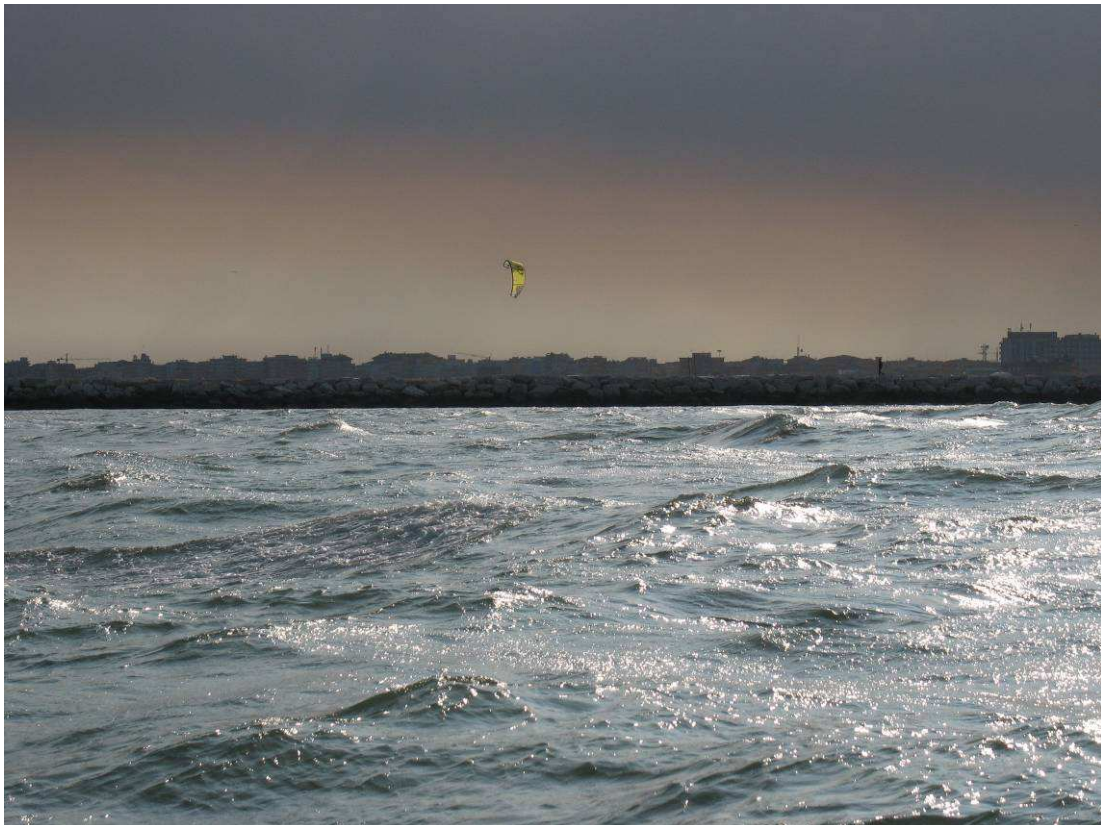




Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

**“MONITORAGGIO INTEGRATO DELL’AMBIENTE MARINO-COSTIERO  
NELLA REGIONE VENETO”  
GENNAIO - DICEMBRE 2010**

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2010



**Area Tecnico Scientifica**

Settore Acque / Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto  
Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori – Servizio Laboratori di Rovigo e di Venezia  
Dipartimenti ARPAV Provinciali di Rovigo e di Venezia

Padova, luglio 2012

## **ARPAV**

*Direttore Generale ARPAV  
Carlo Emanuele Pepe*

*Dirigente Settore Acque / Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto  
Marina Vazzoler*

A cura di:

*Settore Acque / Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto  
Marina Vazzoler, Anna Rita Zogno, Maria Lavinia D'Amico, Sara Ancona, Jvan Barbaro, Luigi Berti, Daniele Bon, Alessandro Buosi, Daniel Fassina, Alessandra Girolimetto, Roberta Guzzinati, Valeria Iacovone, Angiola Lonigo, Silvia Rizzardi*

Hanno collaborato:

*Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori – Servizio Laboratori di Rovigo e Servizio Laboratori di Venezia*

Esecuzione prelievi:

*Settore Acque / Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto*

Esecuzioni analisi e gestione dati LIMS:

*Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori – Servizio Laboratori di Rovigo e Servizio Laboratori di Venezia  
Dipartimento ARPAV Provinciale di Rovigo  
Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia*

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
1.1	LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI	5
1.2	LE ATTIVITA' SU PROGETTO	6
<b>2</b>	<b>TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO</b>	<b>10</b>
3.1	LA RETE DI STAZIONI	11
3.2	GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)	12
3.2.1	CAMPIONAMENTO	13
3.2.2	ANALISI	13
3.3	GESTIONE DEI DATI	13
<b>4</b>	<b>PARAMETRI INDAGATI</b>	<b>14</b>
4.1	DESCRIZIONE	14
4.2	METODI	16
<b>5</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI</b>	<b>16</b>
5.1	MATRICE ACQUA	17
5.1.1	TRASPARENZA	17
5.1.2	TEMPERATURA	19
5.1.3	SALINITA'	21
5.1.4	CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA	23
5.1.5	OSSIGENO DISCIOLTO	25
5.1.6	AZOTO AMMONIACALE	27
5.1.7	AZOTO NITRICO	29
5.1.8	AZOTO NITROSO	31
5.1.9	AZOTO TOTALE	33
5.1.10	FOSFORO DA ORTOFOSFATI	35
5.1.11	FOSFORO TOTALE	37
5.1.12	CLOROFILLA <i>a</i>	39
5.1.13	INDICE TROFICO TRIX	41
5.1.14	FITOPLANCTON	45
5.1.15	RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE	51
5.2	MATRICE BIOTA	53
5.2.1	ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI	53
5.2.2	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI	53
5.3	MATRICE SEDIMENTO	54
5.4	MATRICE BENTHOS	55
5.4.1	LE INDAGINI	56
5.4.2	I RISULTATI	57
<b>6</b>	<b>DISCUSSIONE</b>	<b>68</b>
<b>7</b>	<b>RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2010</b>	<b>74</b>
7.1	RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI	74
7.2	SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE	74
7.3	FIORITURE ALGALI	74
7.4	FENOMENI IPOSSICI	74
7.5	AVVISTAMENTO CETACEI	74
7.6	EMERGENZA AMBIENTALE DERIVANTE DALLO SVERSAMENTO DI IDROCARBURI DA RAFFINERIA NEI FIUMI LAMBRO E PO	74
<b>8</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>75</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>77</b>



## **1 PREMESSA**

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

Con la Legge n. 979 del 31 dicembre 1982 “Disposizioni per la difesa del mare” viene definito, d’intesa con le Regioni, il Piano generale di difesa del mare e delle coste marine. La L. 979/82 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”; tale legge 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 un’interpretazione corretta e integrata dell’evolversi di tali fenomeni, allo scopo di individuare e mettere in atto opportune azioni di recupero.

La Regione del Veneto, a tale scopo, ha pertanto attivato una serie di specifici controlli, affidandoli dal 1999 all’Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), istituita con Legge Regionale n. 32/1996. ARPAV, che agisce sulla base delle indicazioni e delle priorità indicate dagli organismi regionali, ha attivato all’interno dell’Area Tecnico Scientifica uno specifico servizio permanente di coordinamento tecnico operativo ad elevata specializzazione denominato “Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto” (di seguito OAA), 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); le funzioni dell’Osservatorio sono state assunte dal Servizio Acque Marino Costiere nel 2006; il Servizio nel 2010 è confluito nel Settore Acque mantenendo le funzioni di Osservatorio Alto Adriatico. Il Settore Acque 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; è operativo nella gestione dei fenomeni anomali e delle emergenze ambientali. ARPAV infine ha assunto funzioni tecnico consultive e di coordinamento nell’ambito delle attività di ripascimento della fascia costiera del Veneto (DMA 24/01/1996).

Tra le varie azioni messe in atto da ARPAV al fine di offrire un’informazione completa ed in tempo reale sulla situazione ambientale del bacino, è attiva la Rete Regionale di Boe Meteo Marine, che consente l’acquisizione di informazioni sullo stato del mare, rese poi disponibili all’utenza nel sito di ARPAV.

Parallelamente alle attività attuate ai sensi della normativa vigente (ex D.Lgs 152/99 e D.Lgs. 152/2006, etc.) viene realizzato, da anni, il “Programma di monitoraggio per il controllo dell’ambiente marino-costiero” coordinato e finanziato dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in attuazione a quanto indicato dalla Legge 979/1982 sopra citata. La realizzazione del Programma, che prevede indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota e benthos), avviene secondo precisi protocolli operativi, attraverso l’esecuzione di campagne di campionamento e misura secondo un calendario indicato nella Convenzione stipulata tra Ministero Ambiente e Regioni. In un’ottica di un’efficace razionalizzazione delle risorse sia in termini di tempo che di personale, le attività di campionamento e di analisi vengono effettuate unitamente alle attività legate al monitoraggio istituzionale ai sensi della normativa vigente: la Rete Nazionale, attiva nell’ambito della Convenzione e costituita da cinque aree di indagine, coincide parzialmente con la Rete Regionale, formata da otto aree di indagine dislocate lungo la costa veneta.

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

L'attuale Settore Acque come Osservatorio Alto Adriatico (OAA) di ARPAV ha continuato negli anni a svolgere le previste attività di coordinamento, assumendo anche la responsabilità scientifica di numerose linee progettuali tuttora in corso, con un impegno sistematico alla razionalizzazione e all'ottimizzazione nell'impiego delle risorse umane e strumentali.

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 delle informazioni 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 perché il mare non ha confini.

Progetti conclusi:

- Progetto a regia regionale INT3 AAVEN111034 (nell'ambito del Programma di iniziativa comunitaria Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia), costituito da quattro linee progettuali 1) "INT01-OAA" – Coordinamento, organizzazione e gestione delle attività sul mare nella Regione Veneto. Istituzione dell'Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto; 2) "INT02-OBAS" - Oceanografia Biologica dell'Adriatico Settentrionale; 3) "INT03-InterrMar-Co" - Evoluzione dell'ecosistema marino costiero per lo sviluppo di un sistema integrato di monitoraggio; 4) "INT04-Tegnùe" - Le aree di pregio ambientale mirate alla gestione e valorizzazione della risorsa marina
- VI Piano nazionale triennale della Pesca e dell'Acquacoltura (collegato ad INT04).
- Progetto "Oasi marina di ripopolamento" nell'ambito del Programma Leader Plus "Piano di sviluppo locale dal Sile al Tagliamento" (collegato ad INT04)
- Progetto AdriaMet, in collaborazione con il Centro Meteorologico di Teolo
- Progetto BIOPRO. Studio campione sull'inquinamento biologico proveniente dagli impianti di trattamento dei reflui in provincia di Venezia. Verifica sui sistemi di abbattimento
- Progetto "NAB – Nuove Attività sul tema Balneazione", in risposta alla adozione della Direttiva 2006/7/CE sulle acque di balneazione
- 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"
- Intervento 72 – Campo Sperimentale a mare; Intervento 72-2; Intervento 72-3 (come prosecuzione ed integrazione alle attività svolte negli anni precedenti)
- Progetto "ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico"

Tra le linee progettuali in atto, di cui il Settore Acque - OAA coordina l'attivazione e l'esecuzione, le principale sono rappresentate da:

- Progetto "ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico" (fase di esercizio)
- Progetto "Analisi dell'idoneità dei sedimenti presenti lungo il litorale veneto per attività di ripascimento delle spiagge emerse e sommerse", in collaborazione con ISPRA
- Progetto "Ostreopsis" per la ricerca di microalghe potenzialmente tossiche in prossimità dei litorali (I fase e II fase)

## 2 TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO

Con il documento “Integrazione della tipizzazione delle acque marine e di transizione della Regione del Veneto e individuazione dei corpi idrici, ai sensi del Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 131 del 16 giugno 2008 recante modifiche al Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (allegati 1 e 3 della parte terza), di attuazione della Direttiva 2000/60/CE.” sono state trasmesse alla Regione la tipizzazione delle acque marino costiere e la individuazione dei corpi idrici. In sintesi per la tipizzazione della fascia costiera il calcolo del coefficiente di stabilità della colonna d’acqua (D.M. 131/2008) evidenzia come questa zona presenti valori superiori a 0.3, corrispondenti a condizioni di alta stabilità. Pertanto **le acque della fascia costiera del Veneto**, appartenente alla **Ecoregione Mediterranea**, rientrano, in base ai differenti descrittori, nelle classi:

- Descrittori geomorfologici: **classe (E) Pianura alluvionale**
- Descrittori idrologici: **classe (1) alta stabilità.**

Più precisamente esse appartengono al **tipo E1**, in base alla codifica di tabella 3.2 dell’allegato 1 al Decreto Ministeriale n. 131/2008.

