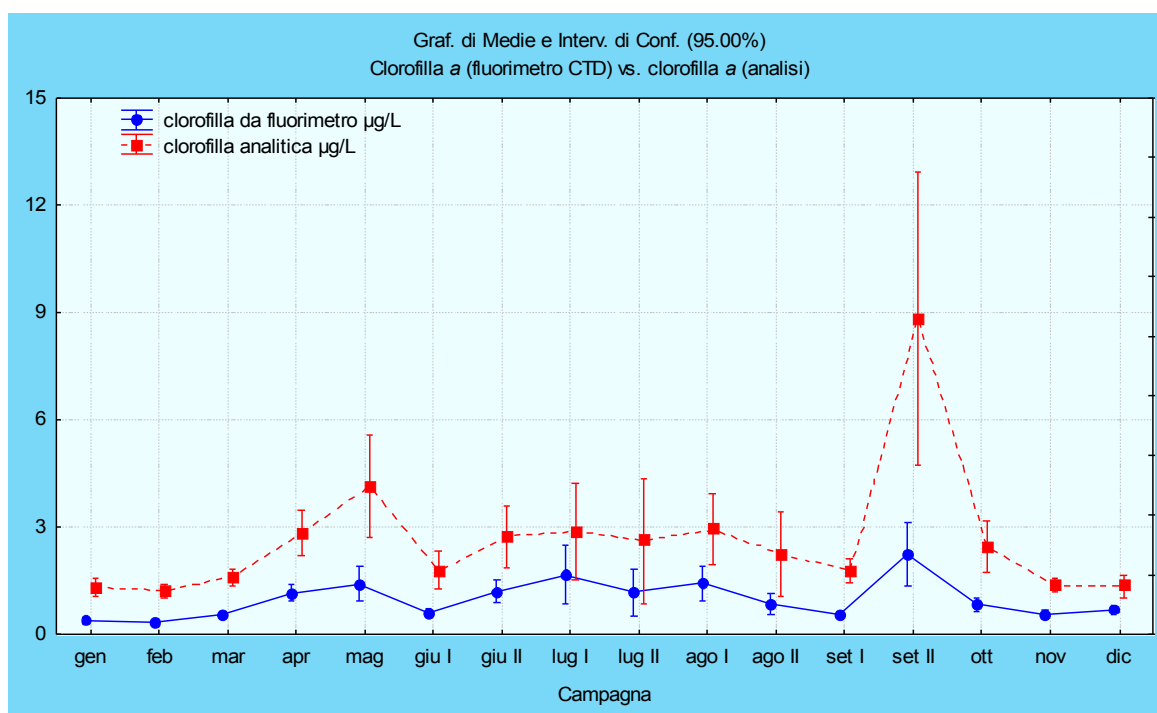
Figura 25: Valori medi di fosforo totale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

### 1.8.13 CLOROFILLA *a*

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla *a*, misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0.98 µg/l, con un valore minimo pari a 0.14 µg/l alla stazione 30240 nella prima campagna di giugno ed un massimo di 9.63 µg/l rilevato nella prima campagna di luglio alla stazione 20640.

Considerando invece la clorofilla *a* rilevata con il metodo analitico si ritrova un valore medio di 2.65 µg/l con valori compresi tra un minimo di 0.10 µg/l (nello 1.3% dei casi) ed un massimo di 36.20 µg/l rilevato nella seconda campagna di settembre alla stazione 30720.

Nella figura 26 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 ad eccezione dei due picchi di concentrazione rilevati a maggio e alla seconda campagna di settembre dove invece è evidente una forte differenza tra valori rilevati in loco tramite CTD e concentrazioni da attività analitica, pur mostrando queste ultime un ampio intervallo di confidenza.



**Figura 26: Valori medi di clorofilla *a* (µg/l), rilevata con fluorimetro associato a sonda multiparametrica e con metodo analitico, in superficie per campagna di rilevamento.**

In figura 27 ed in figura 28 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 presenti nella zona di costa a sud di Chioggia, interessata dallo sbocco dei maggiori fiumi (064, 072 e 601), analogamente a quanto si osserva per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 35).

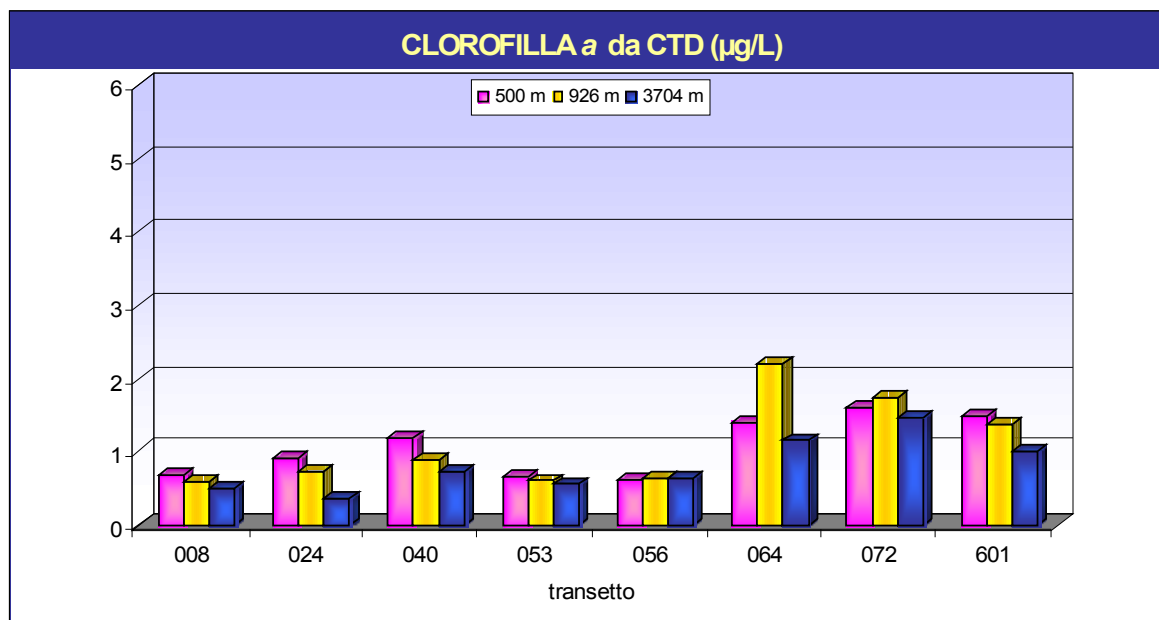


Figura 27: Valori medi di clorofilla *a* (µg/l, da CTD) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

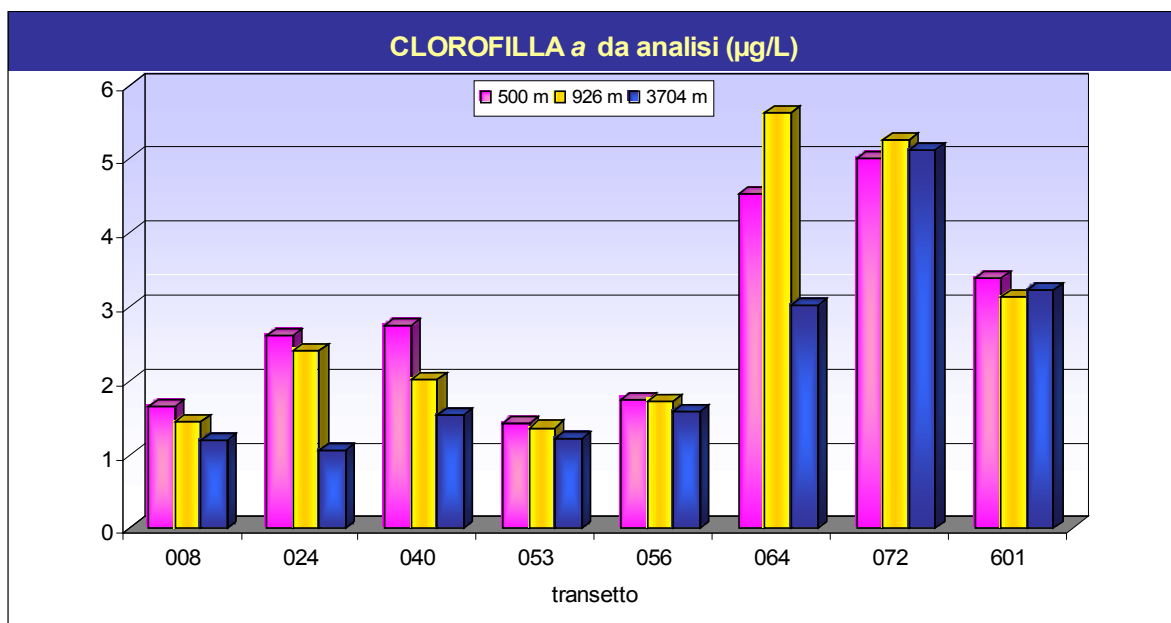


Figura 28: Valori medi di clorofilla *a* (µg/l, analitica) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

### 1.8.14 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 ( $\mu\text{g/l}$ ).

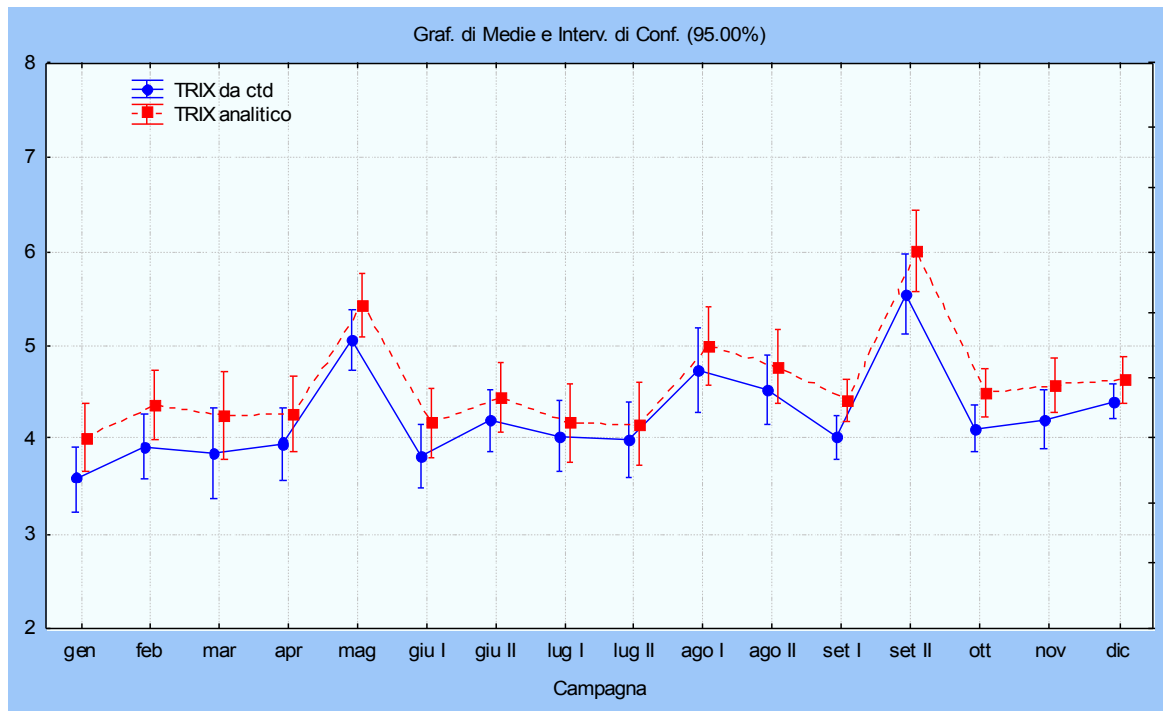
INDICE DI TROFIA	STATO TROFICO	COLORE
2-4	Elevato	Blu
4-5	Buono	Verde
5-6	Mediocre	Giallo
6-8	Scadente	Rosso

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

I dati 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 4.27 (classe “buono”) con un minimo di 1.47 (stazione 30080, campagna di marzo) ed un massimo di 7.16 (stazione 10400, seconda campagna di settembre); considerando invece la clorofilla *a* analitica l'indice trofico risulta compreso tra un minimo di 1.77 ed un massimo di 7.49, rispettivamente alla stazione 30400 in aprile e alla stazione 10400 nella seconda campagna di settembre, con un valore medio di 4.59 (classe “buono”).

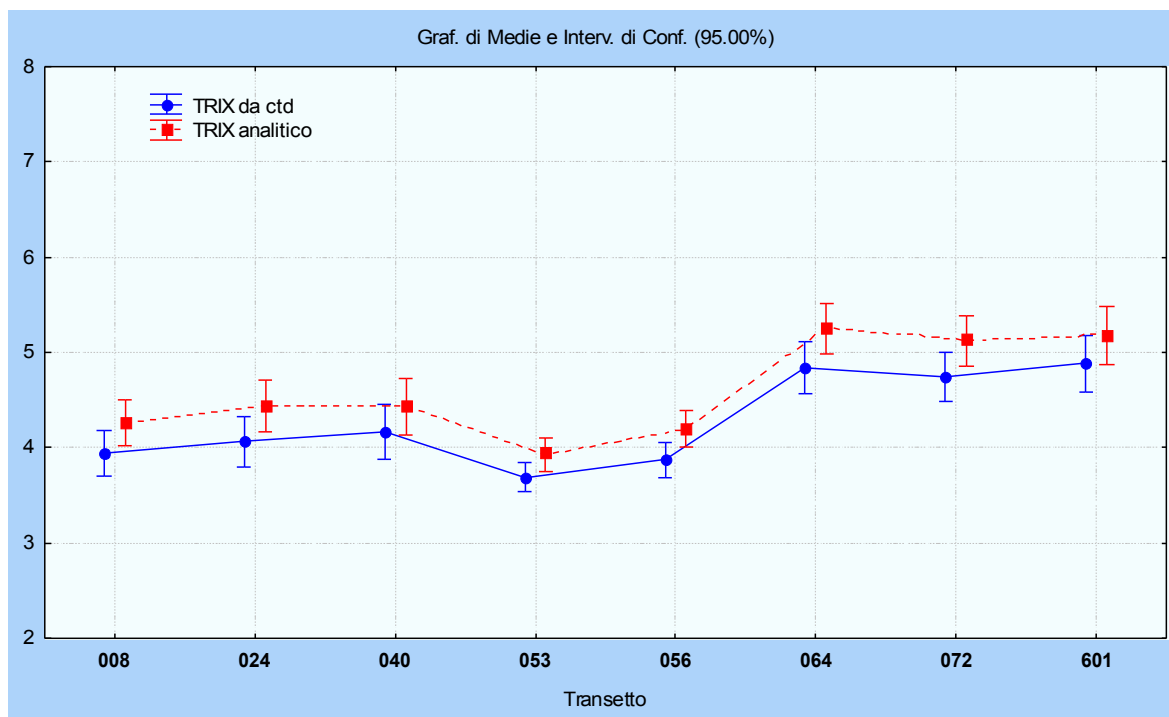
In figura 29 sono riportati gli andamenti dei valori medi dell'indice trofico calcolato su tutte le stazioni, per ciascuna campagna: considerando l'indice quantificato con la clorofilla *a* da sonda si può osservare come i valori medi risultino compresi nelle due classi “elevato” e “buono”, ad eccezione della campagna di maggio e nella seconda di settembre in cui raggiunge un valore medio compreso nella classe “mediocre”; considerando invece l'indice calcolato con la clorofilla *a* analitica, si osserva come presenti lo stesso andamento del TRIX calcolato utilizzando i dati di clorofilla da CTD pur se su valori numerici leggermente più alti,

raggiungendo la classe mediocre nelle stesse campagne, mentre nel restante periodo i valori di TRIX si mantengono inferiori al valore 5.



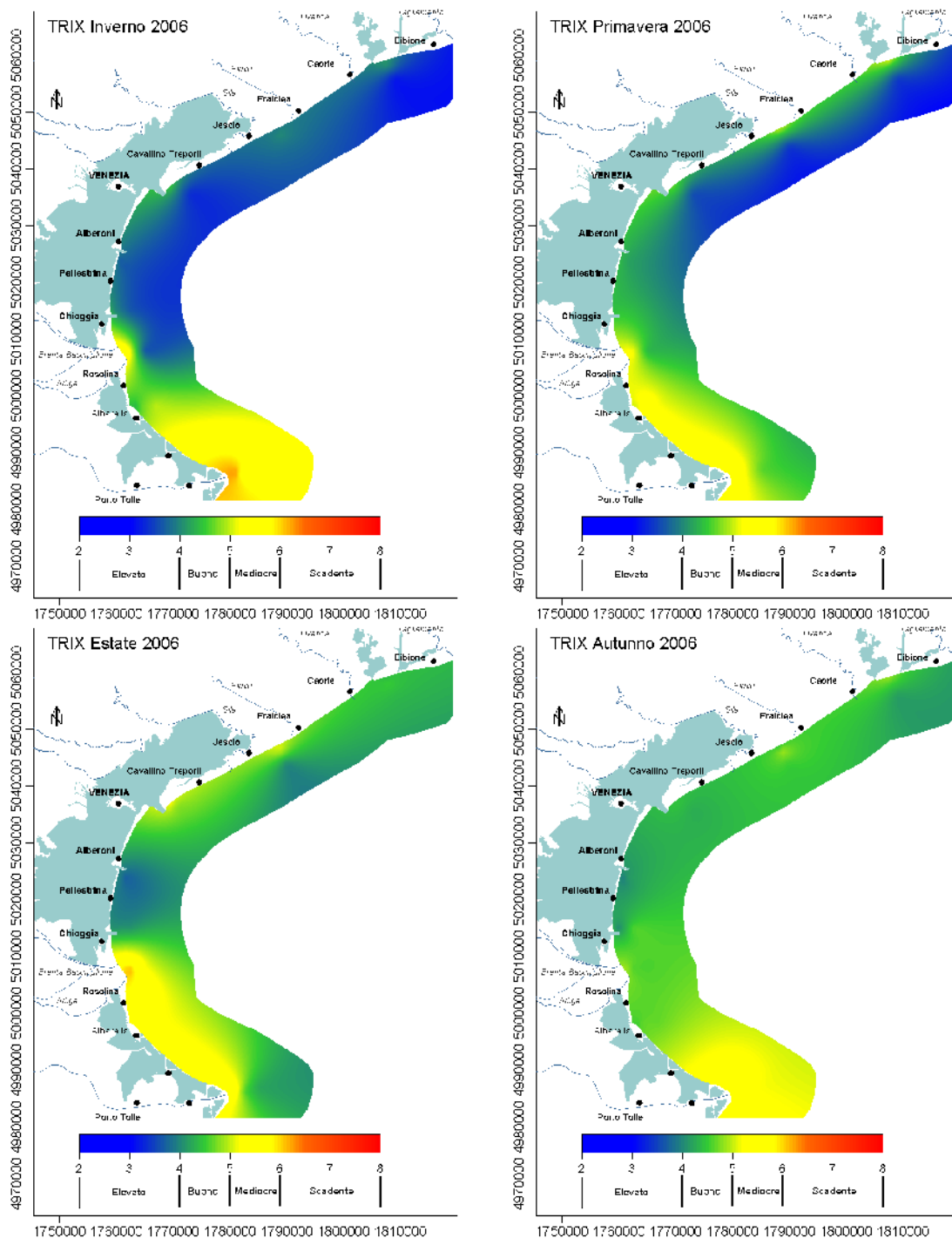
**Figura 29: Valori medi di TRIX (calcolato con clorofilla rilevata con CTD e con metodo analitico) in superficie per campagna di rilevamento.**

I valori medi calcolati su tutte le tre stazioni e visualizzati per ciascun transetto (Fig. 30) mostrano ancora come l'area a sud del Porto di Chioggia (corrispondente ai transetti 064, 072 e 601) risulti caratterizzata da valori di indice trofico più elevati rispetto al resto della costa e superiori a 5, quindi rientranti nella classe "mediocre", con un andamento parallelo tra i valori di Indice trofico calcolati con clorofilla rilevata tramite CTD e con clorofilla analizzata in laboratorio, seppur quest'ultimo si attesti su valori differenti.



**Figura 30: Valori medi di TRIX calcolati per ciascun transetto (clorofilla da sonda e analitica).**

In figura 31 si osservano nello specifico le mappe di distribuzione dei valori medi stagionali di TRIX (calcolati utilizzando clorofilla *a* determinata con metodo analitico). Dalla figura si evidenzia bene come la maggior parte della fascia costiera presenti valori di indice trofico compresi nella classi “elevato” (soprattutto a nord e al largo, con TRIX compreso tra 3 e 4) e “buono” (nelle stazioni prossime alla costa nel tratto a nord e in quello antistante la laguna di Venezia, con TRIX compreso tra 4 e 5) in tutte le stagioni; fa eccezione la fascia costiera a sud influenzata dalle foci di fiumi quali Brenta-Bacchiglione, Adige e Po (064, 072 e 601) che, risentendo dei forti apporti fluviali, presenta una distribuzione di valori di TRIX tale da classificare le stazioni qui localizzate nella classe “mediocre”, soprattutto nelle aree più vicine alla linea di costa.



**Figura 31: Distribuzione dei valori medi di TRIX calcolati nelle varie stagioni dell'anno 2006.**

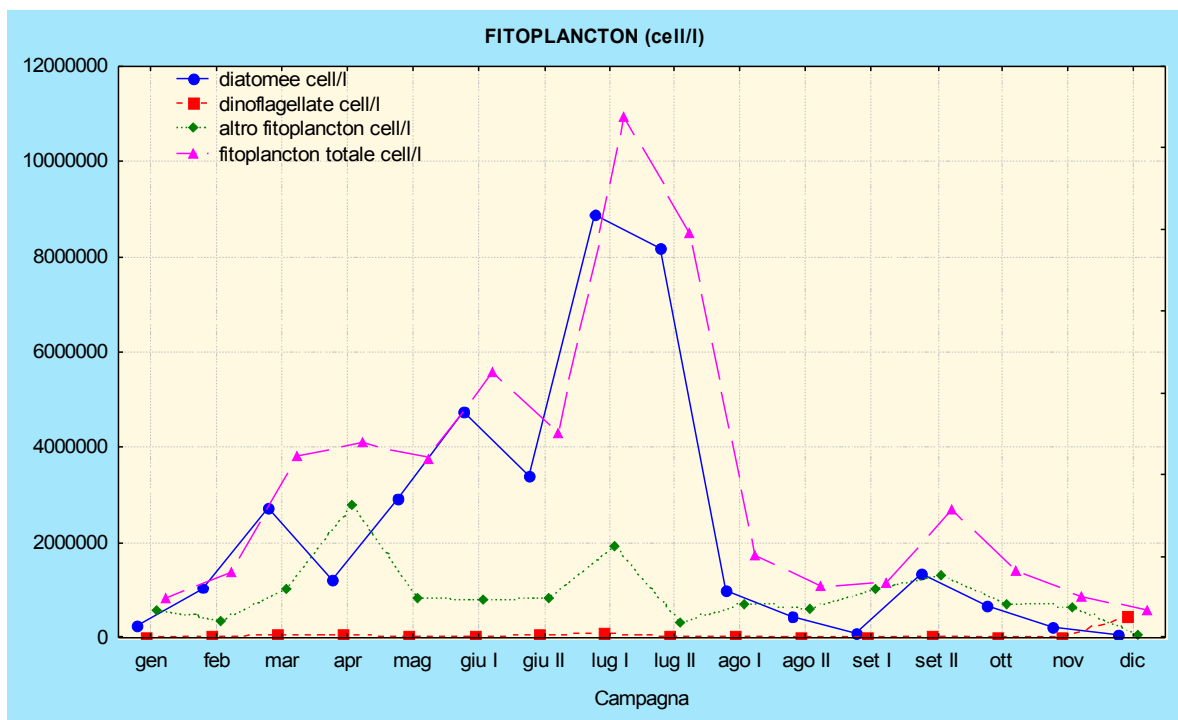
### 1.8.15 FITOPLANCTON

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 34692710 cell/l (rinvenuto nella stazione 10640 nella



prima campagna di giugno) ed un minimo assoluto pari a 9160 cell/l (rinvenuto nella stazione 10080 a dicembre).

Nella figura 32 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, se non nella campagna di dicembre.