Successivamente si è passati ad analizzare **le acque marine**, cioè le acque al di là del limite delle acque costiere come definite al punto c, comma 1 dell’articolo 74 del D.Lgs. 152/2006 - “acque costiere: le acque superficiali situate all’interno rispetto a una retta immaginaria distante, in ogni suo punto, un miglio nautico sul lato esterno dal punto più vicino della linea di base che serve da riferimento per definire il limite delle acque territoriali e che si estendono eventualmente fino al limite esterno delle acque di transizione”. La linea di base (D.P.R. n. 816 del 26 aprile 1977) nel caso del golfo di Venezia va da Faro di Punta Piave Vecchia a Punta della Maestra, nel resto della costa invece coincide con la linea di costa, pertanto l’ambito rappresentato dalla retta immaginaria di cui all’art. 74 del D.Lgs. 152/2006 si sovrappone a quello delle acque costiere. Nei corpi idrici identificati per le acque territoriali è previsto il controllo solo per lo stato chimico, ai sensi del D.M. n. 56 del 14 aprile 2009. Il coefficiente di stabilità, calcolato utilizzando i dati del Programma Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia 2000-2006, progetto di ricerca INT02 “OBAS”, è risultato inferiore rispetto alle zone costiere.

Le **acque marine** individuate oltre la fascia costiera nella zona del golfo di Venezia fino a un miglio dalla linea di base rientrano, in base ai differenti descrittori, nelle classi:

- Descrittori geomorfologici: **classe (E) Pianura alluvionale**
- Descrittori idrologici: **classe (2) media stabilità.**

Più precisamente esse **appartengono al tipo E2**, in base alla codifica di tabella 3.2 dell’allegato 1 al Decreto Ministeriale n. 131/2008.

Il passaggio successivo (individuazione dei corpi idrici) tiene conto della conoscenza delle pressioni esistenti, dell’analisi dello storico e della assoggettazione delle acque a determinati vincoli. L’analisi delle differenti fonti di pressione presenti nel territorio regionale è fondamentale per stimare la vulnerabilità delle acque costiere e di transizione nei confronti sia degli inquinanti (nutrienti, fitofarmaci, composti organici, sostanze pericolose), sia delle alterazioni morfologiche più significative; una analisi preliminare è stata condotta sia avvalendosi di informazioni già pubblicate (Piano di Tutela delle Acque) sia tramite il reperimento di nuove informazioni presso enti quali le Autorità di Bacino, i Consorzi di Bonifica ed i Geni Civili. Per quanto concerne le aree protette, esse sono identificate in base a specifiche discipline (Allegato IX alla Parte III del D.Lgs. 152/2006). Le acque che ricadono all’interno di un’area protetta sono soggette a obiettivi aggiuntivi; pertanto nel considerare i confini dei corpi idrici devono essere considerati anche i limiti delle aree protette. La Regione del Veneto con D.G.R. n. 234 del 10/02/2009 individua all’allegato A l’elenco delle aree protette che comprende le seguenti tipologie: siti della Rete Natura 2000, acque a specifica destinazione funzionale che comprendono le acque destinate alla vita dei molluschi e zone di produzione di molluschi bivalvi, zone di tutela biologica.

Infine l'analisi dei dati storici, sia relativi ai macrodescrittori all'Indice trofico TRIX, che a quelli biologici, ha permesso di individuare quattro macroaree lungo la fascia costiera: tratto costiero a nord della laguna di Venezia, tratto antistante la laguna di Venezia, tratto compreso tra Chioggia e la foce del Po di Maistra e tratto costiero antistante il delta del fiume Po. Per quanto attiene le acque territoriali, cioè le acque al di là del limite delle acque marine costiere, non sono disponibili informazioni legate alla classificazione, pertanto per la individuazione di uno o più corpi idrici ci si è basati sui dati del Progetto "OBAS" e sul tipo di pressioni presenti, oltre che a differenze del coefficiente di stabilità, degli apporti di acque dolci e conseguenti valori di salinità e tenore di nutrienti.

In conclusione si conferma per la fascia costiera entro le due miglia la suddivisione in quattro corpi idrici e per le acque marine oltre le due miglia di fronte al golfo di Venezia la suddivisione in due corpi (figura 1).

Come previsto all'Allegato 3, punto 1.1, sezione C della Parte III del D.Lgs. 152/2006, si deve valutare la capacità di conseguire e/o mantenere gli obiettivi di qualità ambientale per ciascuno dei corpi idrici individuati, che quindi devono essere assegnati ad una delle categorie di rischio di cui alla tabella 3.1 dell'allegato 1, punto A.3, al D.M. n. 56 del 14/04/2009. In relazione alle acque marine costiere e territoriali della Regione Veneto l'attribuzione della categoria di rischio ai corpi idrici individuati è stata effettuata sulla base della normativa vigente e delle informazioni disponibili sulle fonti di pressione e sullo stato di qualità.

Il D.M. n. 131 del 16 giugno 2008 all'allegato 1, sezione C, punto C2 indica:

"In attesa dell'attuazione definitiva di tutte le fasi che concorrono alla classificazione dei corpi idrici, inoltre le Regioni identificano come corpi idrici a rischio ..... le aree sensibili ai sensi dell'articolo 91 del Decreto Legislativo 152/2006 e secondo i criteri dell'allegato VI del medesimo Decreto".

L'articolo 91 del D.Lgs. 152/2006 segnala come aree sensibili, tra le altre, le seguenti:

"(...)

c) le zone umide individuate ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;

d) le aree costiere dell'Adriatico Nord-Occidentale dalla foce dell'Adige al confine meridionale del Comune di Pesaro e i corsi d'acqua ad essi afferenti per un tratto di 10 chilometri dalla linea di costa;

(...)

i) le acque costiere dell'Adriatico settentrionale.".

Pertanto, in prima istanza si definiscono a rischio di non raggiungere lo stato di qualità "buono" entro il 2015 tutti i corpi idrici individuati per le acque marine e costiere e il monitoraggio che dovrà essere effettuato su essi, sia per le acque costiere che marine, è quello di tipo OPERATIVO, come indicato al punto A.3.1.3. dell'Allegato 1 al D.M. 56/2009. La scelta degli Elementi di Qualità Biologica, basata sull'analisi delle pressioni legate ad attività già in essere e ad altre previste, come indicato al punto A.3.3.4 dell'allegato 1 al D.M. 56/2009 alla tabella 3.5, ha portato a identificare quali EQB per la classificazione ecologica fitoplancton e macroinvertebrati bentonici.



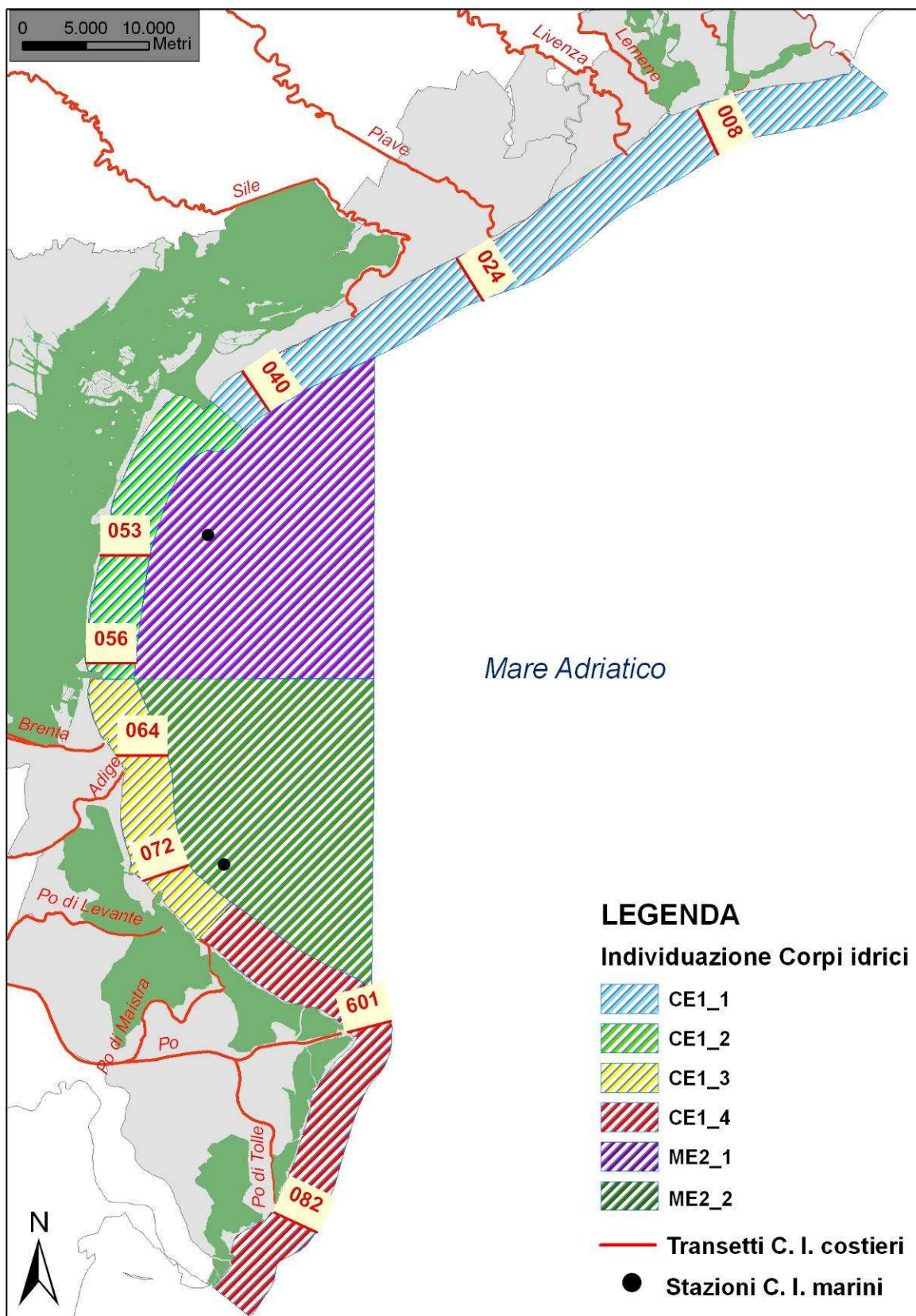


Figura 1: Individuazione dei corpi idrici delle acque marino costiere (ARPAV, 2009) e localizzazione dei transetti nel 2011.

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

Nell'anno 2011 il Settore Acque di ARPAV ha proseguito le attività di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero sulla Rete Regionale della Regione Veneto con i seguenti obiettivi:

1. attuazione del Programma di sorveglianza algale sulle acque di balneazione (D.Lgs. 30 maggio 2008, n.116; D.M. Salute n. 97 del 30/03/2010)
2. prosecuzione delle attività previste dal D.Lgs. 152/2006, dal D.M. 56/2009 sulle sostanze pericolose, dal D.M. 260/2010 ai fini della classificazione ecologico-ambientale delle acque marine del Veneto
3. attuazione del Programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/2006 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
4. 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
5. ottimizzazione e razionalizzazione delle attività istituzionali e di ricerca svolte sul tema
6. attuazione di iniziative di ricerca scientifica e sviluppo, in recepimento della Direttiva Europea 56/2008, recepita con Decreto legislativo 13 ottobre 2010, n. 190 (Attuazione della Direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino).

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale prevede indagini sulle matrici acqua, biota, benthos e sedimenti, da effettuarsi secondo specifici protocolli operativi. Le campagne di campionamento e rilevazione sono state eseguite con cadenza mensile (Tab. 1).

<b>CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI E ANALISI IN CAMPO anno 2010</b>		
<b>Campagna</b>	<b>Date di campionamento</b>	<b>Transetti campionati</b>
Campagna 01	12, 13, 14, 18, 20 gennaio	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 02	1, 2, 3, 4, 9, 15 febbraio	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 03	12, 15, 16, 17, 22 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 04	7, 8, 13, 14, 15, 16 aprile	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 05	10, 11, 12, 13, 14 maggio	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 06A	1, 3, 4, 7 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 06B	16, 17, 22, 23 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 07A	5, 6, 8, 9 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 07B	19, 20, 21, 22 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 08A	2, 3, 5, 10 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 08B	16, 17, 18, 19 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 09A	1, 2, 3, 9 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 09B	20, 22, 23, 24 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 10	4, 6, 12, 13, 19 ottobre	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 11	15, 17, 18, 22 novembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082
Campagna 12	Non campionato	

**Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2010 sulla Rete Regionale del Veneto.**

### 3.1 LA RETE DI STAZIONI

Sulla base dell'analisi delle serie storiche di dati, delle pressioni esistenti e in linea con gli indirizzi della normativa attuale, è stata individuata una rete più estesa composta da 9 transetti (direttrici perpendicolari alla linea di costa) distribuiti nei quattro corpi idrici costieri (Fig. 1 e Tabb. 2 e 3); è stato infatti introdotto un transetto (cod. 082) nella zona a sud della foce del Po di Pila, ad integrazione della rete di monitoraggio attiva da gennaio 2004. In ciascuno dei due corpi idrici al largo sono individuate una stazione per la matrice acque e due, in corrispondenza, per la matrice sedimento e benthos.