**Figura 32: Valori medi delle abbondanze fitoplanctoniche nelle stazioni a 500 m dalla costa.**

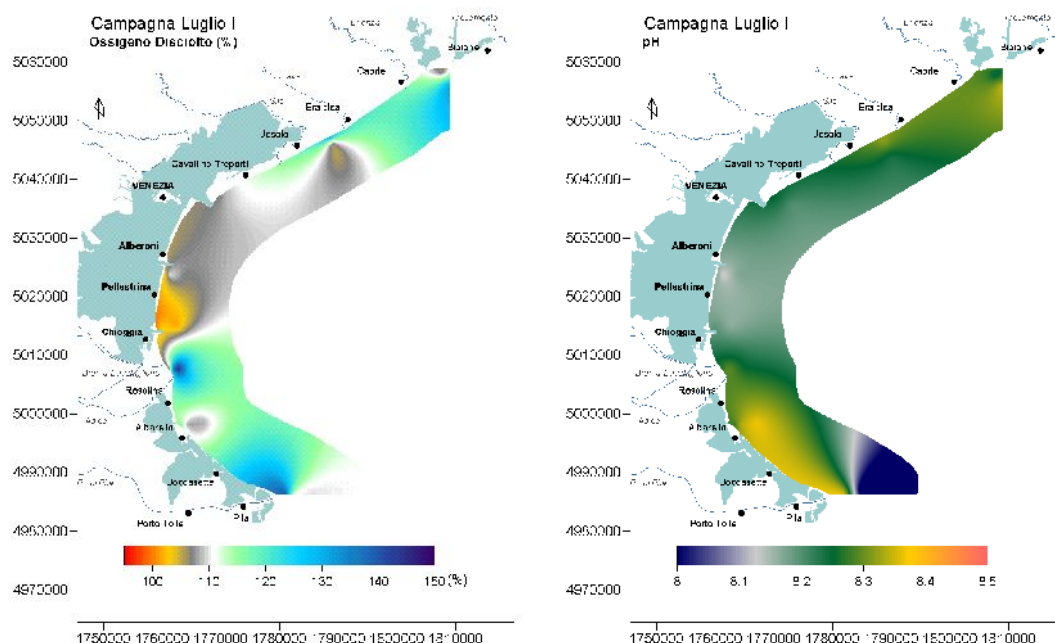
Dall'analisi del grafico è possibile evidenziare un andamento tradizionale della distribuzione delle abbondanze fitoplanctoniche, caratterizzato da valori crescenti a partire da marzo, con valori più elevati nel mese di luglio dovuti ad una forte presenza di Diatomee; segue da un brusco calo nella prima campagna di agosto ed una ripresa nella seconda campagna di settembre.

In dettaglio, i valori elevati osservabili alla prima campagna di giugno (6-7-8/06) sono riportabili alla forte abbondanza registrata presso la stazione 10640, massimo assoluto con oltre 34 milioni di cell/l, in cui risulta preponderante la componente delle Diatomee con oltre 33 milioni di cell/l.

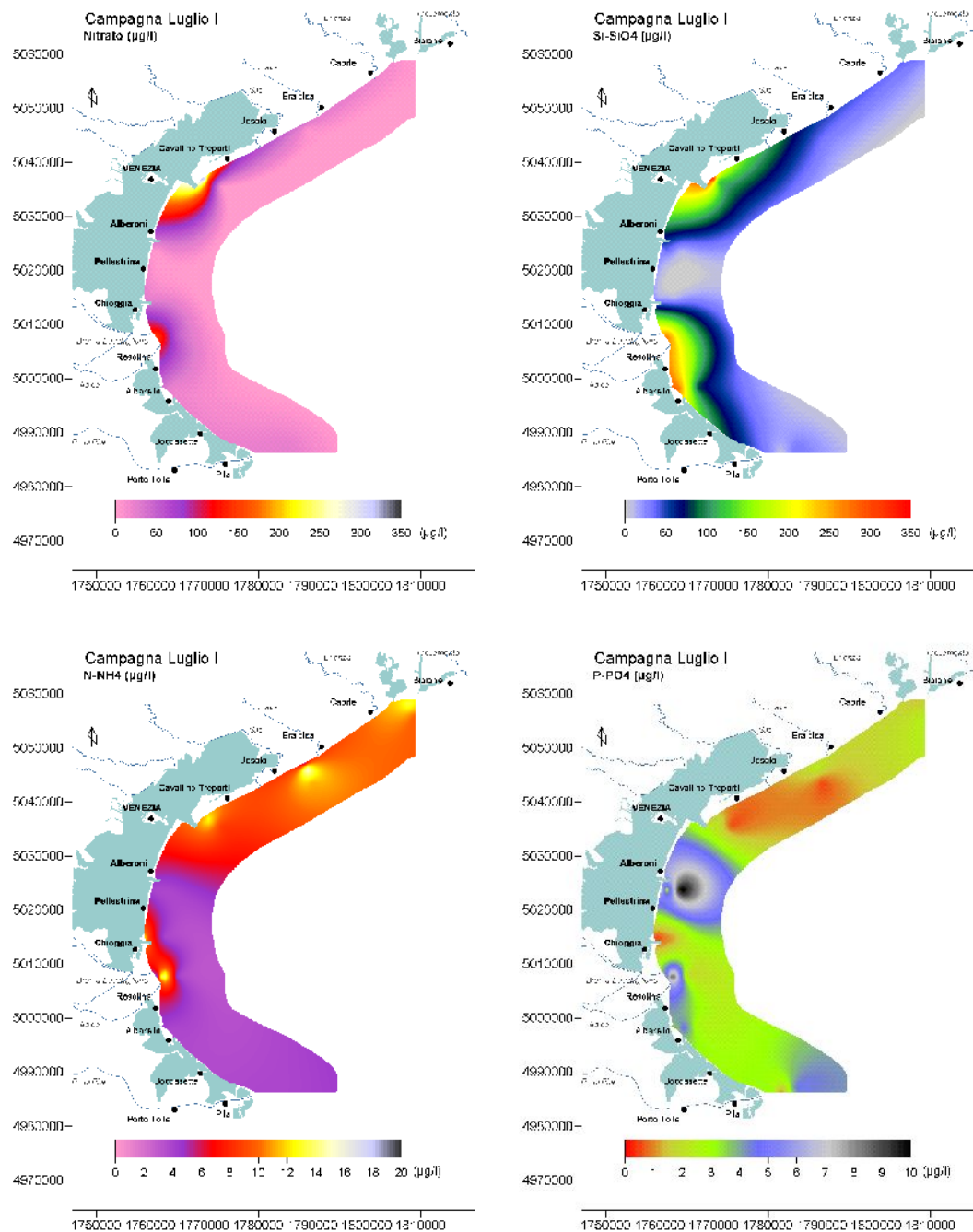
Nel mese di luglio, sia nella prima che nella seconda campagna, si osservano valori elevati presso tutte le stazioni posizionate nel tratto di costa a sud di Chioggia (transetti 064,

072 e 601) con abbondanze medie di 18 e 20 milioni di cell/l rispettivamente; le stazioni lungo la parte settentrionale e centrale della costa mostrano valori più elevati nella seconda campagna del mese mantenendosi su valori di abbondanza attorno ai 10 milioni di cell/l. In particolare la componente preponderante in tutti i casi è rappresentata dalle Diatomee, con *Chaetoceros* spp. e *Skeletonema* sp., solo alla stazione 10640 si presenta una forte abbondanza anche di *Cerataulina pelagica* (circa 10 milioni di cell/l). Le importanti abbondanze osservate nel periodo 11-12-13 luglio risultano accompagnate da un lato da elevate percentuali di ossigeno disciolto e alti valori di pH (Fig. 33), dall'altro da concentrazioni medie dei principali nutrienti decisamente tra le più basse (Figg. 12-14-16-20 e 34), ad indicazione del forte utilizzo da parte della componente fitoplanctonica.

Le figure 33 e 34 mostrano le mappe di distribuzione di alcuni dei parametri: rispettivamente ossigeno disciolto in % e pH, elevati maggiormente nel tratto di costa meridionale, e sali nutritivi (Fig. 34) con concentrazioni basse ovunque ad eccezione delle aree antistanti la bocca di porto di Cavallino Treporti e le foci di Brenta-Bacchiglione e Adige.

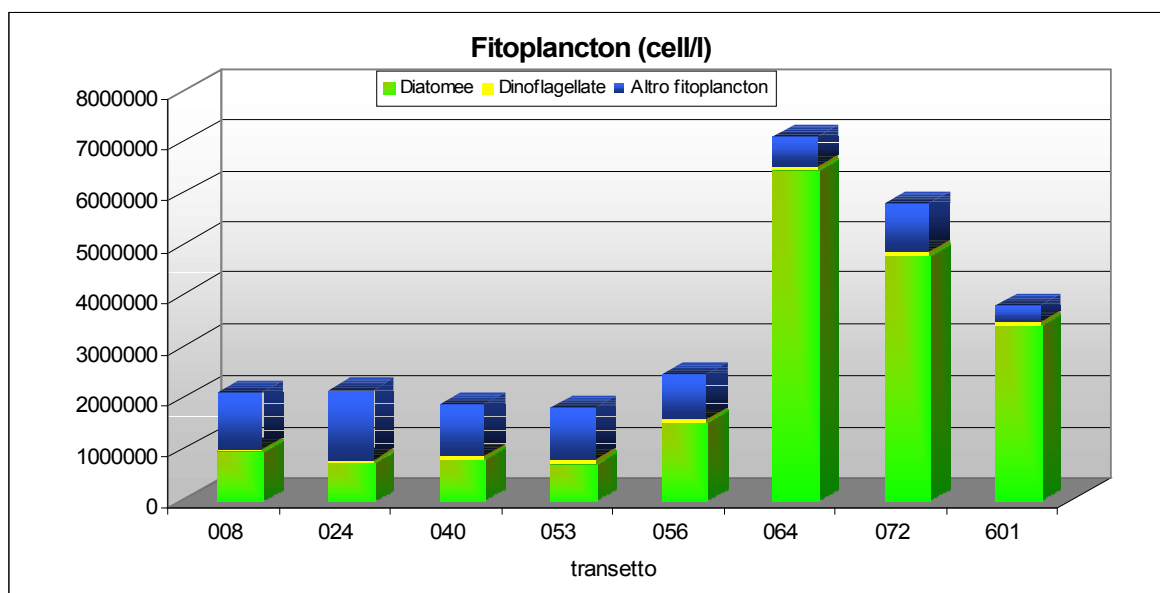


**Figura 33: Mappe di distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) e pH (unità) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nella prima campagna di luglio 2006.**



**Figura 34:** Mappe di distribuzione dei valori di azoto nitrico ( $\mu\text{g/l}$ ), silicio da ortosilicati ( $\mu\text{g/l}$ ), azoto ammoniacale ( $\mu\text{g/l}$ ) e fosforo da ortofosfati ( $\mu\text{g/l}$ ) lungo la fascia costiera rilevati nella prima campagna di luglio 2006.

Nella figura 35 sono riportate 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 al transetto 064, dove il contributo al fitoplancton totale è per lo più dovuto alla componente delle Diatomee con valori elevati, come già accennato, soprattutto nei mesi di giugno e luglio.



**Figura 35: Valori medi delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per transetto.**

Nell'anno 2006 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

#### ALTRO FITOPLANCTON

Altro Fitoplancton indet.	Euglena sp.
Ankistrodesmus sp.	Euglenophyceae indet.
Apedinella sp.	Meringosphaera sp.
Chrysochromulina sp.	Prasinophyceae indet.
Cianophyceae indet.	Prymnesiophyceae indet.
Coccolitoforidi indet.	Scenedesmus sp.
Cryptophyceae indet.	Scenedesmus spp.
Dictyocha sp.	

#### DIATOMEEE

Achnanthes sp.	Guinardia flaccida
Amphiprora sp.	Guinardia sp.
Amphora sp.	Guinardia striata
Asterionella formosa	Hemiaulus hauckii
Asterionellopsis glacialis	Hemiaulus sp.
Bacillariales indet.	Lauderia sp.
Bacillariophyceae indet.	Leptocylindrus minimus
Bacteriastrium sp.	Leptocylindrus sp.
Biddulphia sp.	Leptocylindrus spp.
Cerataulina pelagica	Licmophora sp.
Chaetoceros affinis	Melosira sp.
Chaetoceros brevis	Navicula sp.
Chaetoceros curvisetus	Nitzschia longissima

Chaetoceros simplex	Nitzschia sp.
Chaetoceros sp.	Nitzschia spp.
Chaetoceros spp.	Pleurosigma sp.
Chaetoceros tenuissimus	Proboscia alata
Cocconeis sp.	Pseudo-nitzschia galaxiae
Cyclotella glomerata	Pseudo-nitzschia spp
Cyclotella sp.	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Cyclotella spp.	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Cylindrotheca closterium	Rhizosolenia sp.
Cylindrotheca sp.	Skeletonema costatum
Dactyliosolen fragilissimus	Skeletonema sp.
Diploneis sp.	Synedra sp.
Ditylum brightwellii	Thalassionema nitzschioides
Ditylum sp.	Thalassionema sp.
Eucampia sp.	Thalassiosira sp.
Fragilaria capucina	Thalassiosira spp.
Fragilaria sp.	