La **Rete Regionale di Monitoraggio delle acque marine e costiere**, così individuata ai sensi della Direttiva 2000/60/CE e del D.Lgs. 152/2006, è costituita dunque da 9 transetti dislocati lungo la costa, e da altre sei stazioni nei corpi idrici al largo, per un totale di 69 stazioni (Tab. 2).

Ciascun transetto costiero prevede:

- 3 stazioni per il controllo su matrice acqua e rilevamenti meteo-marini a 500, 926 a 3704 metri dalla linea di costa; solo nella prima stazione (500m) si effettuano campionamenti per l'analisi quali-quantitativa di fitoplancton e per il rilevamento delle sostanze dell'elenco di priorità del D.M. 56/2009 (Tabb. 1/A e 1/B);
- 1 stazione per il campionamento di mitili da banchi naturali (solo in alcune aree);
- 1 stazione per la matrice sedimento;
- 2 stazioni per lo studio di biocenosi di fondo di cui una in prossimità della costa e una al largo posta in corrispondenza della stazione di sedimento;
- 1 stazione per il controllo sulla presenza di *Ostreopsis* o altre microalghe potenzialmente nocive per la salute dei bagnanti (solo nelle aree di maggiore afflusso e/o più adatte alla possibile insorgenza di fenomeni di fioritura).

corpi idrici	localizzazione	estensione (area in km <sup>2</sup> )	transetti	codice transetto	num. stazioni				
					acqua	sedimento	mitili banchi naturali	benthos	microalghe
<b>costieri</b>									
CE1_1	Tra foce Tagliamento e porto di Lido	2 miglia nautiche dalla costa (229,09)	3	008	3	1		2	
				024	3	1	1	2	1
				040	3	1	1	2	1
CE1_2	Tra porto di Lido e porto di Chioggia	2 miglia nautiche dalla costa (98,33)	2	053	3	1		2	
				056	3	1		2	
CE1_3	Tra porto di Chioggia e foce del Po di Maistra	2 miglia nautiche dalla costa (85,93)	2	064	3	1	1	2	1
				072	3	1	1	2	1
CE1_4	Tra foce del Po di Maistra e confine regionale	2 miglia nautiche dalla costa (148,43)	2	601	3	1	1	2	
				082	3	1		2	
<b>marini</b>									
ME2_1	Al largo della zona compresa tra foce Sile e porto di Chioggia	Acque marine oltre le due miglia dalla costa e fino a un miglio oltre la linea di base (366,35)		053	1	1		1	
ME2_2	Al largo della zona compresa tra porto di Chioggia e foce del Po di Pila	Acque marine oltre le due miglia dalla costa e fino a un miglio oltre la linea di base (323,00)		072	1	1		1	

**Tabella 2 – Codifica, localizzazione ed estensione dei corpi idrici delle acque marine costiere e marine e transetti di competenza con relativo numero di stazioni per matrice.**

Transetto	Provincia	Comune	Descrizione località
008	VE	Caorle	dalla costa direzione spiaggia Brussa
024	VE	Jesolo	dalla costa direzione Jesolo lido
040	VE	Cavallino-Treporti	dalla costa direzione spiaggia Cavallino
053	VE	Venezia - Pellestrina	dalla costa direzione spiaggia San Pietro in Volta
056	VE	Venezia	dalla costa direzione spiaggia Ca' Roman Pellestrina
064	VE	Chioggia	dalla costa direzione Isola Verde
072	RO	Rosolina	dalla costa direzione Porto Caleri
601	RO	Porto Tolle	dalla costa direzione foce Po di Pila
082	RO	Porto Tolle	dalla costa direzione foce Po di Tolle

**Tabella 3 - Elenco transetti e localizzazione.**

Alle stazioni sopra elencate si aggiungono inoltre le stazioni in cui sono posizionate le boe/mede della **Rete Regionale di boe meteomarine**, utilizzate per la rilevazione di dati meteorologici e idrologici sul bacino in funzione della definizione degli elementi di qualità idromorfologica.

I criteri di attribuzione del codice logico della stazione sono riportati in tabella 4.

CIFRA	CODIFICA	SPECIFICHE
1°	Distanza dalla costa (valido solo per le stazioni di campionamento su matrice acqua)	1: 500 m dalla costa 2: 926 m dalla costa 3: 3704 m dalla costa 4: C.I. al largo
2°-3°-4°	Codice transetto	008: Caorle 024: Jesolo 040: Cavallino Treporti 053: Venezia – S.Pietro in V. 056: Venezia - Ca' Roman 064: Chioggia - Isola Verde 072: Rosolina - Caleri 601: Porto Tolle - Po di Pila 082: Porto Tolle - Po di Tolle
5°	Matrice campione	0: acqua 1: biota (mitili banchi naturali) 2: sedimento 3: benthos 5: microalghe

**Tabella 4 - Criterio di attribuzione codice logico stazione.**

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

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale, con indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota, etc.), 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, se presenti, 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.

### 3.2.1 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, eventualmente, da quelli previsti dalle attività di progetto.

Ogni campagna ha la durata media di 2-3 gg., salvo condizioni meteo-marine avverse, eccetto le campagne in cui si effettuano i campionamenti per la matrice bentos per le quali si rende necessario eseguire i rilievi su un transetto al giorno per i tempi lunghi dei prelievi previsti; tendenzialmente ogni campagna mensile viene realizzata nei primi giorni del mese, le campagne quindicinali nella prima e nella terza settimana del mese. Sempre nel periodo estivo da luglio ad settembre verranno realizzate le campagne per la rilevazione della presenza di microalghe bentoniche; tali campagne prevedono il campionamento su substrati solidi in prossimità della linea di costa e pertanto sono condotte da terra. La realizzazione dei campionamenti e rilevamenti in mare è eseguita da tecnici specialisti del Settore Acque di ARPAV. Le attività generalmente prevedono il coinvolgimento di due risorse, durante le campagne che prevedono i prelievi di biota di sedimento e bentos 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*).

### 3.2.2 ANALISI

Le attività analitiche vengono eseguite presso i laboratori specialistici di Rovigo e Venezia del Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori. In dettaglio le analisi di tipo chimico e microbiologico su matrici acqua (nutrienti disciolti, N e P totali, sostanze prioritarie e prioritarie pericolose), sedimento (IPA, composti organoclorurati, composti organostannici, metalli, saggi biologici) e biota (IPA, PCB, Idrocarburi clorurati, metalli, Coliformi fecali) sono svolte presso il Laboratorio di Venezia, mentre le analisi biologiche (fitoplancton e fitoplancton potenzialmente tossico, bentos, etc.) presso 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*).

## 3.3 GESTIONE DEI DATI

I risultati analitici, validati dai Laboratori 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 dell'Unità Operativa, 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 (rilevazioni sul campo, dati boe, risultanze analitiche, etc.) confluiscono nel Sistema Dati Mare Veneto (SDMV) che ha lo scopo di raccogliere e organizzare tutte le informazioni relative al mare. Tra i requisiti chiave di SDMV vi è quello infatti di diventare uno strumento permanente di registrazione di dati relativi all'ambiente marino veneto. Le attività in relazione al SDMV prevedono pertanto l'aggiornamento della banca dati con dati SIRAV, BOE, CTD, rilievi sul campo, dati esterni, ripascimenti, tagnùe; l'aggiornamento e manutenzione del sistema in funzione di nuove stazioni, nuovi parametri, etc.; la produzione di report specifici in risposta alle nuove procedure di trasmissione dei dati individuate dalle normative di prossima emissione.

L'adempimento al D.Lgs. 152/2006 e ai decreti di modifica/attuazione allo stesso prevede inoltre una implementazione notevole delle attività inerenti la rappresentazione cartografica, in funzione della individuazione dei corpi idrici e dell'estensione delle aree di indagine, della rappresentazione delle reti di monitoraggio, della realizzazione di carte tematiche a rappresentazione dei dati rilevati sulle varie reti e infine della rappresentazione cartografica della classificazione ottenuta.

Ad oggi i dati relativi a ciascun anno di attività sono trasmessi al Sistema Informativo Nazionale per la Tutela delle Acque Italiane (SINTAI) di ISPRA attraverso il Sistema 152 il quadro legislativo di riferimento è rappresentato dall'ex D.Lgs 152/99 e dal D.Lgs 152/2006, che recepiscono anche le principali direttive comunitarie sulla tutela delle acque (2000/60/CE), sui reflui urbani (91/271/CE), sull'inquinamento da nitrati di origine agricola (91/676/CE), sulle sostanze pericolose (76/464/CEE), sulle acque potabili, le acque destinate alla vita dei pesci e dei molluschi, i siti balneabili. Il D.M. 198/2002 (tuttora in vigore per alcune schede), il D.M. 152/2003 (ora decaduto), il D.M. 17 luglio 2009 e infine il recente D.M. 260/2010 dispongono la standardizzazione delle informazioni ed i ruoli di responsabilità istituzionale nella raccolta, trasmissione, archiviazione e diffusione delle informazioni.

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

### 4.1 DESCRIZIONE

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

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

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

---

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



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.

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 sia 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 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. 5).

Indice di trofia	Stato trofico
2 - 4	Elevato
4 - 5	Buono
5 - 6	Mediocre
6 - 8	Scadente

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

<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).

*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.

*Benthos*: organismi marini animali (zoo benthos) e vegetali (fitobenthos) che vivono a stretto contatto con il fondale o ancorati a substrati duri. Le indagini condotte riguardano lo studio delle comunità zoo bentoniche di fondi sabbiosi e fangosi.

## 4.2 METODI

In ciascuna stazione sono state effettuate osservazioni meteomarine (temperatura aria, pressione barometrica, umidità relativa, direzione e velocità del vento, direzione e velocità della corrente, altezza onde, colorazione) e rilevazioni fisiche e chimiche sull'acqua (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH) 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 viene periodicamente 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 2007, Statistica 6.0 di Statsoft e Surfer 8 della Golden Software.

## 5 ANALISI DEI RISULTATI

Il periodo oggetto di questa indagine è l'anno 2010, che ha visto lo svolgimento di dodici campagne di monitoraggio, 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). In questa sezione si tratterà solo dei dati derivanti dalle indagini sui soli corpi idrici costieri, tralasciando i dati relativi ai c.i. marini, e analizzando i dati di tutte le stazioni anziché per singolo corpo idrico, al fine di fornire un inquadramento temporale e spaziale sull'intera fascia costiera.



## 5.1 MATRICE ACQUA

In questa sede vengono analizzati i dati rilevati su campioni di superficie della sola matrice acqua. In tabella 6 sono riportate alcune statistiche di base calcolate sull'insieme dei dati per i parametri analizzati nel periodo di indagine in tutte le stazioni (solo dati di superficie). 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.

	N Validi	Media	Mediana	Moda	Minimo	Massimo	Inferiore Quartile	Superiore Quartile	Quartile Intervallo	95° Percentile	Dev.Std.	Asimmetria	Curiosi
Temperatura (°C)	402	18.28	20.34	21.94	4.60	29.07	12.65	24.26	11.61	26.93	6.99	-0.4467	-1.1239
Salinità (PSU)	402	27.76	30.03	33.73	2.15	36.14	25.48	32.07	6.60	34.76	6.52	-1.4815	2.1039
Ossigeno disciolto (%)	402	98.47	96.53	94.90	66.98	155.38	92.30	101.67	9.37	118.70	10.46	1.7171	5.9350
Concentrazione idrogenionica (unità di pH)	402	8.23	8.23	8.20	7.80	8.56	8.18	8.29	0.11	8.39	0.10	-0.0414	2.1379
Clorofilla a da CTD (µg/l) *	375	1.02	0.67	0.60	<L.R.	6.60	0.53	1.00	0.47	3.22	1.01	2.8734	9.5112
Trasparenza (m)	401	2.64	2.50	2.00	0.00	12.50	1.50	3.00	1.50	5.50	1.61	1.7216	5.6729
Azoto ammoniacale (N-NH <sub>3</sub> µg/l)	297	15.62	<L.R.	<L.R.	<L.R.	171.39	<L.R.	18.90	15.03	53.19	19.83	3.0414	14.6696
Azoto nitroso (N-NO <sub>2</sub> µg/l)	297	7.20	5.49	<L.R.	<L.R.	39.39	2.44	10.35	7.91	18.88	5.87	1.5600	3.4424
Azoto nitrico (N-NO <sub>3</sub> µg/l)	297	338.53	132.67	<L.R.	<L.R.	2726.26	44.49	417.20	372.71	1392.40	469.58	2.2887	5.8349
Azoto totale (N µg/l)	297	753.48	506.40	Multiplo	91.60	4708.20	268.62	946.20	677.58	2126.61	693.13	2.0270	5.2912
Fosforo da ortofosfati (P-PO <sub>4</sub> µg/l)	297	9.42	5.00	4.00	<L.R.	58.00	4.00	10.00	6.00	33.00	10.35	2.5026	6.8360
Fosforo totale (P µg/l)	297	20.79	12.33	<L.R.	<L.R.	157.35	7.00	27.20	20.20	67.10	22.52	2.3400	7.4988
Silicio da ortosilicati (Si-SiO <sub>4</sub> µg/l)	72	1141.03	625.19	Multiplo	27.65	7509.68	288.53	1577.12	1288.59	3581.47	1328.88	2.4126	7.5704
Diatomee totali (cell/l)	99	3126637	1611436	146100	65417	42640851	418669	3521605	3102936	14003556	5389250	4.8967	30.8360
Dinoficee totali (cell/l)	99	135184	52334	32709	0	1351947	26167	126473	100306	512431	241208	3.6188	13.9264
Altro fitoplancton (cell/l)	99	1042429	673793	414307	139557	4938969	468819	1430446	961627	3035339	869447	2.1294	5.4794
Nanoflagellati indet. (cell/l)	73	1253015	994335	Multiplo	167903	4036217	527694	1742267	1214573	3214145	932529	1.0983	0.5662
Fitoplancton totale (cell/l)	99	5228190	3645896	Multiplo	501529	51777397	1478422	6519874	5041452	17252591	6578265	4.3521	26.1576
Clorofilla a da analisi (mg/m <sup>3</sup> )	99	3.37	2.20	1.30	0.90	30.80	1.40	4.00	2.60	11.50	3.85	4.4300	26.7438
TRIX da ctd	270	4.40	4.41	Multiplo	1.31	6.59	3.73	5.22	1.49	6.14	1.12	-0.3930	-0.1326

Tabella 6: Statistiche di base relative ai parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2010. **Legenda:** < L.R. = inferiore al limite di rilevabilità dello strumento; \* per la clorofilla rilevata con CTD (e conseguentemente il TRIX) sono stati esclusi dall'analisi i dati del mese di febbraio causa problemi tecnici allo strumento.

### 5.1.1 TRASPARENZA

I valori di trasparenza nel periodo indagato sono compresi tra un massimo di 12.5 metri, rilevato presso la stazione 30640 nella prima campagna di luglio, e un minimo pari a 0.0 metri rilevato alla stazione 10820 (a 500 m dalla foce del Po di Tolle) nella stessa campagna; nell'anno il valore medio è risultato pari a 2.64 m.

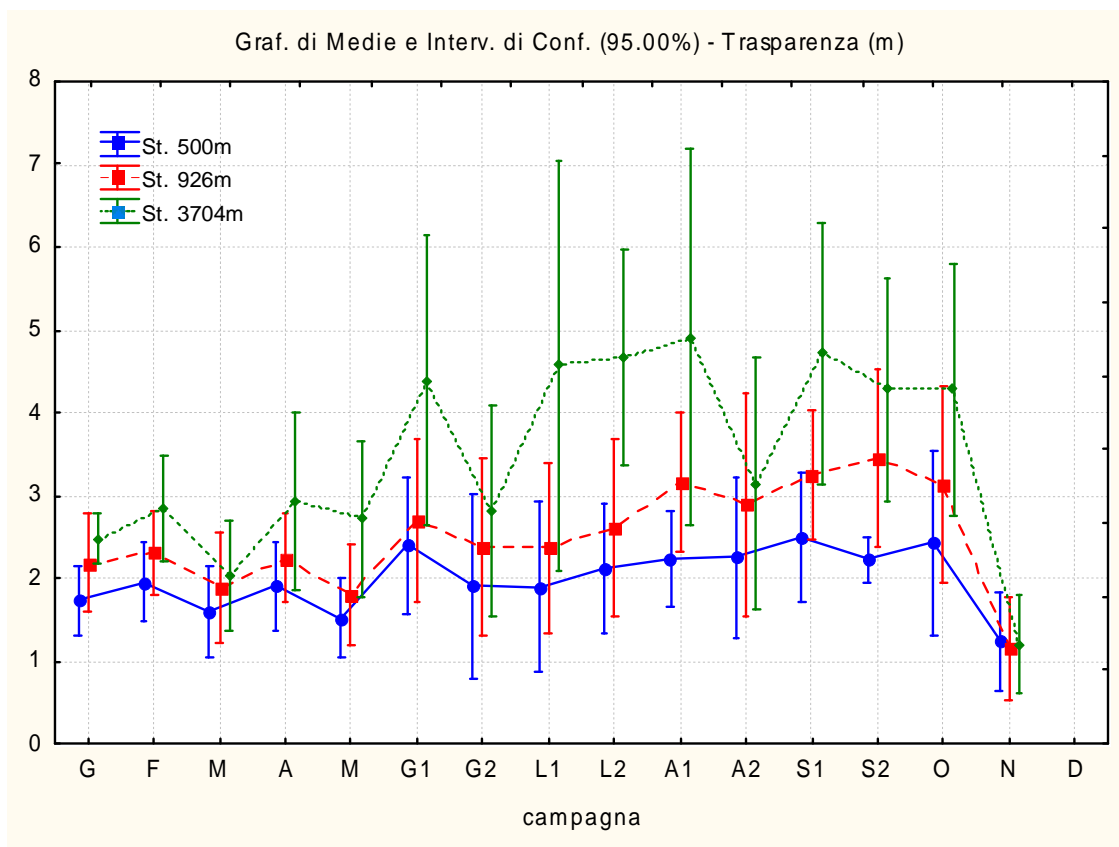
In figura 2 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa. Le stazioni poste a 500 m dalla linea di costa presentano bassi valori di batimetria (mediamente 3 m) in relazione alla struttura del fondo, che degrada lentamente con l'allontanamento 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.

Il contributo degli apporti fluviali è ben evidenziato dalla sovrapposizione dei valori medi calcolati alle diverse distanze dalla costa nei periodi caratterizzati da condizioni meteorologiche intense (elevata piovosità, apporti fluviali più intensi e mare mosso), condizioni verificatesi ad esempio a marzo ma, soprattutto, a novembre. Secondo quanto riportato nel "Rapporto sulla Risorsa Idrica in Veneto" e nel "Bollettino Risorsa Idrica" (a cura del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio di ARPAV), da domenica 31 ottobre a martedì 2 novembre il Veneto è stato interessato da piogge persistenti, a tratti anche a carattere di rovescio, in particolare sulle zone prealpine e pedemontane, dove sono stati superati diffusamente i 300 mm complessivi di pioggia, con punte massime locali anche superiori a 500 mm. L'evento è stato caratterizzato anche dalla persistenza di venti di scirocco sulla costa e in quota, situazione che ha determinato un sensibile innalzamento del

limite della neve con manifestazioni nevose che per la maggior parte dell'evento si sono verificate oltre i 2000 metri.

Le portate medie mensili sono risultate molto superiori alla media: quasi il doppio nelle sezioni montane del Piave e oltre quattro volte sull'Alto Bacchiglione, dove è stata abbondantemente superata anche la massima portata media mensile della serie storica; anche i corsi d'acqua di pianura sono stati interessati dal gravoso evento di piena dei primi giorni del mese e da deflussi sostenuti durante tutto il periodo, con conseguenti portate medie mensili nettamente superiori ai valori medi.

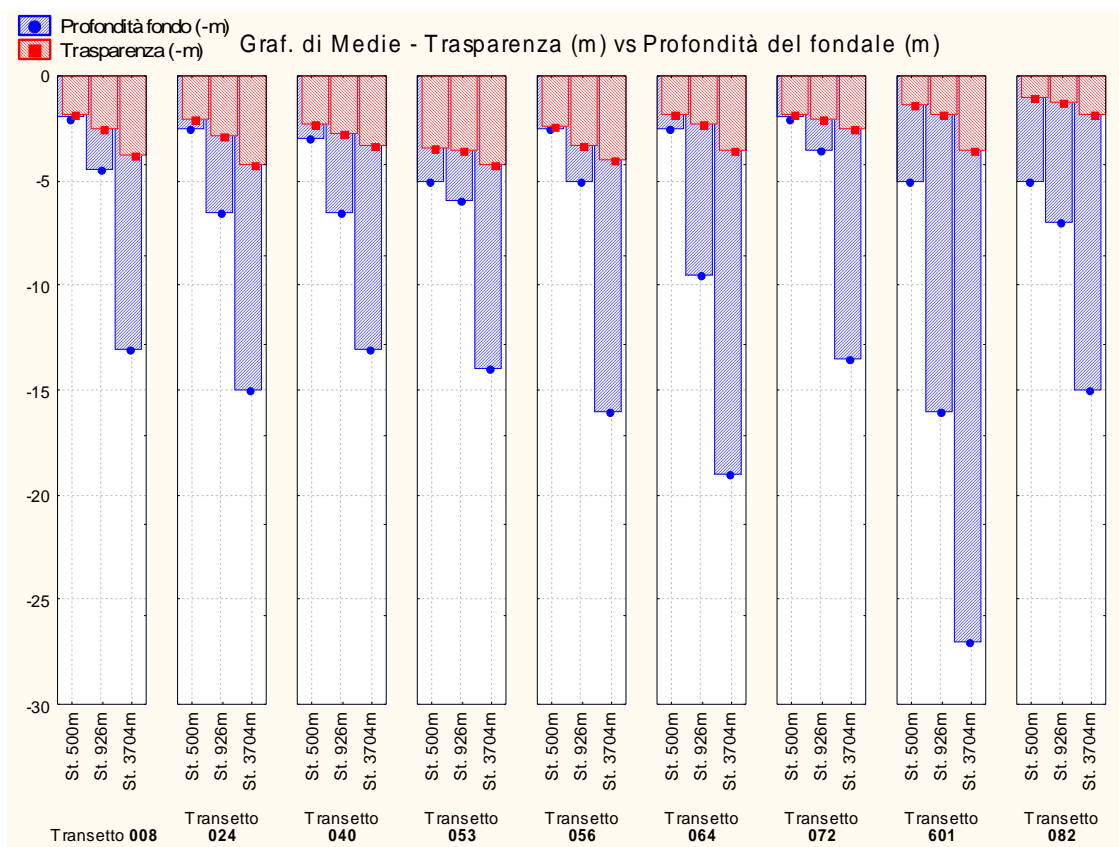
A seguito dell'evento, gran parte del territorio veneto è stato interessato da numerosi e rilevanti fenomeni di dissesto idrogeologico e da importanti situazioni di criticità lungo quasi tutti i principali corsi d'acqua con rotture degli argini o superamenti delle sommità a causa del livello di piena, filtrazioni e allagamenti di ampie parti del territorio regionale. Da un primo sommario confronto con i dati storici a disposizione l'evento si colloca tra i 2-3 eventi più intensi ed abbondanti, perlomeno degli ultimi 50 anni circa, che hanno colpito le zone prealpine e pedemontane del Veneto che, come noto, rappresentano anche le aree mediamente più piovose della regione, specie nella stagione autunnale.



**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 prospiciente il Po, nell'ambito della quale sia il transetto 601 (Po di Pila) che lo 082 (Po di Tolle) risentono fortemente dell'influenza delle acque del fiume, anche alle stazioni più esterne. 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: le stazioni qui presentano valori medi

anni di trasparenza molto simili alle varie distanze dalla costa (la profondità alla stazione sottocosta è pari a 5.0 m).