#### DINOFLAGELLATE

Alexandrium sp.	Noctiluca scintillans
Ceratium furca	Ostreopsis sp.
Ceratium fusus	Oxytoxum sp.
Ceratium sp.	Prorocentrum micans
Dinophyceae indet.	Prorocentrum minimum
Dinophysis caudata	Prorocentrum sp.
Dinophysis sacculus	Protoperidinium bipes
Goniaulax polygramma	Protoperidinium diabolum
Goniaulax sp.	Protoperidinium sp.
Gymnodinium sp.	Scrippsiella sp.
Gyrodinium sp.	Scrippsiella trochoidea
Katodinium sp.	

Sono state rinvenute 97 specie di cui 87 a livello di genere o specie e 10 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

Diatomee	59	(58.8%)
Dinoflagellate	23	(23.7%)
Altro fitoplancton	15	(15.5%).

### 1.8.16 RICERCA DI 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 2006 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.*

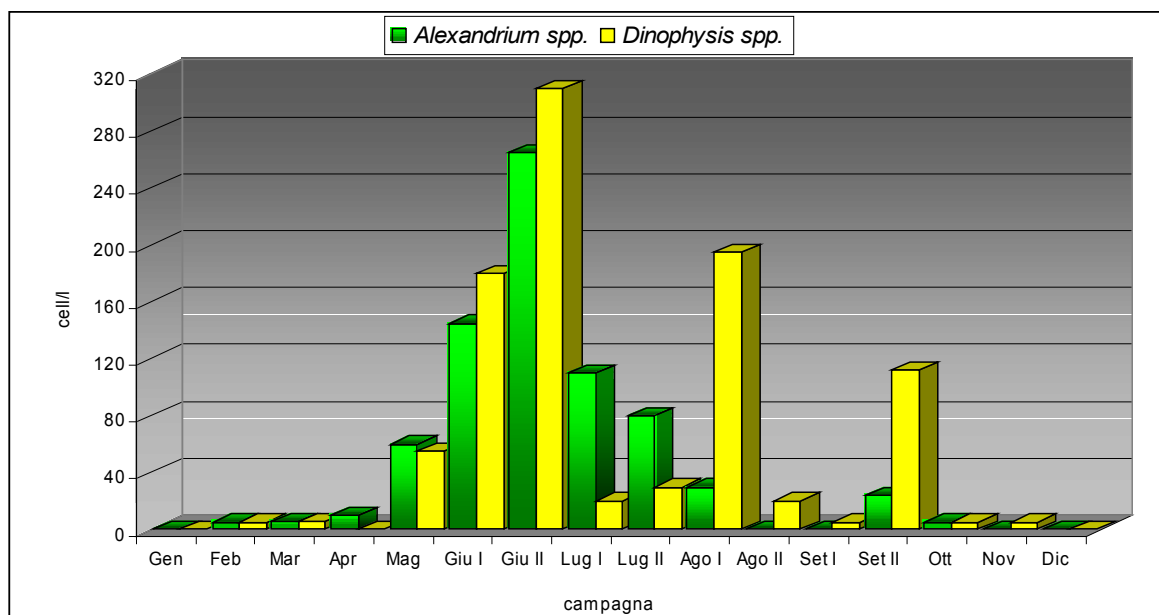
*Lingulodinium polyedrum*

*Gonyaulax grindley* (rinominata *Protoceratium reticulatum*)

*Pseudo-nitzschia spp.*

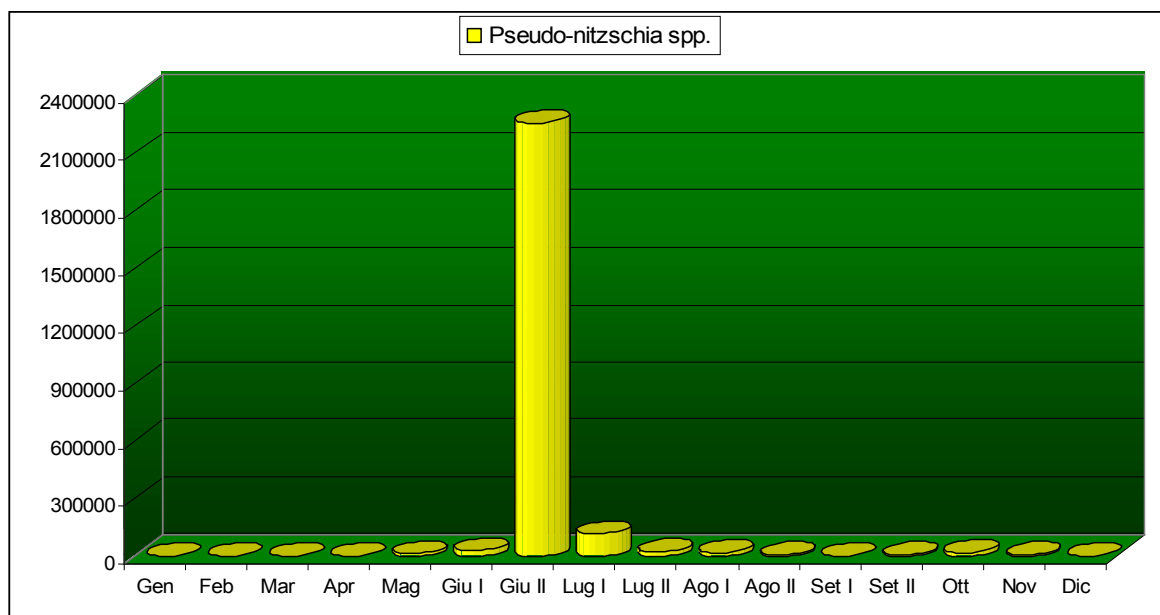
A queste si è aggiunta al ricerca di *Ostreopsis ovata*, ricercata anche nelle acque del Veneto dal 2005 al fine di determinarne l'eventuale presenza in tali aree, facendo seguito alla necessità di tutela dei bagnanti, dopo gli avvenimenti verificatisi nel 2005 nelle acque costiere liguri e nel 2006 anche in altre zone costiere.

Delle specie sopra elencate, solo *Alexandrium*, *Dinophysis* e *Pseudo-nitzschia* sono state rilevate nei campioni analizzati nel corso dell'anno 2006; *Lingulodinium polyedrum*, *Gonyaulax grindley* (rinominata *Protoceratium reticulatum*) e *Ostreopsis ovata* non sono mai state rilevate nei campioni analizzati. In figura 36 si riporta l'andamento temporale delle concentrazioni di *Dinophysis spp.* e *Alexandrium spp.*; dalla figura si evince come nel 2006, come già osservato nell'anno precedente, il periodo tardo primaverile - estivo sia quello maggiormente interessato alla presenza di queste alghe; le maggiori concentrazioni di *Dinophysis spp.* sono state rilevate nel mese di giugno e nella prima campagna di agosto.



**Figura 36: Distribuzioni temporali delle concentrazioni delle alghe potenzialmente tossiche *Dinophysis spp.* e *Alexandrium spp.* (campagne 2006).**

Per quanto riguarda invece la specie *Pseudo-nitzschia spp.* dalla figura 37 si evidenzia anche in questo caso la presenza di valori particolarmente elevati nello stesso mese di giugno, con un picco in particolare nella seconda campagna e valori particolarmente elevati, superiori a 4 milioni di cellule/l presso i transetti 056 (Ca' Roman – Chioggia), 064 (a sud di Chioggia, foci Brenta-Bacchiglione e Adige) e in particolare il transetto 072 (Rosolina – Isola di Albarella) con oltre 6 milioni di cellule/l. 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.



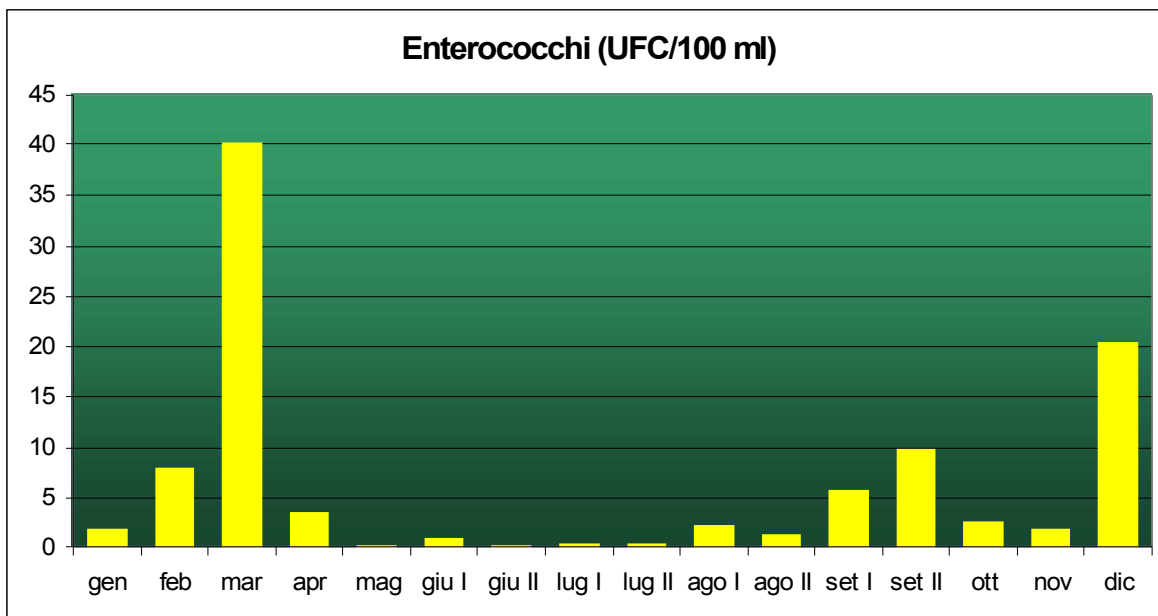
**Figura 37: Distribuzione temporale dell'alga potenzialmente tossica *Pseudo-nitzschia* spp.**

Nel corso del 2006 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/dm<sup>3</sup> (molluschicoltura), è stato superato in una sola occasione nella prima campagna di agosto alla stazione 10640, condizionata dagli apporti di Brenta-Bacchiglione e Adige, ove è stata registrata una concentrazione pari a 1200 cellule/l; invece non si è verificato alcun superamento per quanto riguarda il limite di 10\*10<sup>6</sup> cell/l per *Alexandrium* spp. indicato dalla Circolare M.S. del 31.7.1998 (balneazione).

#### 1.8.17 ENTEROCOCCHI

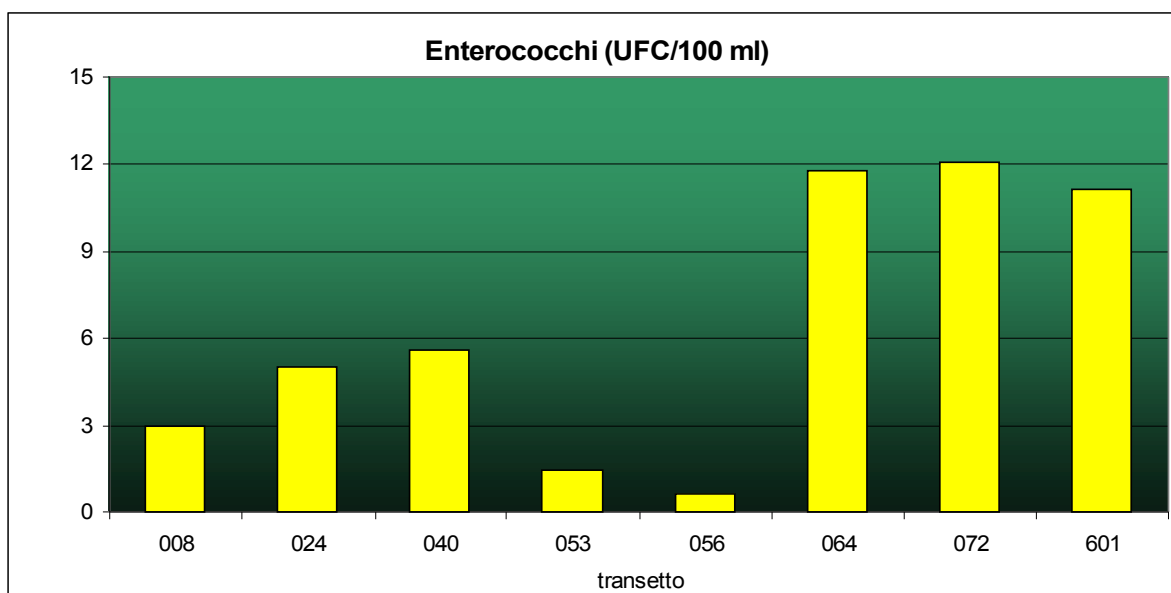
Nel corso del 2006 sono stati raccolti campioni per analisi microbiologiche con cadenza mensile da gennaio a maggio e da ottobre a dicembre e cadenza quindicinale da giugno a settembre; gli enterococchi rientrano tra i parametri indagati, come previsto dal D.Lgs. 152/99 e s.m.i.. In figura 38 si riportano i valori medi calcolati per ciascuna campagna di campionamento; i valori più elevati di contaminazione microbica sono stati riscontrati nel mese di marzo, con massimi alle stazioni 10640 (tra le foci di Brenta e Adige) e 16010 (Po di Pila), e nel mese di dicembre, in questo caso legati prevalentemente alle situazioni rilevate presso le stazioni 10240 (foce Piave) e 10400 (foce Sile).





**Figura 38: Valori medi annui di enterococchi rilevati nelle sole stazioni a 500 m dalla costa.**

I valori medi annui calcolati per ciascun transetto sono riportati in figura 39. Si ripete la situazione già evidenziata precedentemente per altri parametri, con i valori più elevati nelle aree direttamente influenzate da apporti fluviali (Tagliamento, Piave, Sile a nord; Bacchiglione-Brenta, Adige, Po a sud); in particolare i transetti maggiormente condizionati sono quelli situati nella zona costiera meridionale.



**Figura 39: Valori medi annui di enterococchi rilevati presso ciascun transetto.**

## **1.9 MATRICE BIOTA**

### **1.9.1 ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI**

Nel corso del 2006 è proseguito inoltre il programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi come previsto sia dal D.Lgs 152/99 e s.m.i. che dal recente D.Lgs 152/2006 - 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 2006, le acque costiere venete del Mare Adriatico risultano complessivamente idonee alla vita dei molluschi avendo rispettato i valori percentuali di conformità previsti dalla legge.

### **1.9.2 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 2006, non risultano evidenze di situazioni di bioaccumulo tali da indicare una compromissione del sistema indagato.

## **1.10 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 dal Decreto Ministeriale n° 367 del 06/11/2003. La collocazione delle stazioni su cui vengono attuati i controlli su sedimento è stata a suo tempo individuata in linea con le disposizioni dettate dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito della convenzione stipulata con le regioni costiere per l'attuazione del Programma di controllo delle acque marine costiere (ai sensi della Legge 979/82 "Disposizioni per la difesa del mare"): "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 2006, per la maggior parte delle sostanze non sono state osservate concentrazioni superiori agli standard di riferimento indicati dal D.M. 367/2003, ad eccezione, come già evidenziato per gli anni precedenti, delle concentrazioni di alcuni dei metalli indagati che risultano talvolta superare quelle indicate nel D.M. 367/2003, soprattutto nella stazione 10402 posizionata lungo il transetto 040 (Cavallino-Treporti) a circa 8 km dalla costa, 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 quasi tutte le zone monitorate, con indicazioni di lieve tossicità in quasi tutti i campionamenti precedenti solo presso la stazione 10402 del transetto 040 (Cavallino-Treporti) localizzata a 8 km circa dalla linea di costa.

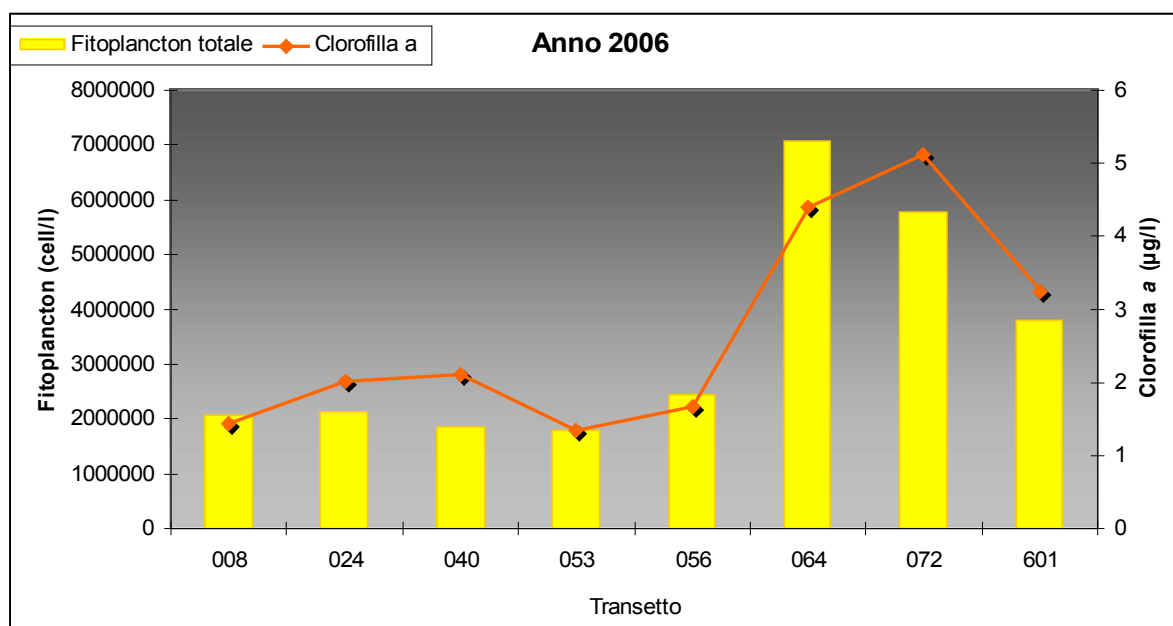
Parallelamente alle attività a carattere istituzionale, e al fine di valutare la situazione anche nei sedimenti più prossimi alla costa, da gennaio 2004 a dicembre 2006 sono stati effettuati studi ecotossicologici più estesi su campioni prelevati a 500 m dalla linea di costa con cadenza mensile, come 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 *Dunaliella tertiolecta*, *Vibrio fischeri* (fase liquida) e *Brachionus plicatilis* hanno dimostrato nel 2006 assenza di tossicità su tutti i campioni; il test condotto su *Vibrio fischeri* (fase solida) ha mostrato sempre assenza di tossicità presso tutte le stazioni indagate, con valori di STI (Sediment Toxicity Index) sempre inferiori a 1.

## 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. 21, 15 e 19); 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.

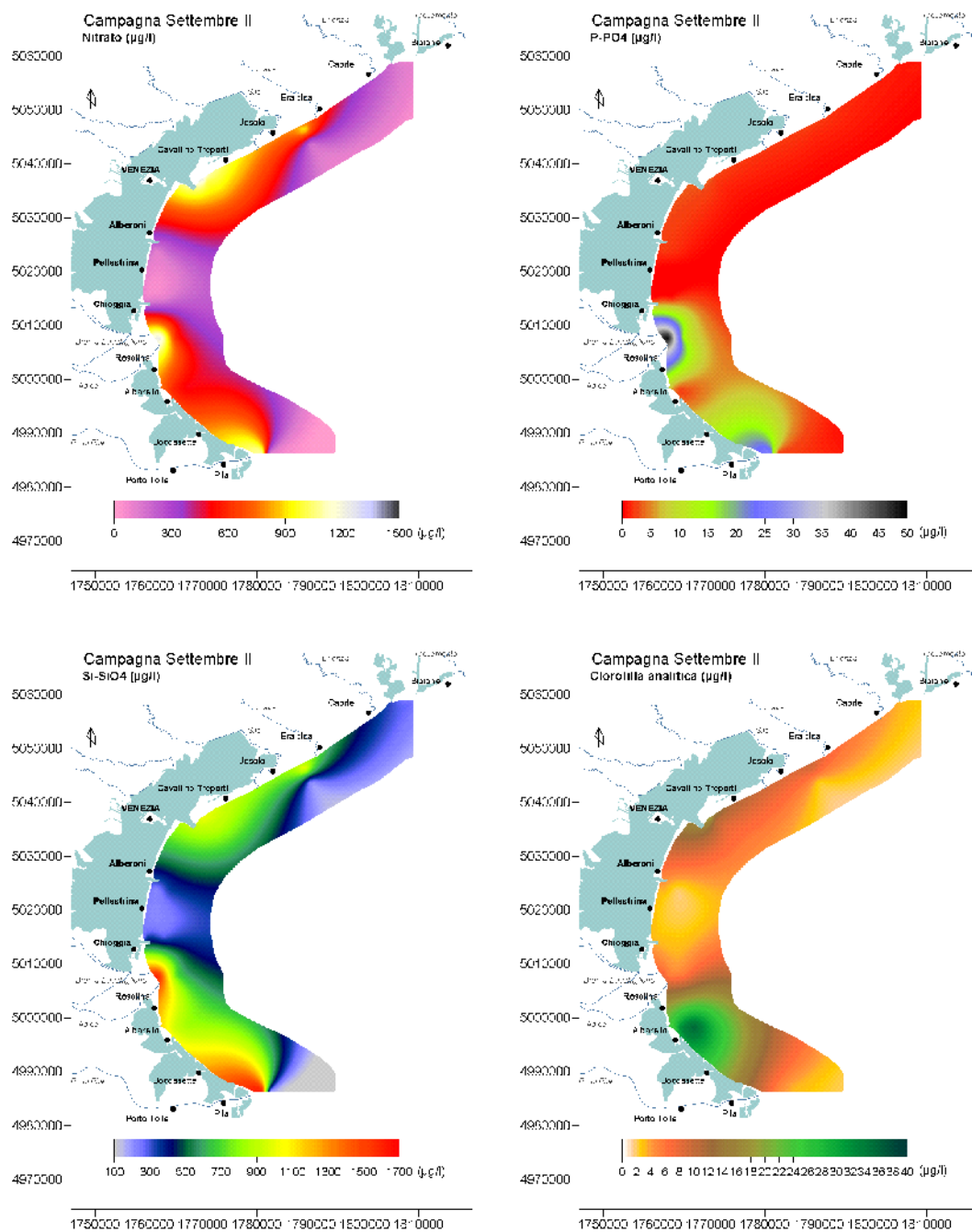
Dalle figure si nota, inoltre, che le concentrazioni di tali nutrienti e della clorofilla *a* e di fitoplancton (Fig. 40), siano più elevate nel tratto di costa che si trova sotto l'influenza di Bacchiglione-Brenta, Adige e soprattutto del Po; per contro i valori medi di salinità e trasparenza risultano minori.



**Figura 40: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/l) e della concentrazione media di Clorofilla *a* (µg/l) lungo la costa.**

Dalla analisi dei risultati su matrice acqua, riportata nel paragrafo 4.1, è emerso un denominatore comune: i valori massimi e la maggiore dispersione di molti parametri chimici e fisici sono stati rilevati presso le stazioni dei transetti 064, 072 e 601, cioè quelli più fortemente condizionati dagli apporti fluviali (Brenta-Bacchiglione, Adige, Po di Levante-Canalbiano e Po di Pila). In figura 41 sono riportati graficamente in mappe di distribuzione le concentrazioni rilevate nella seconda campagna di luglio per azoto nitrico, fosforo da

ortofosfati, silicio da ortosilicati e clorofilla determinata analiticamente. Dalla figura, ma anche dalle mappe di figura 33, risulta evidente la situazione più delicata dell'area di costa situata a sud di Chioggia.



**Figura 41: Mappe di distribuzione dei valori di azoto nitrico ( $\mu\text{g/l}$ ), fosforo da ortofosfati ( $\mu\text{g/l}$ ), silicio da ortosilicati ( $\mu\text{g/l}$ ) e clorofilla *a* ( $\mu\text{g/l}$ ) lungo la fascia costiera rilevati in superficie in luglio 2006.**

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 (0.5 miglia nautiche) e 3704 m (2.0 miglia nautiche).

La salinità è risultata strettamente correlata in senso negativo con azoto nitrico e, soprattutto, con 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. Mancano correlazioni tra nutrienti e componente fitoplanctonica (nelle stazioni a 500 m) e ciò può essere legato alla 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* (determinata analiticamente), già evidente nella stazione a 500 metri dalla costa, si rafforza nelle stazioni a 926 riducendosi con l'allontanamento ulteriore dalla costa.