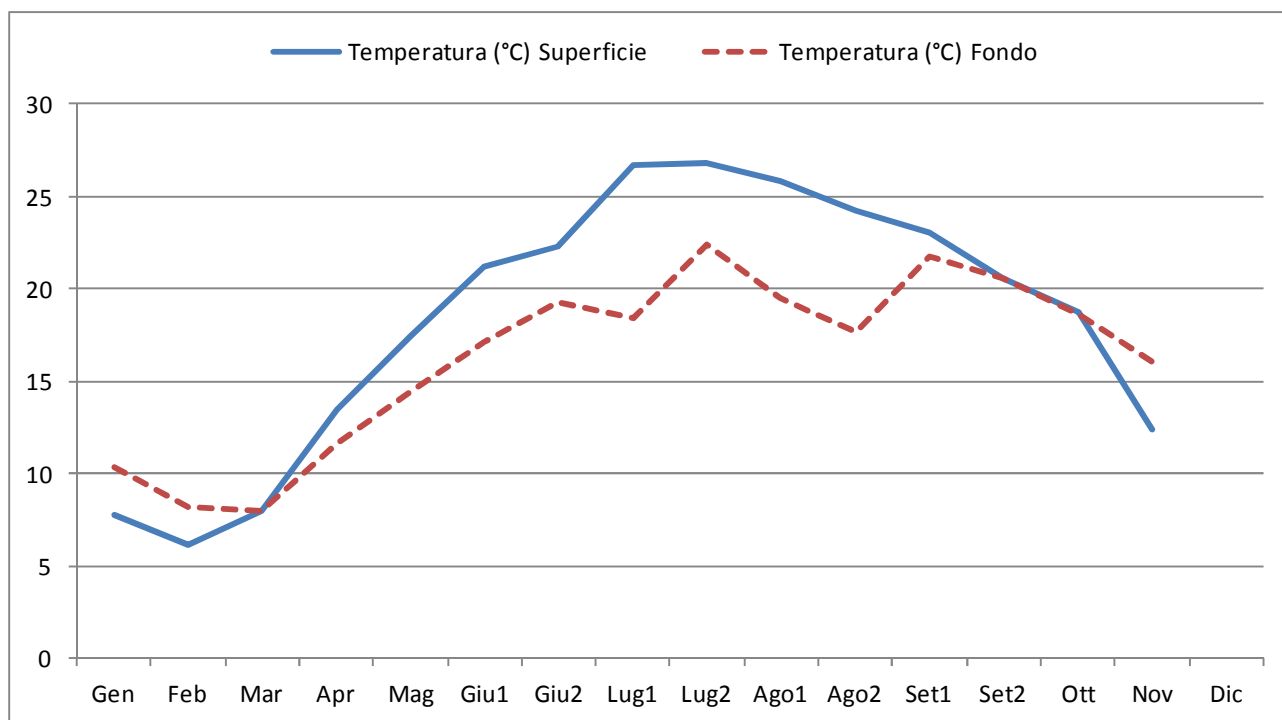


**Figura 3: Valori medi di trasparenza (m) per ciascun transecto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale.**

### 5.1.2 TEMPERATURA

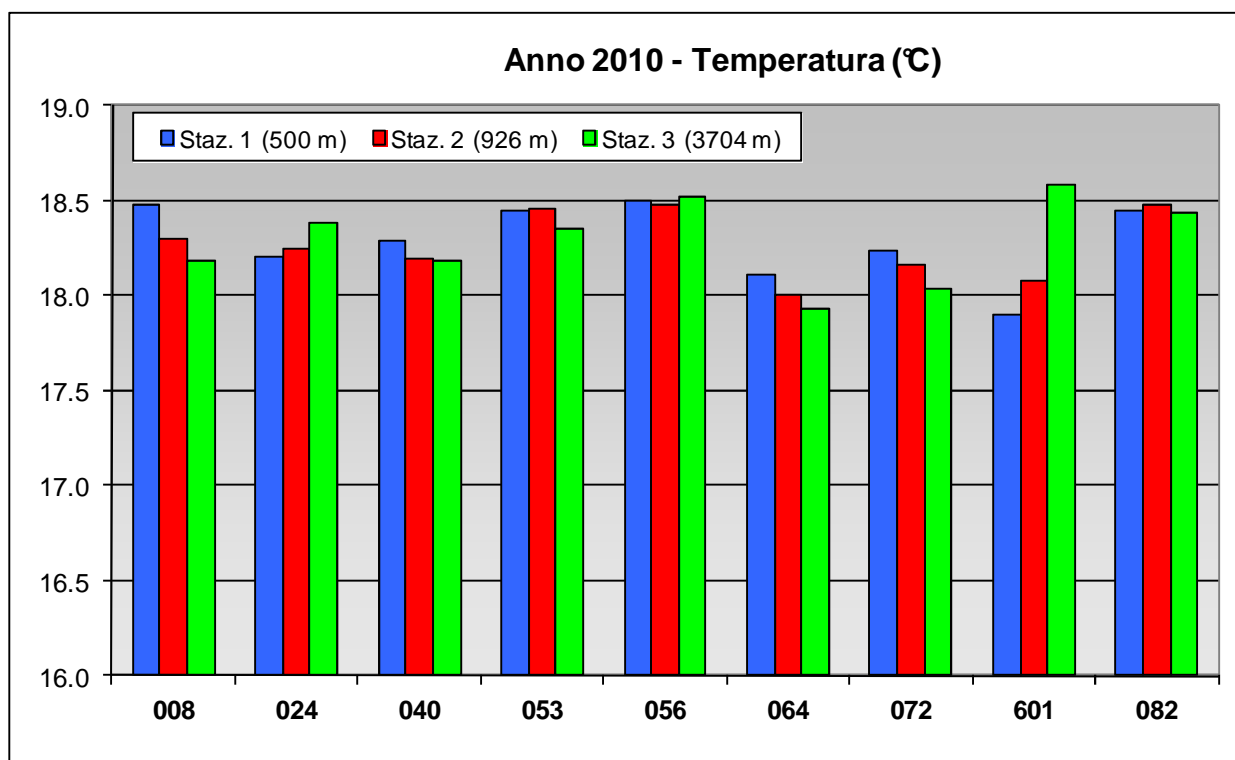
In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è risultato pari a 18.28°C, inferiore di mezzo grado rispetto al 2009 (18.87°C) ma in linea con i precedenti anni (18.33°C nel 2008; 18.37°C nel 2007). I valori sono risultati compresi tra un minimo di 4.60 (stazione 16010 a febbraio) e un massimo di 29.07°C (stazione 20820 nella seconda campagna di luglio).

La distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità, presso le sole stazioni al largo (3704 m) 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). Nel 2010 il fenomeno di inversione termica è iniziato più tardi, cioè a ottobre anziché a metà settembre, come già accaduto nell'anno 2009.



**Figura 4:** Valori medi mensili di temperatura (°C) in superficie e al fondo rilevati alle stazioni a 3704 m dalla costa.

In figura 5 si riporta la distribuzione dei valori medi di temperatura per ciascun transetto e 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. Le stazioni corrispondenti ai transetti centrali (053 e 056), posizionati davanti alla laguna di Venezia, mostrano i valori medi più elevati, nei transetti localizzati nel tratto meridionale di costa si osservano i valori medi più bassi.



**Figura 5:** Valori medi annuali di temperatura (°C) per transetto alle diverse distanze dalla costa.

### 5.1.3 SALINITA'

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra il valore minimo di 2.15 PSU (stazione 16010 nella seconda quindicina di giugno) ed il valore massimo di 36.14 PSU (stazione 10560 a febbraio), mentre il valore medio annuale risulta pari a 27.76 PSU, nettamente inferiore a quello degli anni precedenti.

In figura 6 si riporta l'andamento delle salinità medie mensili in superficie e al fondo, registrate presso le stazioni più lontane dalla costa (3704 m). La distribuzione dei valori medi nelle acque di fondo di queste stazioni al largo si presenta tipicamente molto più uniforme rispetto alla superficie e quasi sempre sopra i 35 PSU, con un valore medio nell'anno pari a 36.14 PSU. Negli strati superficiali sono superati i 30 PSU a febbraio, aprile e nel periodo estivo; tra maggio e giugno e soprattutto in novembre le salinità medie restano sempre inferiori a 30 PSU. Questa importante riduzione delle salinità a novembre è da attribuire alle abbondanti precipitazioni di ottobre e novembre, che hanno causato il manifestarsi di deflussi medi nettamente superiori ai valori di lungo periodo per tutti i principali fiumi (Po, Adige, Brenta-Bacchiglione, Piave) determinando la presenza all'interno del bacino di acque fortemente diluite, come già ricordato al capitolo 5.1.1 - Trasparenza.

Nella figura 7 si riportano i valori medi mensili di portata dei fiumi Adige (alla sezione di Boara Pisani, a circa 51 km dalla foce) e Po (sezione di Pontelagoscuro, a 91 km dalla foce): in entrambi i casi dal confronto con la figura 6 si evidenzia una buona corrispondenza tra l'afflusso di acque dolci all'interno del bacino nel 2010 e la riduzione di salinità in superficie.

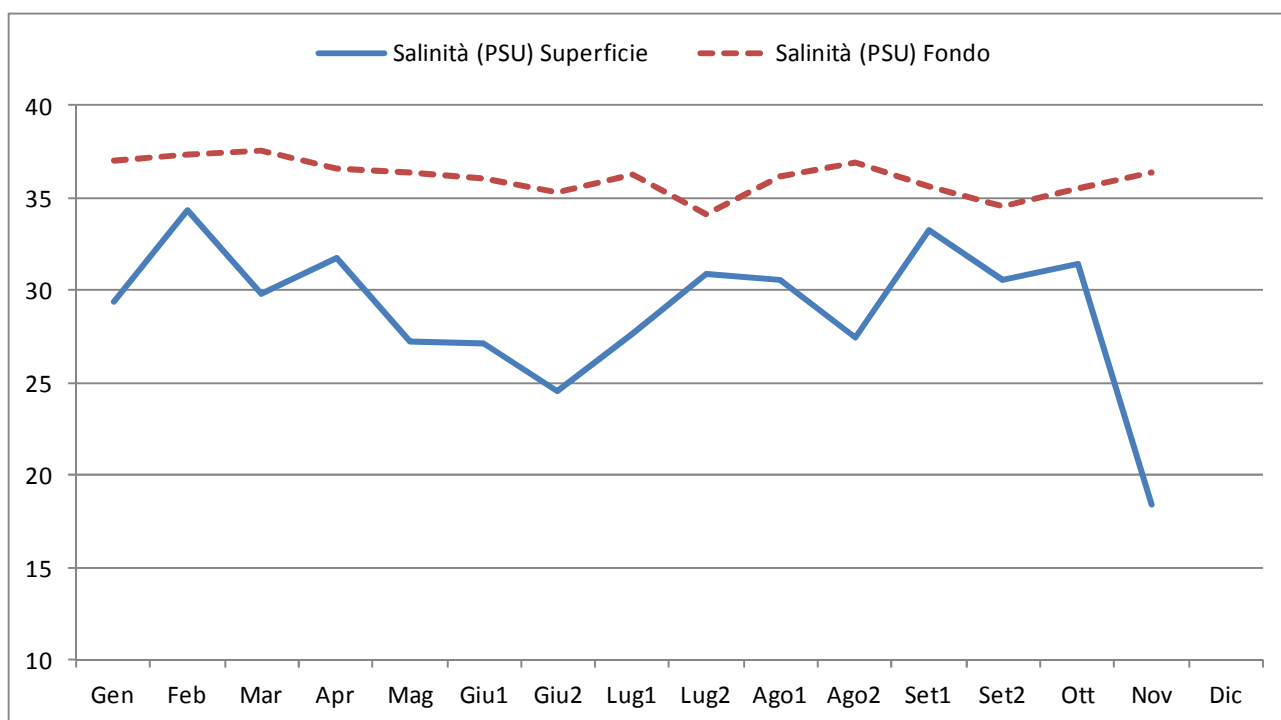
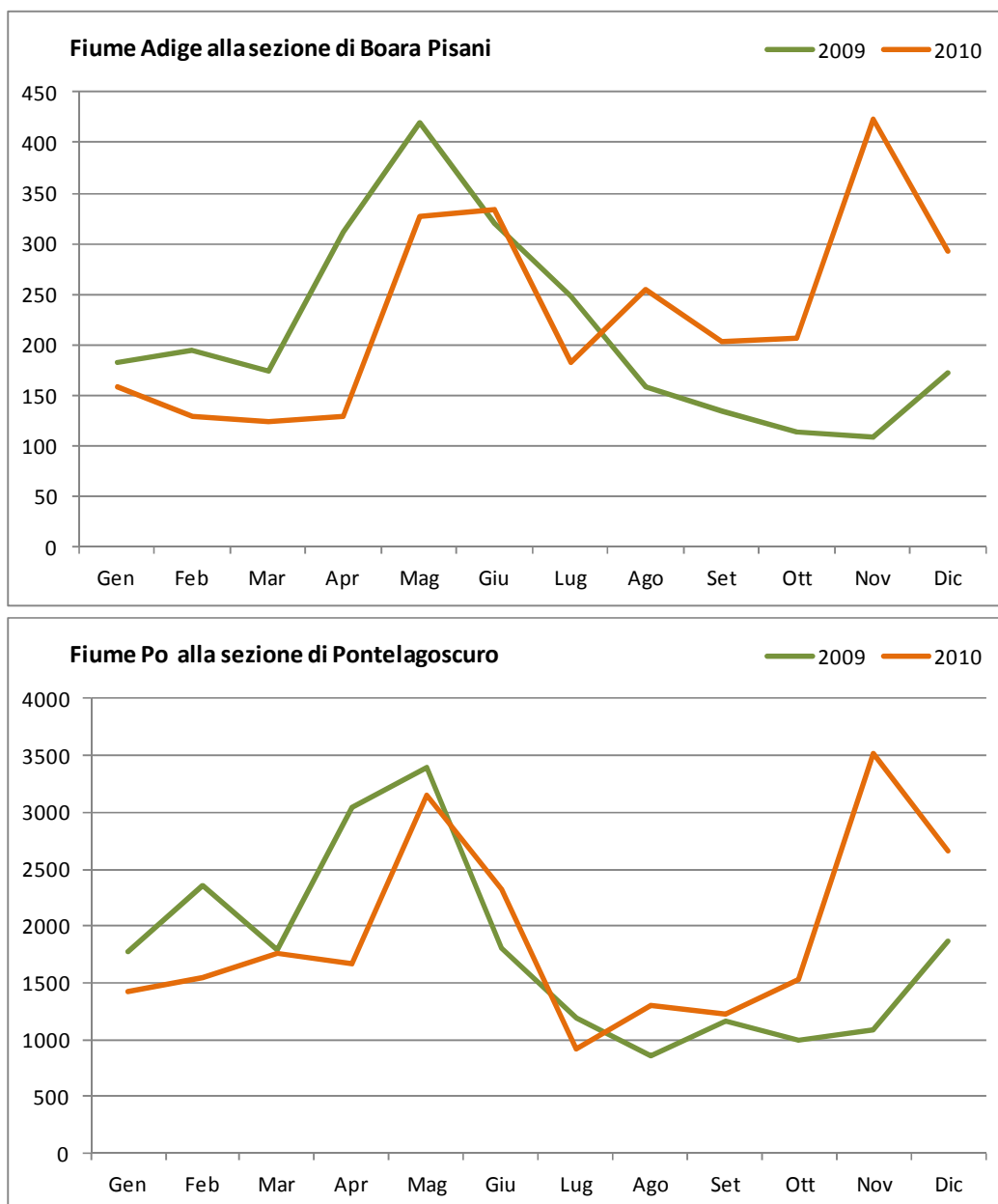


Figura 6: Salinità medie mensili (PSU) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704 m dalla costa.