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

	Salin.	O.D. %	pH	Trasp.	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N tot	P-PO <sub>4</sub>	P tot	Si-SiO <sub>4</sub>	Diato	Dino	Altro fito	Fito tot	Clor <i>a</i>	TRIX
Temp.	-0.09	<b>0.48</b>	<b>0.28</b>	<b>0.22</b>	<b>-0.33</b>	<b>-0.30</b>	<b>-0.30</b>	-0.16	-0.15	0.03	-0.13	<b>0.25</b>	-0.17	0.03	<b>0.25</b>	<b>0.23</b>	0.13
Salin.		<b>-0.18</b>	-0.04	<b>0.42</b>	<b>-0.31</b>	<b>-0.66</b>	<b>-0.61</b>	<b>-0.68</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.58</b>	<b>-0.74</b>	-0.14	0.09	-0.10	-0.15	<b>-0.57</b>	<b>-0.73</b>
O.D. %			<b>0.33</b>	-0.09	<b>-0.26</b>	-0.02	-0.04	0.02	-0.08	0.09	0.07	<b>0.37</b>	-0.08	-0.06	<b>0.35</b>	<b>0.41</b>	<b>0.40</b>
pH				-0.05	<b>-0.25</b>	-0.17	-0.10	-0.07	-0.15	-0.06	-0.05	<b>0.40</b>	0.05	-0.02	<b>0.40</b>	<b>0.26</b>	<b>0.18</b>
Trasp.					<b>-0.19</b>	<b>-0.31</b>	<b>-0.34</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.19</b>	<b>-0.27</b>	<b>-0.36</b>	-0.14	0.16	-0.08	-0.15	<b>-0.33</b>	<b>-0.37</b>
N-NH <sub>3</sub>						<b>0.56</b>	<b>0.67</b>	<b>0.63</b>	<b>0.70</b>	<b>0.47</b>	<b>0.50</b>	-0.12	0.01	-0.10	-0.13	-0.07	<b>0.28</b>
N-NO <sub>2</sub>							<b>0.73</b>	<b>0.71</b>	<b>0.54</b>	<b>0.59</b>	<b>0.75</b>	-0.10	<b>0.27</b>	-0.09	-0.11	<b>0.37</b>	<b>0.55</b>
N-NO <sub>3</sub>								<b>0.95</b>	<b>0.73</b>	<b>0.60</b>	<b>0.87</b>	-0.09	-0.04	0.06	-0.08	<b>0.30</b>	<b>0.61</b>
N tot									<b>0.72</b>	<b>0.68</b>	<b>0.87</b>	-0.01	-0.08	0.12	0.01	<b>0.36</b>	<b>0.66</b>
P-PO <sub>4</sub>										<b>0.73</b>	<b>0.70</b>	0.01	-0.06	-0.14	-0.02	0.07	<b>0.42</b>
P tot											<b>0.68</b>	0.10	-0.05	<b>-0.20</b>	0.06	<b>0.29</b>	<b>0.69</b>
Si-SiO <sub>4</sub>												-0.06	-0.10	0.00	-0.06	<b>0.43</b>	<b>0.73</b>
Diato													-0.03	-0.01	<b>0.98</b>	<b>0.35</b>	<b>0.18</b>
Dino														-0.07	-0.02	-0.07	-0.08
Altro fito															0.17	0.09	-0.03
Fito tot																<b>0.36</b>	0.17
Clor <i>a</i>																	<b>0.62</b>

**Tabella 6: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa. Corr. marcate significative al livello  $p < .050$ . N=125 (Eliminaz. casewise dati mancanti).**

	Salin.	O.D. %	pH	Trasp.	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N tot	P-PO <sub>4</sub>	P tot	Si-SiO <sub>4</sub>	Clor a	TRIX
Temp.	-0.03	<b>0.52</b>	<b>0.28</b>	<b>0.26</b>	<b>-0.36</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.20</b>	-0.07	0.06	<b>-0.20</b>	<b>0.20</b>	0.13
Salin.		-0.09	0.02	<b>0.42</b>	<b>-0.31</b>	<b>-0.60</b>	<b>-0.60</b>	<b>-0.69</b>	<b>-0.38</b>	<b>-0.63</b>	<b>-0.70</b>	<b>-0.46</b>	<b>-0.69</b>
O.D. %			<b>0.30</b>	-0.03	<b>-0.26</b>	-0.15	-0.16	-0.05	-0.09	0.14	-0.03	<b>0.48</b>	<b>0.41</b>
pH				0.14	<b>-0.32</b>	<b>-0.26</b>	<b>-0.31</b>	<b>-0.22</b>	<b>-0.22</b>	-0.12	<b>-0.29</b>	<b>0.30</b>	0.01
Trasp.					<b>-0.25</b>	<b>-0.44</b>	<b>-0.44</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.23</b>	<b>-0.40</b>	<b>-0.46</b>	<b>-0.36</b>	<b>-0.43</b>
N-NH <sub>3</sub>						<b>0.50</b>	<b>0.55</b>	<b>0.54</b>	<b>0.39</b>	<b>0.38</b>	<b>0.43</b>	-0.07	<b>0.23</b>
N-NO <sub>2</sub>							<b>0.82</b>	<b>0.78</b>	<b>0.57</b>	<b>0.72</b>	<b>0.81</b>	<b>0.27</b>	<b>0.52</b>
N-NO <sub>3</sub>								<b>0.94</b>	<b>0.58</b>	<b>0.62</b>	<b>0.90</b>	<b>0.20</b>	<b>0.49</b>
N tot									<b>0.57</b>	<b>0.71</b>	<b>0.87</b>	<b>0.34</b>	<b>0.60</b>
P-PO <sub>4</sub>										<b>0.65</b>	<b>0.59</b>	0.07	<b>0.29</b>
P tot											<b>0.69</b>	<b>0.47</b>	<b>0.68</b>
Si-SiO <sub>4</sub>												<b>0.32</b>	<b>0.62</b>
Clor a													<b>0.63</b>

**Tabella 7: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 0,5 mn (926 m) dalla costa. Corr. marcate significative al livello  $p < .050$ . N=126 (Eliminaz. casewise dati mancanti).**

	Salin.	O.D. %	pH	Trasp.	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N tot	P-PO <sub>4</sub>	P tot	Si-SiO <sub>4</sub>	Clor a	TRIX
Temp.	-0.04	<b>0.52</b>	0.05	<b>0.30</b>	<b>-0.31</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.23</b>	<b>-0.22</b>	0.01	<b>-0.20</b>	0.10	0.12
Salin.		<b>-0.27</b>	-0.01	<b>0.41</b>	<b>-0.28</b>	<b>-0.60</b>	<b>-0.71</b>	<b>-0.78</b>	<b>-0.43</b>	<b>-0.64</b>	<b>-0.79</b>	<b>-0.56</b>	<b>-0.73</b>
O.D. %			<b>0.20</b>	-0.05	<b>-0.26</b>	-0.08	-0.08	0.06	-0.10	<b>0.19</b>	0.02	<b>0.40</b>	<b>0.46</b>
pH				0.06	<b>-0.26</b>	-0.03	-0.16	-0.11	-0.14	0.05	-0.12	<b>0.29</b>	0.04
Trasp.					<b>-0.18</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.40</b>	<b>-0.26</b>	<b>-0.23</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.20</b>	<b>-0.28</b>
N-NH <sub>3</sub>						<b>0.54</b>	<b>0.57</b>	<b>0.53</b>	<b>0.48</b>	<b>0.25</b>	<b>0.52</b>	-0.02	<b>0.27</b>
N-NO <sub>2</sub>							<b>0.73</b>	<b>0.73</b>	<b>0.43</b>	<b>0.51</b>	<b>0.69</b>	<b>0.37</b>	<b>0.52</b>
N-NO <sub>3</sub>								<b>0.94</b>	<b>0.71</b>	<b>0.58</b>	<b>0.85</b>	<b>0.27</b>	<b>0.50</b>
N tot									<b>0.69</b>	<b>0.66</b>	<b>0.84</b>	<b>0.38</b>	<b>0.58</b>
P-PO <sub>4</sub>										<b>0.51</b>	<b>0.61</b>	0.02	<b>0.24</b>
P tot											<b>0.59</b>	<b>0.46</b>	<b>0.65</b>
Si-SiO <sub>4</sub>												<b>0.39</b>	<b>0.57</b>
Clor a													<b>0.59</b>

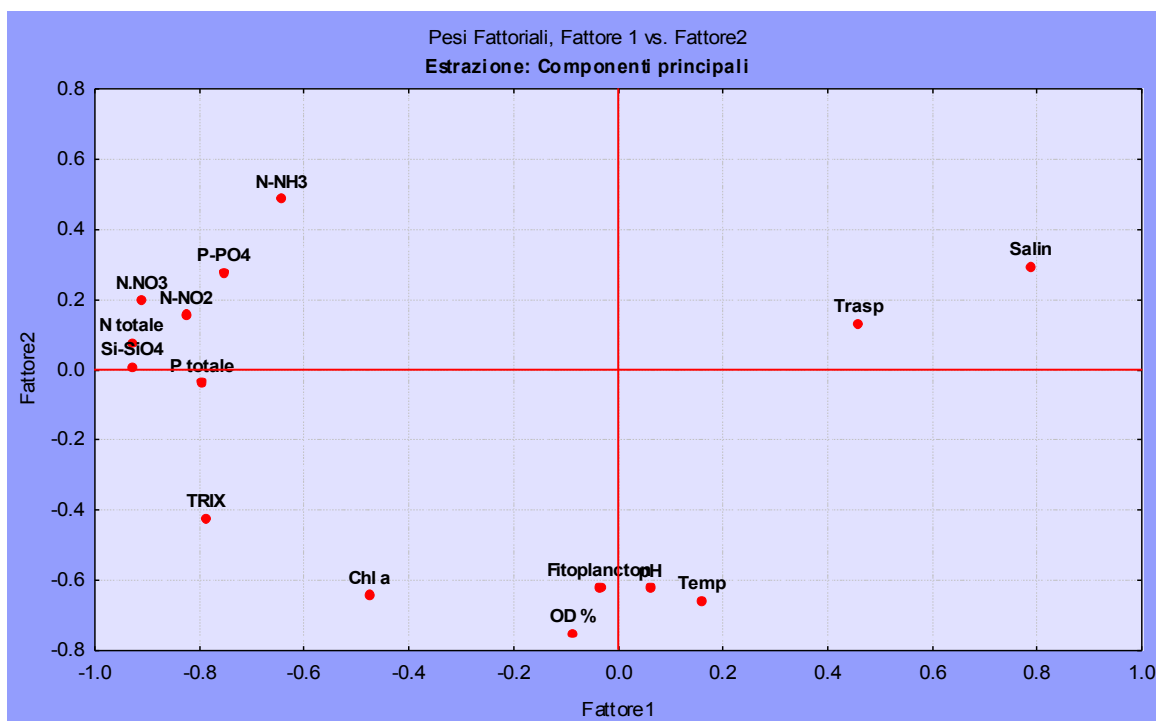
**Tabella 8: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 2 mn (3704 m) dalla costa. Corr. marcate significative al livello  $p < .050$ . N=126 (Eliminaz. casewise dati mancanti).**

Alla matrice dei dati ottenuta nel periodo indagato è stata applicata la tecnica di analisi statistica multivariata denominata Analisi delle Componenti Principali (Morrison, 1976; Kleinbaum *et al.*, 1988) che, attraverso lo studio delle correlazioni tra variabili chimico-fisiche e biologiche, individua alcune combinazioni lineari di esse, in grado di spiegare da sole la maggior parte della variabilità del sistema. Tale analisi è stata effettuata sui dati di superficie delle sole stazioni a 500 m (Tab. 9 e Fig. 42), le uniche presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale.

	<b>FATTORE 1</b>	<b>FATTORE 2</b>
<b>VARIANZA (%)</b>	<b>43.78</b>	<b>19.00</b>
Trasparenza	0.46	0.13
Temperatura	0.16	-0.66
Salinità	<b>0.79</b>	0.29
pH	0.06	-0.62
O.D. %	-0.09	<b>-0.75</b>
N-NH <sub>3</sub>	-0.64	0.49
N-NO <sub>2</sub>	<b>-0.83</b>	0.15
N-NO <sub>3</sub>	<b>-0.91</b>	0.20
N TOT	<b>-0.93</b>	0.08
Si-SiO <sub>4</sub>	<b>-0.75</b>	0.28
P-PO <sub>4</sub>	<b>-0.80</b>	-0.04
P TOT	-0.93	0.01
Clorofilla <i>a</i>	-0.47	-0.64
Fitoplancton totale	-0.04	-0.62
TRIX	<b>-0.79</b>	-0.42

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

Le prime due componenti estratte hanno spiegato oltre il 62% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto del 43.8% di tale varianza (Tab. 9).