**Figura 7: Portate medie mensili (m<sup>3</sup>/s) dell'Adige e del Po, rilevate rispettivamente alle stazioni di Boara Pisani e Pontelagoscuro, negli anni 2009 e 2010 (Fonte dei dati: per l'Adige Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio - Servizio Idrologico Regionale ARPAV; per il Po Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia ARPA ER).**

In figura 8 si riporta la distribuzione dei valori rilevati per ciascun transetto e alle diverse stazioni che lo compongono (il grafico mostra i transetti da nord a sud lungo la costa) in forma di Box & Whisker Plots<sup>3</sup>. Dalle distribuzioni delle mediane e dal ridotto intervallo interquartile si osserva

<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. Nei box plot utilizzati nel presente rapporto si è scelto di visualizzare i valori outlier e quelli estremi; gli outlier sono calcolati come: valore 75° percentile + c.o.\*(75° percentile - 25° percentile), mentre gli estremi come: valore 75° percentile + 2 c.o.\*(75° percentile - 25° percentile) dove c.o. è un coefficiente di outlier (1.5 per impostazione predefinita).

come l'area antistante la laguna di Venezia (transesti 053 e 056) presenti valori di salinità elevati già nelle stazioni prossime alla costa, con una ridotta variabilità; subito a sud di Chioggia le concentrazioni si abbassano di molto in relazione al maggiore afflusso di acque dolci nella zona, sia presso le stazioni vicine alla costa che nelle altre, e aumenta nel contempo la dispersione dei valori. I transesti posizionati nel tratto di costa a nord della laguna di Venezia presentano una situazione intermedia, con valori di salinità più bassi alle stazioni costiere, rispetto alle zone di mare prospicienti la laguna; la maggiore variabilità in quest'area si registra presso il transetto 024, influenzato dai contributi del fiume Piave.

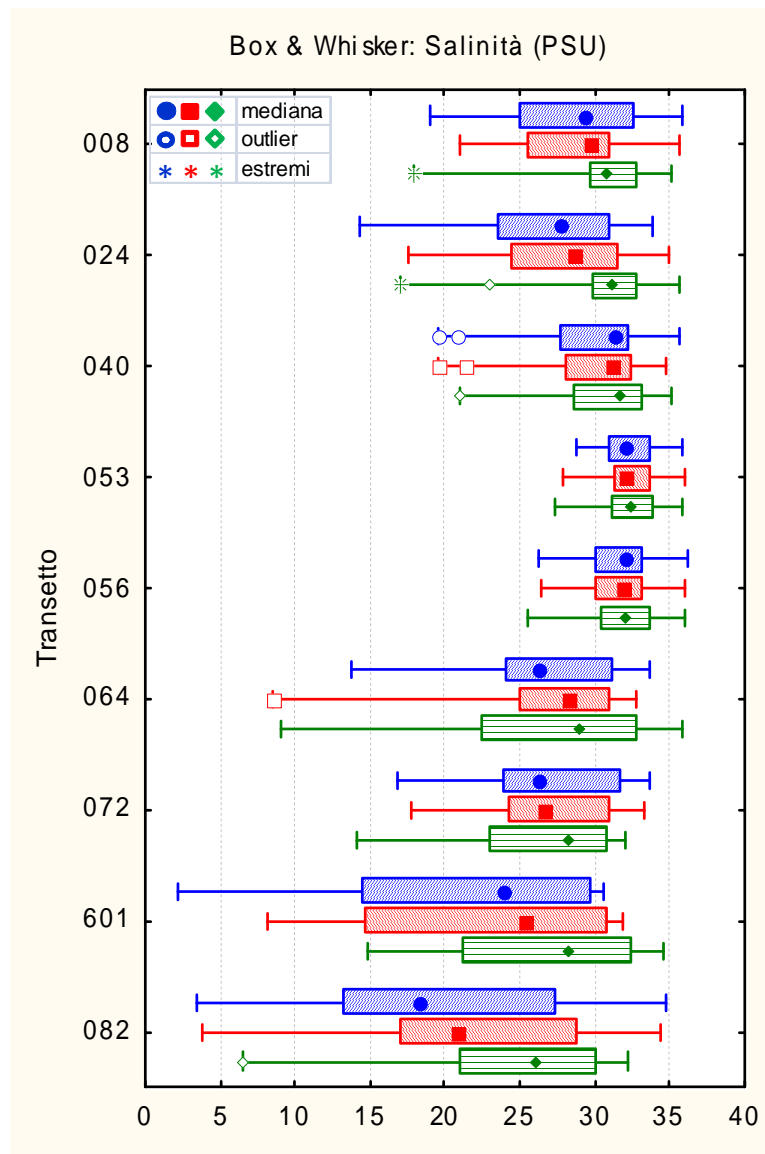


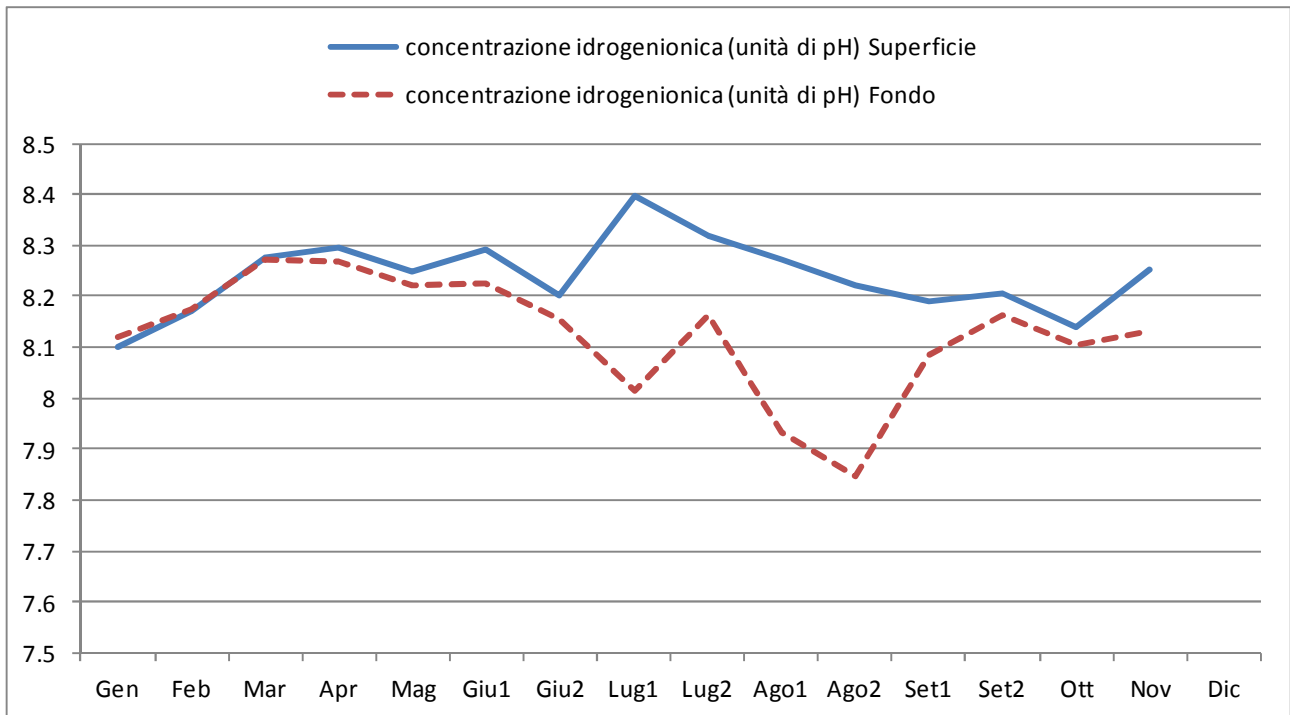
Figura 8: Distribuzione dei valori di salinità (PSU) per transetto (da nord a sud) e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

#### 5.1.4 CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA

Rappresenta il parametro che, grazie all'azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, esprime la più ristretta variabilità con un valore medio in superficie pari a 8.23 unità di pH, un massimo di 8.56 (stazione 20720 nella prima campagna di luglio) ed un minimo di 7.80 (stazione 16010 nella seconda campagna di giugno).

In figura 9 si riporta la distribuzione dei valori medi mensili di pH calcolati in superficie e al fondo per le sole stazioni a 3704 m dalla linea di costa; durante gran parte dell'anno, a eccezione di gennaio e febbraio, i valori medi di fondo risultano inferiori a quelli di superficie, con una maggiore discrepanza nel periodo estivo.

In figura 10 si riporta la distribuzione dei valori rilevati per ciascuna stazione in forma di Box & Whisker Plots: si può osservare come, pur su una scala ridotta, i valori mediani di concentrazione idrogenionica tendano ad aumentare procedendo da nord verso sud, così come è maggiore la dispersione dei valori attorno alla mediana.



**Figura 9: Valori medi mensili di pH in superficie e al fondo, registrati presso le stazioni a 3704 m dalla costa.**



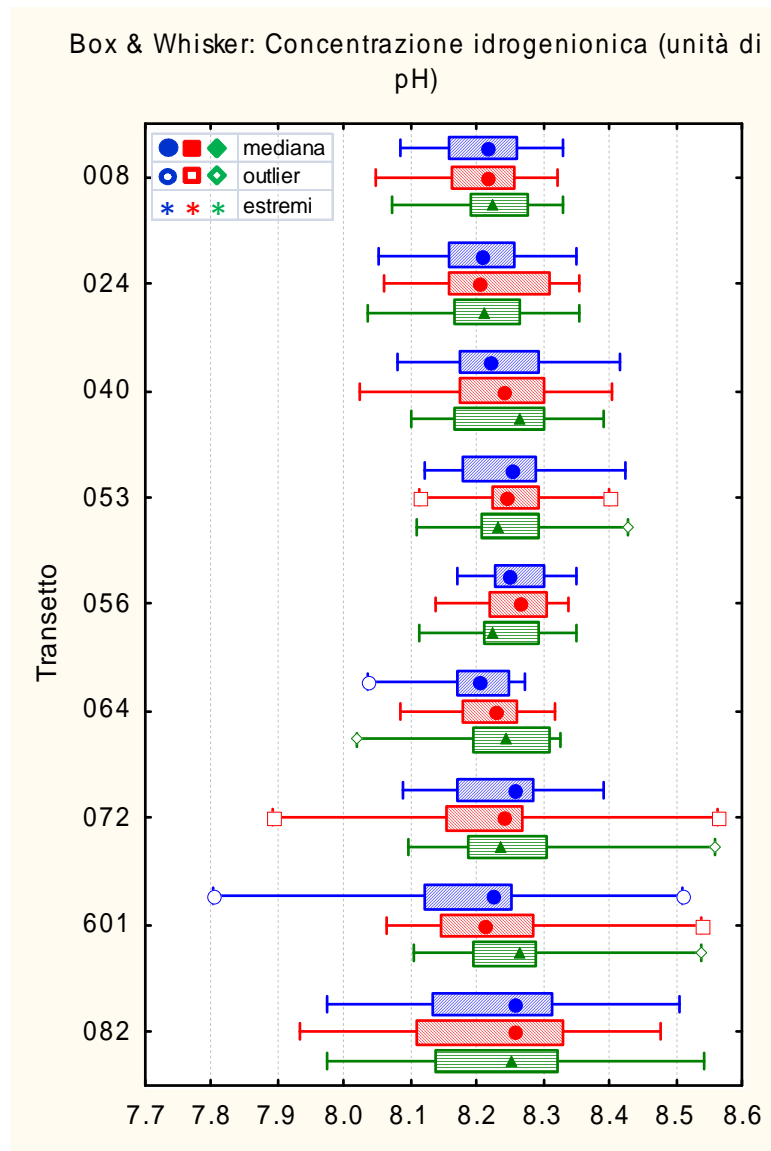
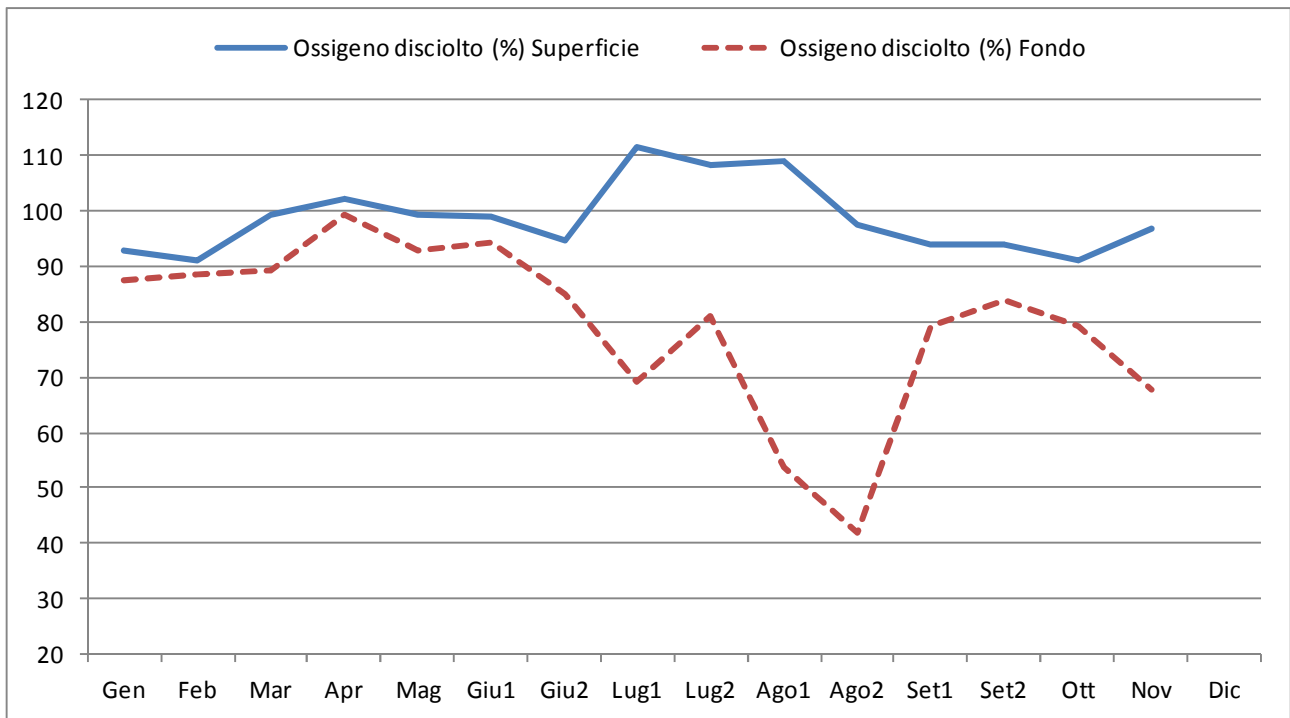


Figura 10: Distribuzione dei valori di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.5 OSSIGENO DISCIOLTO

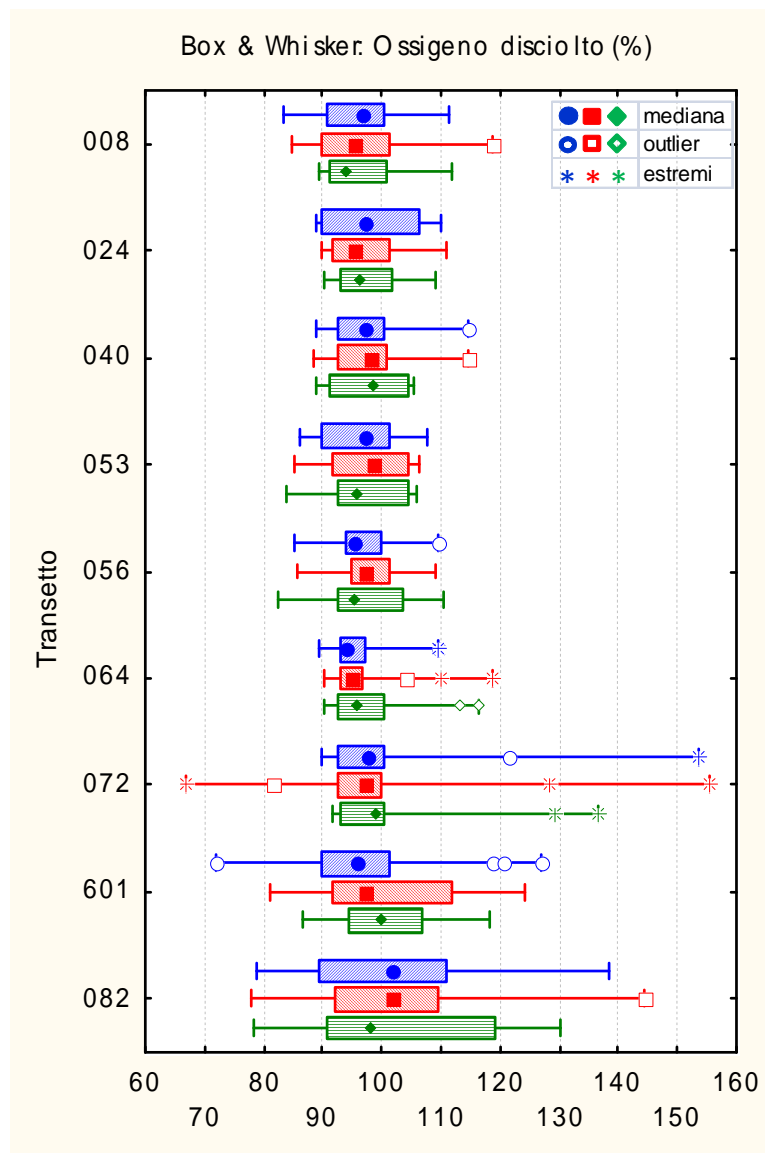
In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 98.47% con un minimo di 66.98% alla stazione 20720 nella seconda campagna di giugno ed un massimo di 155.38% nella stessa stazione nella prima campagna di agosto. Al fondo, considerando solo le stazioni al largo (3704 m dalla costa), i valori sono variati tra un minimo di 27.25% (stazione 36010 nella prima campagna di settembre) e un massimo pari a 107.87% (stazione 30080 nella prima campagna di giugno), con una media annuale pari a 79.48%.

La figura 11 rappresenta gli andamenti medi mensili in superficie ed al fondo, calcolati presso le stazioni più al largo. I valori di superficie si sono mantenuti sopra il livello di saturazione solo nei mesi di luglio e agosto, quando al fondo il divario si fa importante (fino a circa 50% di saturazione di differenza nella seconda campagna di agosto), analogamente a quanto accade per la concentrazione idrogenionica (Fig. 9); molto probabilmente tale riduzione dell'ossigenazione al fondo, osservata su tutte le stazioni a 3704m dalla costa, è da imputarsi alla forte stratificazione tipica del periodo. Per il resto dell'anno i valori medi di ossigenazione in superficie restano sotto la saturazione e l'andamento al fondo corre parallelo, seppur su valori inferiori.



**Figura 11: Valori medi mensili di ossigeno disciolto (%) in superficie e al fondo presso le stazioni a 3704 m.**

Nella figura 12 si riporta la distribuzione dei valori di ossigeno disciolto per transetto alle varie di distanze dalla costa; dalla figura si evidenzia una tendenza all'aumento della dispersione dei valori in direzione nord-sud, con range di variabilità delle concentrazioni di ossigeno disciolto decisamente più elevato presso le stazioni dei tre transetti meridionali (072, 601 e 082).



**Figura 12: Distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).**

### 5.1.6 AZOTO AMMONIACALE

In superficie il valore massimo pari a 171.39  $\mu\text{g/l}$  è stato registrato alla stazione 20720 nel mese di maggio; la concentrazione media annua di azoto ammoniacale è stata pari a 15.62  $\mu\text{g/l}$  sebbene il dato sia inficiato dal numero decisamente elevato di valori inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (7.75  $\mu\text{g/l}$ ): ben il 50.20% dei casi (rispetto al 42.70% nel 2009, 32.6% nel 2008, al 20.1% nel 2007 e al 15.1% nel 2006).

La scelta del criterio con cui considerare i dati inferiori al Limite di Rilevabilità (LR), soprattutto con percentuali così elevate, diviene di fondamentale importanza al fine di garantire una omogeneità nella valutazione dei risultati e, in particolare, nella applicazione della normativa. Si fa riferimento di seguito a quanto riportato dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) nel Rapporto ISTISAN 04/15 - Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici, seppur redatto per una diversa tipologia di indagini (misure delle emissioni in atmosfera da impianti industriali). In letteratura sono disponibili molti lavori in cui è stato specificamente discusso il trattamento dei dati cosiddetti NR (non rilevabili) da un punto di vista statistico-matematico; le soluzioni più comunemente suggerite, e più praticabili, consistono nell'assumere che:

- 1) NR = 0
- 2) NR = LR
- 3) NR = LR/2.

La prima soluzione fornisce la stima *lower-bound*, cioè sottostima il valore vero della concentrazione media o della sommatoria delle concentrazioni.

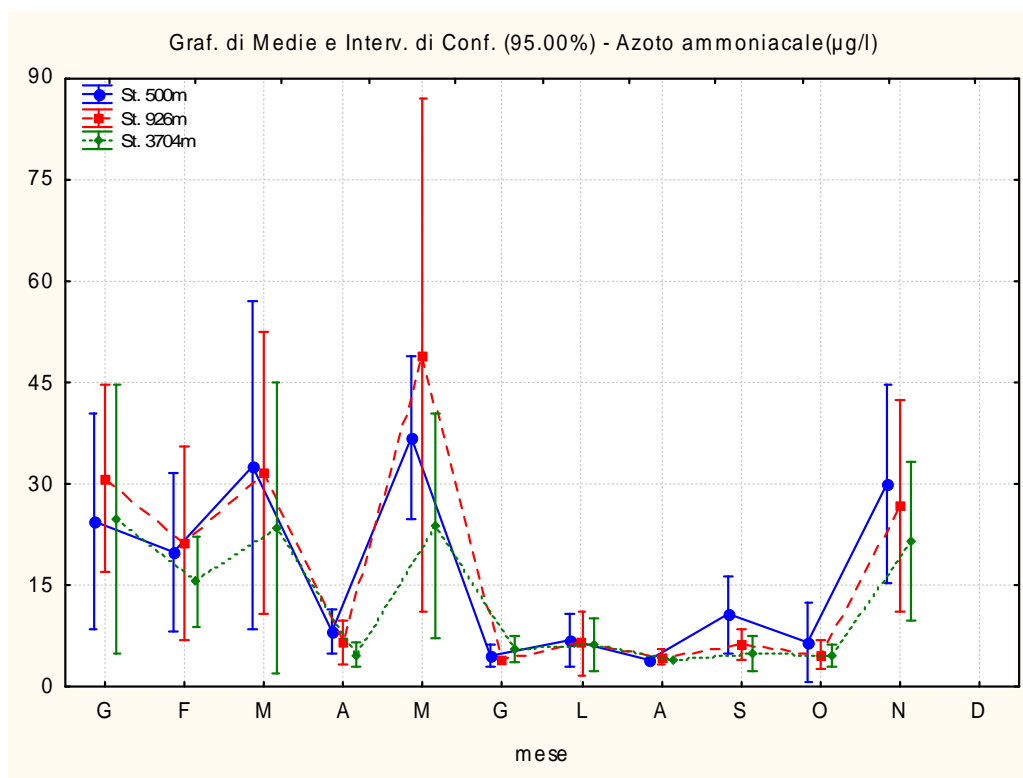
La seconda soluzione, all'opposto, fornisce la stima *upper-bound*, cioè sovrastima il valore vero: rappresenta quindi di una soluzione "cautelativa" dal punto di vista della protezione dell'ambiente e della salute.

La terza soluzione fornisce una stima *medium-bound* e si basa sull'assunto che mediamente i dati NR siano approssimabili a LR/2. Questa è la soluzione maggiormente raccomandata in letteratura, anche quando i risultati non servano per valutare la conformità ad un valore limite.

D'altro canto il D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219, all'Art. 1 - Modificazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, e successive modificazioni. Comma "g" recita "A. 2.8.-bis. Requisiti minimi di prestazione per i metodi di analisi e calcolo dei valori medi. Lettera B. Calcolo dei valori medi. ....a) i risultati di misura inferiori al limite di quantificazione sono posti pari alla metà del valore del limite di quantificazione del metodo (risultato della singola misura inferiore al limite di quantificazione =LQ/2).....".

Pertanto nella trattazione si è proceduto, indipendentemente dalla numerosità dei dati NR, a sostituirli con un valore pari alla metà del limite di rilevabilità.