**Figura 42: 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. 42). La *seconda componente* individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate. In esso infatti emerge, per il proprio contributo, il Fitoplancton totale e le variabili 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 gli anni precedenti, 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 43 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.

	<b>FATTORE 1</b>	<b>FATTORE 2</b>
<b>VARIANZA (%)</b>	<b>69.73%</b>	<b>12.48%</b>
Trasparenza	0.55	0.63
Temperatura	-0.52	0.68
Salinità	<b>0.95</b>	0.22
pH	-0.46	<b>0.74</b>
O.D. %	-0.63	0.21
N-NH <sub>3</sub>	<b>-0.91</b>	-0.18
N-NO <sub>2</sub>	<b>-0.97</b>	-0.10
N-NO <sub>3</sub>	<b>-0.94</b>	-0.13
N TOT	<b>-0.98</b>	-0.11
Si-SiO <sub>4</sub>	<b>-0.86</b>	0.21
P-PO <sub>4</sub>	<b>-0.96</b>	0.12
P TOT	<b>-0.98</b>	-0.02
Clorofilla <i>a</i>	<b>-0.87</b>	-0.07

**Tabella 10: Pesi fattoriali relativi ad alcuni parametri analizzati (p>0.70).**

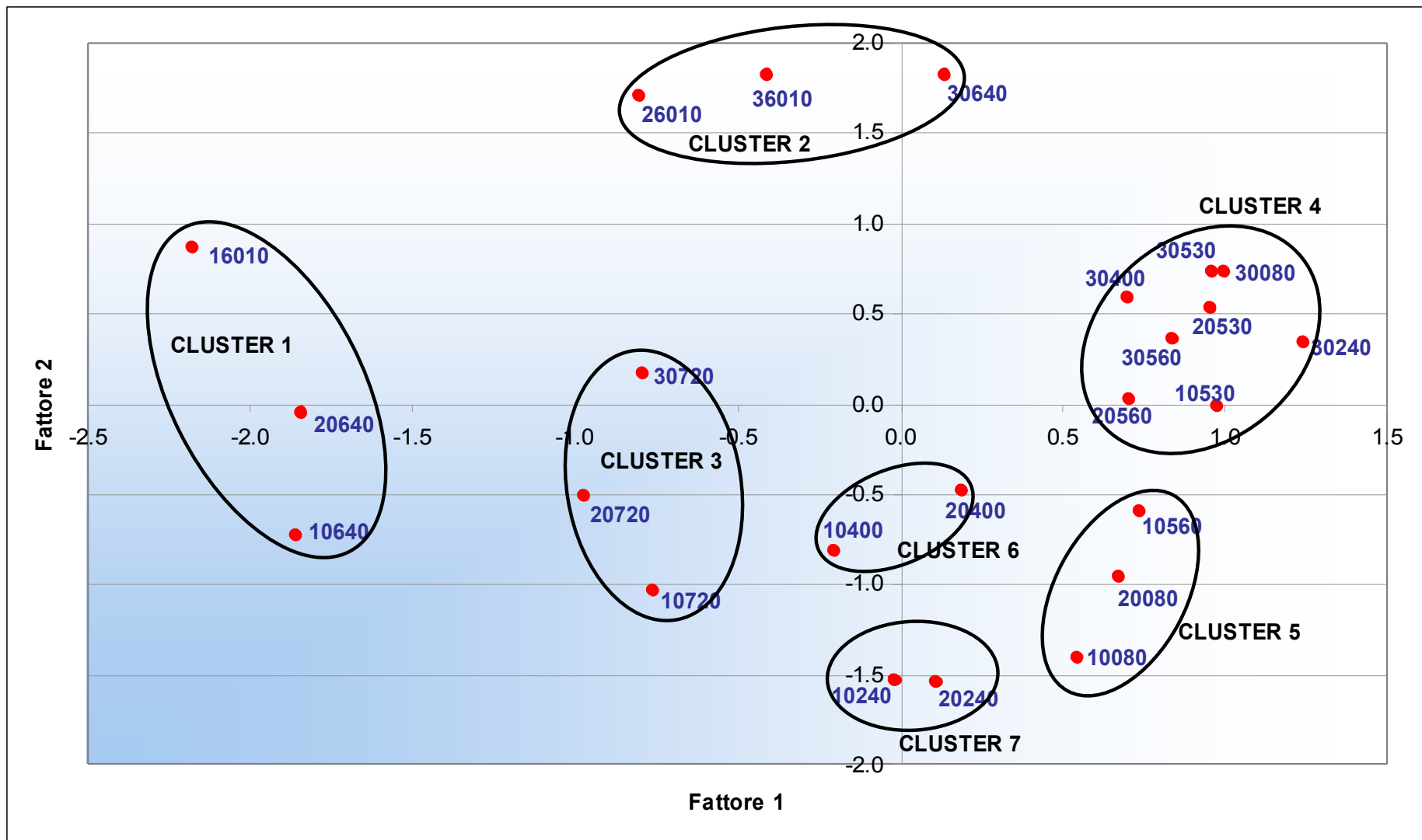


Figura 43: Rappresentazione dei punteggi fattoriali, relativi alle diverse stazioni di campionamento, sui due fattori individuati.

In figura 43 si possono evidenziare alcuni cluster principali:

- CLUSTER 1 raggruppa le due stazioni più prossime alla linea di costa del transetto posto tra le foci di Brenta-Bacchiglione e dell'Adige (10640 e 20640) e la stazione a 500 m del transetto posto di fronte alla foce del Po di Pila (16010). Forte è l'influenza delle acque che arrivano e caratterizzano queste stazioni, distinguendole dalle altre per le salinità mediamente piuttosto basse (29-30 PSU) (Fig. 7) e le elevate concentrazioni di nutrienti disciolti, queste ultime soprattutto presso la stazione 16010 (Figg. 13-15-21-23); anche i valori di clorofilla *a* risultano i più alti.
- CLUSTER 2 comprende le stazioni 26010 e 36010, poste rispettivamente a 926 e 3704 m dalla foce del Po di Pila, e la più lontana dalla costa del transetto 064, cioè la stazione 30640. Anche in queste stazioni si fa sentire l'influenza delle acque che sfociano nella zona; esse si distinguono dalle altre stazioni per i valori più elevati di temperatura e di pH, inoltre presentano alte concentrazioni di fosforo da ortofosfati e clorofilla *a* seppur inferiori a quelle rilevate per il cluster 1.
- CLUSTER 3 raggruppa tutte le stazioni del transetto 072 (Rosolina, località Albarella). Queste stazioni, sulla base dei dati rilevati, risultano presentare valori elevati di tutti i nutrienti e salinità basse, seppur in misura inferiore rispetto a quanto rilevato al cluster 1, inoltre sono presenti alte concentrazioni di ossigeno disciolto e di clorofilla *a*: le stazioni di questo transetto costituiscono per tali caratteristiche una via di mezzo tra il cluster 1 e il cluster 2 (Figg. 13-15-21-23).
- CLUSTER 4 comprende tutte le stazioni più al largo dei transetti localizzati nel tratto di costa a nord della laguna (008, 024, 040) e le stazioni dei transetti posti nella zona antistante la stessa (053, 056). Tali stazioni, influenzate in maniera molto ridotta e occasionale dai fiumi locali o poste in aree dove non sono presenti apporti di tale tipo (ad esempio il transetto 053 compreso in questo cluster con tutte le proprie stazioni), presentano le più basse concentrazioni di nutrienti e di clorofilla *a*, per contro sono riscontrati i valori più elevati di salinità e di trasparenza, considerando comunque la distanza dalla costa e la conseguente maggiore profondità.

Accanto a questi principali si possono individuare ulteriori raggruppamenti minori ma non meno importanti:

- CLUSTER 5 comprende le stazioni più prossime alla costa del transetto 008 (10080 e 20080) localizzato a Caorle e la stazione a 500 m del transetto 056 (10560) localizzato in corrispondenza di Ca'Roman a Pellestrina. Sono caratterizzate da acque tendenzialmente più fredde, con salinità inferiori e concentrazioni di sali nutrienti maggiori rispetto alle stazioni del cluster 4.
- CLUSTER 6 include le due stazioni più prossime alla costa del transetto 040 (10400 e 20400) localizzato nel tratto di mare antistante Cavallino Treporti. Tali stazioni si caratterizzano per le

alte concentrazioni di azoto nitrico e totale e silicio da ortosilicati, seppur in misura minore rispetto alle stazioni del cluster 1.

- CLUSTER 7 comprende le stazioni più vicine alla costa del transetto 024 (10240 e 20240), posizionato in prossimità di Jesolo. Presentano temperature medie piuttosto basse, concentrazioni generalmente alte di azoto nitrico e totale, valori di clorofilla *a* più elevati rispetto ai cluster 5 e 6.

## **RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2006**

### ***1.11 RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI***

Generalmente nel corso dell'anno, ed in particolare durante i mesi estivi, non si sono verificati episodi particolarmente importanti; le osservazioni effettuate con la telecamera subacquea lungo la colonna hanno talvolta evidenziato in quasi tutti i transetti indagati una scarsa presenza di materiale in sospensione e, qualora presente, sempre di piccole dimensioni. In giugno, nella seconda metà del mese, si è rilevata la presenza ridotta di microflocchi e solo in alcuni casi (stazioni 30240, 30640) si è osservata presenza di macroflocchi, sempre poco numerosi, senza mai trovare in colonna aggregati di dimensioni maggiori.

#### Mucillagini a novembre

A seguito della rilevazione di presenza di mucillagine identificata nel corso delle ricognizioni effettuate dall'unità specialistica in mare di ARPAV in data 28/11/2006, è stata organizzata una campagna straordinaria per il giorno successivo, 29/11/2006, al fine di definire l'entità del fenomeno e valutarne le caratteristiche e le dimensioni.

Il fenomeno è stato rilevato anche dalle strutture specialistiche del Friuli Venezia Giulia, dell'Emilia Romagna, delle Marche. Segnalazioni sono pervenute anche da Slovenia e Croazia.

L'imbarcazione attrezzata di ARPA Veneto con a bordo il proprio personale specializzato, ha ospitato tecnici dell'Istituto di Scienze del Mare del CNR di Venezia e personale dell'ICRAM di Chioggia. In particolare, l'ICRAM Chioggia ha richiesto la propria presenza al fine di valutare l'eventuale correlazione del fenomeno con le segnalazioni pervenute nello stesso periodo su morie di fasolari e canestrelli. Come è noto, infatti, situazioni di estensione massiva del fenomeno delle mucillagini possono determinare anossie anche importanti con effetti dannosi sul biota marino.

Le rilevazioni effettuate sul campo hanno mostrato il seguente quadro sintetico:

- l'incremento della mucillagine era concentrato soprattutto nel tratto nord della costa veneta (da Jesolo a Cavallino Treporti) dove si sono evidenziati affioramenti dall'aspetto schiumoso disposti in strisce con lunghezze fino a 200 metri;
- il fenomeno si è osservato prevalentemente sottocosta fino a circa un miglio, mentre più al largo appariva progressivamente ridotto;
- in generale le analisi sulla colonna d'acqua effettuate con telecamera subacquea hanno registrato la presenza di materiale di natura mucillaginosa, organizzato allo stato di filamenti fino a 30 cm presenti nella colonna d'acqua, in tutte le stazioni sottocosta indagate, e ben visibili anche a occhio nudo;
- i parametri chimico-fisici rilevati con sonda multiparametrica (temperatura, salinità, clorofilla "a", torbidità, ossigeno disciolto e pH) sono risultati nella norma, con l'unica eccezione del dato di temperatura che è risultato superiore ai valori medi stagionali;

- la struttura della comunità fitoplanctonica ha evidenziato la presenza di diatomee già rinvenute nello stesso periodo negli anni passati, sebbene sia da segnalare anche la presenza di forme termofile non tossiche..

La ricognizione, effettuata in collaborazione con ICRAM a seguito di segnalazioni dei pescatori, era tesa a valutare le condizioni ecologiche del mare in prossimità della ex-piattaforma del Campo Ada, posta a 12 miglia da Chioggia. I rilevamenti effettuati in tale area non hanno evidenziato la presenza di aggregati mucilluginosi, rilevati invece da ISMAR-CNR nei giorni precedenti; anche i parametri idrologici generali apparivano nella norma.

Al fine di valutare le condizioni ambientali più in dettaglio, si è deciso di effettuare una serie di rilievi lungo un transetto la cui prima stazione è stata posta a circa 13 miglia da Chioggia e l'ultima a circa 1 miglio dalla lunata del Porto di Chioggia. Su tale transetto sono state effettuate rilevazioni chimico-fisiche in colonna d'acqua per un totale di 12 stazioni, distanti tra loro un miglio circa. In ogni stazione una telecamera subacquea è stata immersa per osservare la presenza di mucillagini lungo la colonna d'acqua, confermando l'intensificazione del fenomeno in prossimità della costa. Davanti a Chioggia sono stati rilevati filamenti e aggregati lungo tutta la colonna d'acqua delle dimensioni di circa 10 cm, ben visibili anche a occhio nudo (Fig. 44).



**Figura 44: Mucillagini fotografate dal bordo dell'imbarcazione.**

Le prime osservazioni fatte sul campo non hanno comunque messo in luce elementi tali da poter collegare in modo univoco la presenza di mucillagine con le segnalazioni di morie di molluschi riferite ad ICRAM.

Per quanto riguarda la estensione del fenomeno “mucillagini” nell'intero bacino del Nord Adriatico la situazione è risultata la seguente: nel golfo di Trieste è stata osservata la presenza di aggregati gelatinosi biancastro giallastri a 4-5 metri di profondità, organizzati in filamenti lunghi fino a 50 cm. Situazione analoga, anche se meno intensa, si è osservata nella maggior parte delle stazioni indagate. Anche in Friuli il fenomeno è risultato, in generale, diffuso (ARPA Friuli Venezia

Giulia). Lo stesso quadro è stato riferito in Emilia Romagna (ARPA Emilia Romagna – Struttura Oceanografica Daphne) e nelle acque antistanti Pirano (NIB-MBSS). In generale, le osservazioni e rilevazioni nel bacino non erano comunque tali da destare allarme e i dati chimico-fisici sono spesso risultati nella norma.

### ***1.12 SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE***

Nel corso delle normali campagne di monitoraggio in mare la presenza di meduse è stata rilevata sporadicamente, con pochi esemplari di taglia ridotta della specie *Rhizostoma pulmo*, in particolare nel mese di luglio e agosto nella zona tra Caorle e Cavallino Treporti; poiché si tratta di specie da considerarsi innocua il fenomeno, anche per il ridotto numero di organismi avvistati, non ha rappresentato motivo di preoccupazione per i bagnanti.

### ***1.13 FIORITURE ALGALI***

I rilevamenti di fioriture algali sono stati, come in quasi tutti gli ultimi anni, sporadici e limitati sia in senso temporale che spaziale, interessando comunque quasi sempre l'area meridionale di costa in prossimità di sbocchi fluviali. Nel 2006 i casi più evidenti, tali da comportare una variazione nella colorazione dell'acqua e un aumento della percentuale di ossigeno disciolto, si sono presentati nei mesi di maggio e luglio; tali occorrenze non hanno comportato alterazioni del sistema tali da causare una compromissione delle sue componenti. Infine la forte abbondanza, cui è corrisposto il valore massimo, rilevata nella prima campagna di giugno è rimasta localizzata alla sola stazione 10640 e limitato, oltre che in senso spaziale, anche nel tempo.

#### ***Maggio***

Nella campagna effettuata nel mese di maggio (15-16-17) generalmente i parametri fisico-chimici rilevati attraverso sonda multiparametrica sulla colonna d'acqua si sono presentati nella norma. Ha fatto eccezione il transetto 601 (Po di Pila) in cui si sono rilevati valori di ossigeno disciolto molto elevati (valore massimo 177% alla stazione 36010) e colorazione dell'acqua decisamente verde. Sono stati prelevati dei campioni *ad hoc* che hanno confermato la presenza di una fioritura algale tipica di questo periodo, mentre non è stata rilevata la presenza di alghe tossiche. In particolare i tre campioni raccolti nei pressi della foce del Po il 16 maggio 2006 e analizzati presso i laboratori di CNR-ISMAR-Venezia, sono risultati caratterizzati da abbondanze tali (dai 14 ai 28 milioni di cellule per litro) da giustificare il colore verde dell'acqua. La composizione specifica è caratterizzata dalla preponderanza di Diatomee (percentuali variabili tra il 95% ed il 98%) tra le quali contribuisce maggiormente *Chaetoceros cfr. compressus* (tra il 60% ed l'89%) e

secondariamente *Pseudonitzschia delicatissima complex* e *Cyclotella* spp.. La loro crescita stagionale è in accordo con quanto già descritto in letteratura.

### Luglio

Nella prima campagna del mese (11-12-13) i parametri chimico-fisici dell'acqua si sono presentati nella norma, ad eccezione dell'ossigeno disciolto che si è rivelato con percentuali superiori alla saturazione. In particolare nel transetto in località di Isola Verde (064) l'ossigeno ha raggiunto il 183 % e la clorofilla *a* rilevata con il fluorimetro associato alla sonda multiparametrica ha superato i 9 µg/l, indicando la presenza di una maggiore attività fotosintetica negli strati superficiali. Non sono state registrate al fondo situazioni di ipossia o anossia.

La colorazione dell'acqua è apparsa normale su quasi tutto il tratto di costa monitorato ad eccezione appunto del transetto 064 in cui è risultata verde – marrone. In tale area sono stati prelevati campioni ad hoc. L'analisi degli stessi, effettuata dal CNR-ISMAR di Venezia, ha dato come riscontro una elevata abbondanza di fitoplancton (oltre 60 milioni di cellule/l) con presenza preponderante di Diatomee, in particolare dovuta a *Chaetoceros* sp. (27 milioni), *Chaetoceros curvisetum* (10 milioni) e *socialis* (6 milioni) e a *Skeletonema marinoi* (17 milioni).

Nella seconda quindicina del mese di luglio nel corso della campagna effettuata nei giorni 24-25-27 i parametri chimico-fisici sono risultati nella norma, con eccezioni nelle acque antistanti Isola Verde (transetto 064) e Rosolina - Porto Caleri (transetto 072) ove sono stati rilevati valori di ossigeno disciolto e di clorofilla “*a*” leggermente più elevati rispetto alle restanti zone, ma senza raggiungere valori tali da far supporre una fioritura.



## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attività svolta nell'ambito delle attività istituzionali sulle acque marino-costiere, relativamente alle campagne di campionamento nell'anno 2006, 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 meteoclimatiche ed idrodinamiche nonché gli apporti continentali hanno esercitato come sempre una forte azione sulla trasparenza. Il gradiente positivo che si delinea con l'allontanamento dalla costa (Fig. 3), particolarmente forte oltre i 1000 m, rimane sempre ben evidente riducendosi laddove l'influenza fluviale si estende verso il largo (ad esempio al transetto 072)
- gli apporti fluviali più cospicui nei mesi di maggio e settembre hanno condizionato l'andamento dei valori di salinità in superficie, soprattutto nella zona a sud di Chioggia e in particolare nell'area antistante le foci di Brenta-Bacchiglione e di Adige (transetto 064) caratterizzata da valori di bassa salinità (Figg. 6 e 7); 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 sempre al di sopra del livello di saturazione in tutte le aree indagate, aumentando gradatamente e raggiungendo in alcune occasioni condizioni di intensa soprassaturazione ai transetti 072 (Albarella) e 601 (Po di Pila), caratterizzati anche da elevati valori di concentrazione idrogenionica, di nutrienti disciolti e valori di salinità bassi
- i valori medi di temperatura in particolare nel mese di luglio e da settembre in poi sono risultati generalmente superiori alle medie registrate negli anni precedenti
- come nel precedente anno, si è evidenziata una ridotta variabilità per i principali parametri chimico-fisici (pH, ossigeno disciolto, salinità) sia in superficie che lungo la colonna d'acqua
- 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 (Figg. 13, 15, 21 e

23). Inoltre, nel 2005 si è verificata, per quanto riguarda i casi di campioni con concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità, una situazione differente per i diversi nutrienti rispetto all'anno precedente in cui era drasticamente ridotta la percentuale per tutti i parametri chimici analizzati, e anche nel 2006 si ripresenta una situazione differente a seconda del parametro considerato: ad esempio per l'azoto ammoniacale si è passati dal 19.0% nel 2004 al 36.6% nel 2005 al 15.1% nel 2006 (valori medi annui rispettivamente pari a 22.3 µg/l, 16.57 µg/l e 22.99 µg/l), per il fosforo da ortofosfati si è scesi dal 33.9% (2004) al 15.1% nel 2005 risalendo al 23.0% nel 2006 (valori medi annui rispettivamente 4.30 µg/l, 4.38 µg/l e 4.57 µg/l)

- come per i nutrienti, anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra abbondanze maggiori nei transetti localizzati a sud della foce dell'Adige, con valori più elevati, sempre legati alla presenza di Diatomee, nei mesi tardo-primaverili ed estivi e minimi nel periodo invernale; occasionalmente si è assistito a colorazioni anomale dell'acqua e, confermato dall'analisi dei campioni prelevati *ad hoc*, a fioriture limitate nello spazio e nel tempo
- la ricerca delle specie potenzialmente tossiche ha evidenziato un solo caso di superamento dei 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), precisamente nella prima campagna di agosto alla stazione 10640, condizionata dagli apporti di Brenta-Bacchiglione e Adige, ove è stata registrata una concentrazione pari a 1200 cellule/l; invece non si è verificato alcun superamento per quanto riguarda il limite di  $10 \cdot 10^6$  cell/l per *Alexandrium* spp. indicato dalla Circolare M.S. del 31.7.1998 (balneazione)
- infine sono state ridotte nel periodo estivo situazioni di anomalia dell'ecosistema indagato, con evidenza di fioriture algali solo occasionali e comparsa di mucillagini in forma leggera nel mese di novembre, caratterizzato da temperature al di sopra della norma e da condizioni meteomarine favorevoli alla loro formazione: la situazione è comunque risultata priva di conseguenze sugli ecosistemi delle aree interessate.

In linea generale, come evidente da anni di indagine, nelle acque della fascia costiera i cicli stagionali delle diverse variabili ecologiche si differenziano notevolmente rispetto a quelli delle acque di mare aperto. Ciò è riconducibile alla presenza di cospicui apporti di acque interne ricche di macronutrienti ma anche 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.

L'insieme delle informazioni raccolte nel 2006, assieme a quanto osservato in anni di studi, riconferma ancora una volta l'evidenza dell'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 biologiche prima poco studiate quali le componenti zooplanctoniche e bentoniche, le aree di pregio ambientale, in particolare quelle 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.

## BIBLIOGRAFIA

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

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, ARPAV-ATS, 2003. *Progetto Mar-Co2. Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto (DLgs 152/99 e s.m.i.). Analisi conclusiva dei dati osservati nel periodo Novembre 2002-Ottobre 2003*. A cura di Vazzoler M., Ancona S., Zogno A.R. e Iacovone V.

Regione del Veneto - ARPAV, 2005. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2004. Analisi dei dati osservati nell'anno 2004*. A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., Aimo E., Ancona S., Berti L., Bon D., Fassina D., Iacovone V., Rizzardi S., Rossi S., Sanavio G., Vanin S.

Regione del Veneto - ARPAV, 2006. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2005. Analisi dei dati osservati nell'anno 2005*. A cura di Vazzoler M., Ancona S., Berti L., Bon D., Boscolo F., Fassina D., Iacovone V., Rizzardi S., Rossi S., Zogno A.R.

Regione del Veneto - ARPAV, 2006. *Convenzione tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Regione del Veneto. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero prospiciente la Regione del Veneto. Triennio 2001-2003. – Il litorale veneto. Territorio pressioni e stato delle acque costiere (Gennaio 2005-Marzo 2006)*. A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., Ancona S., Berti L., Bon D., Boscolo F., Fassina D., Guardati L., Iacovone V., Rizzardi S., Rossi S., Bartenor A., Puato B., Porporino L.

Regione del Veneto, ARPAV-ATS Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto, 2005. *Rapporto 2004. Qualità delle acque di balneazione nella regione Veneto*. A cura di Vazzoler M., Berti L., Ancona S., Bon D., Fassina D., Iacovone V., Rizzardi S., Rossi S., Vanin S., Zogno A.R.

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.