In figura 13 si riporta la distribuzione dei valori medi per ciascuna campagna alle tre distanze dalla costa. Dalla figura si osserva come i valori più ridotti (e la minore dispersione) siano rilevati nei mesi estivi. Dall'esame della distribuzione dei valori, per ciascuna stazione nei diversi transetti (Fig. 14), si nota un aumento delle concentrazioni nell'area a sud di Chioggia (dal transetto 64 in poi), maggiormente influenzata da apporti fluviali. Particolarmente elevate risultano le concentrazioni in tutte le stazioni del transetto 064 (sottoposto all'influenza delle foci dei fiumi Bacchiglione-Brenta ed Adige) nel quale risulta maggiore la dispersione delle misure attorno alla mediana.



**Figura 13: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale (µg/l) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**

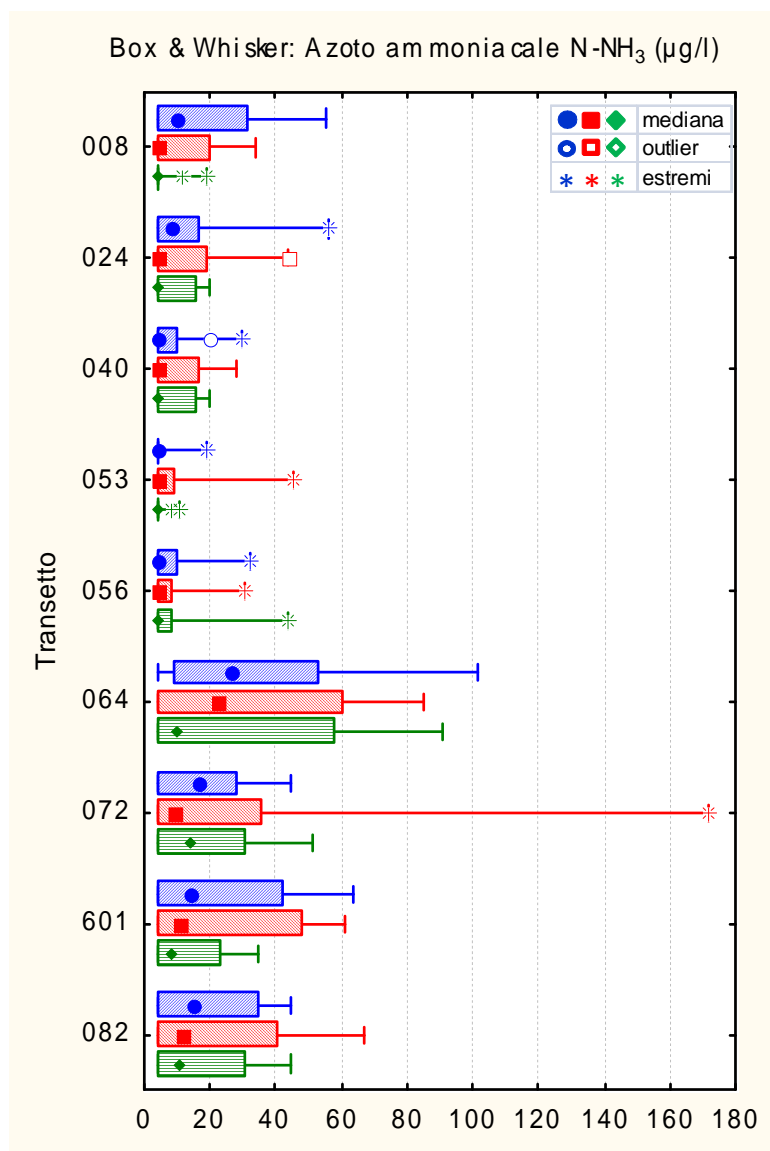
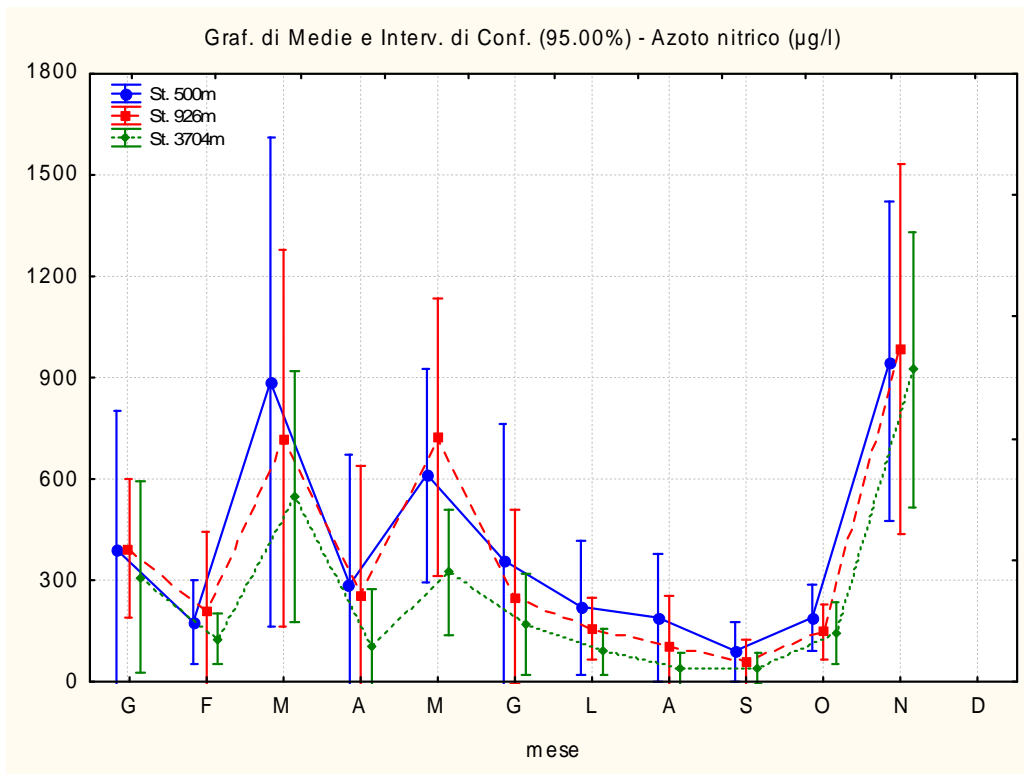


Figura 14: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.7 AZOTO NITRICO

In superficie la concentrazione media di azoto nitrico è di 338.53 µg/l, con valori minimi inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (11.30 µg/l) nell'11.8% dei casi (contro il 6.5% del 2009, 7.8% del 2008 e il 18.2% nel 2007), ed un valore massimo di 2726.26 µg/l nella stazione 16010 nel mese di marzo.

In figura 15 è riportata la distribuzione dei valori medi rilevati in superficie per ciclo di rilevamento alle tre distanze dalla costa; l'andamento tipicamente stagionale, rilevato negli anni precedenti, risulta abbastanza evidente compatibilmente con lo sviluppo delle condizioni meteo-climatiche nel corso dell'anno. La maggiore dispersione e valori elevati sono stati rilevati a marzo, maggio e ovviamente a novembre, come conseguenza ai valori elevati di portata dei principali corsi d'acqua, relativi all'evento citato in precedenza (cfr. paragrafi 5.1.1 e 5.1.3).



**Figura 15: Distribuzione dei valori di azoto nitrico ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**

L'esame della successiva figura 16 mette in evidenza come i valori di concentrazione più bassi siano stati rilevati nell'area antistante la laguna di Venezia, mentre si assiste ad un aumento delle concentrazioni di questo nutriente nel tratto meridionale di costa, con valori particolarmente elevati nella zone antistante il delta del Po (trasetti 601 – foce Po di Pila e 082 - foce Po di Tolle). Nella parte settentrionale del bacino si riscontra una situazione intermedia tra le precedenti, con concentrazioni più elevate nell'area antistante la foce del Piave (trasetto 024).

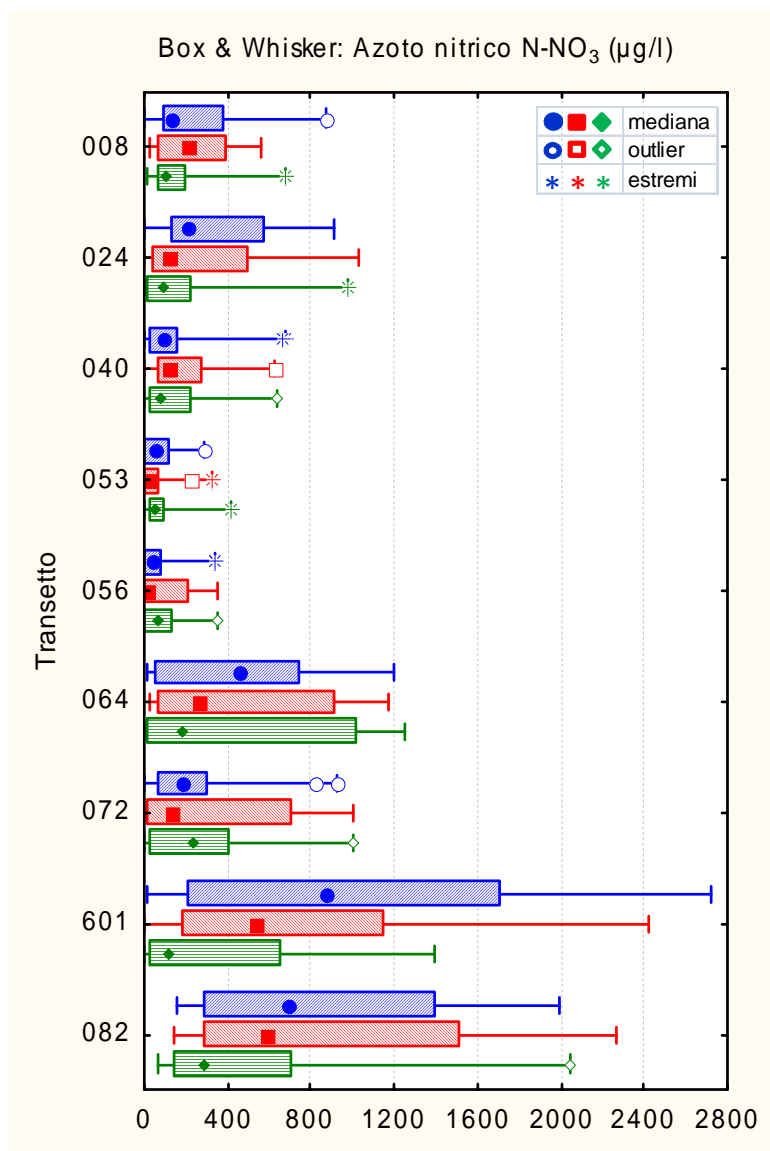


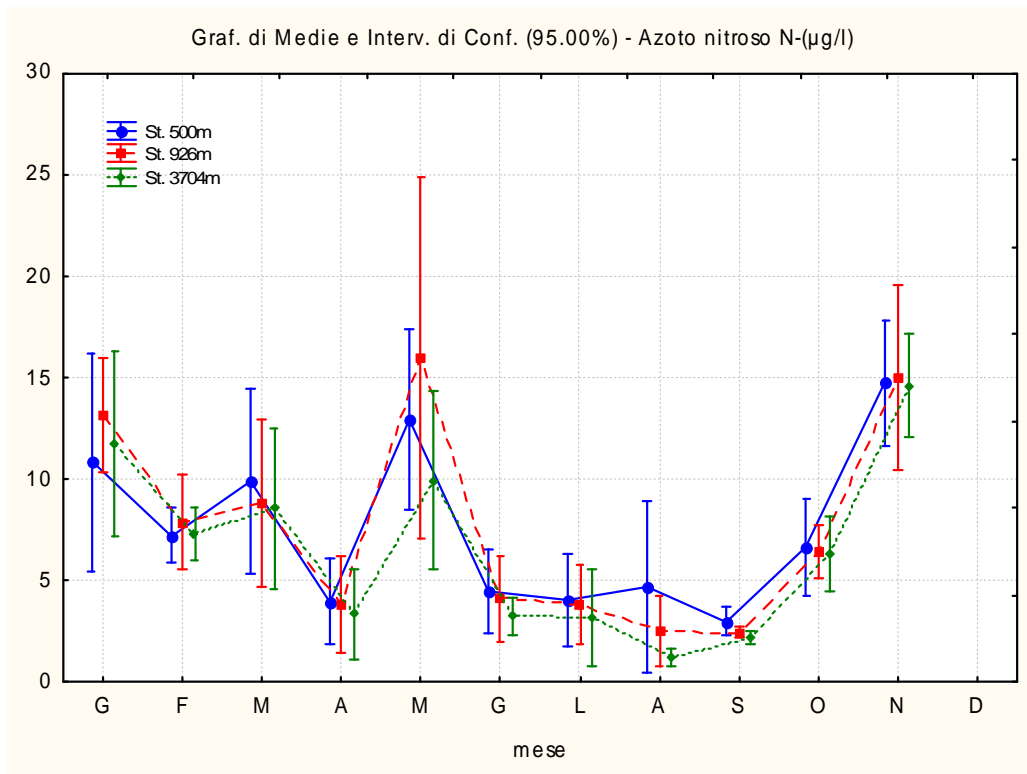
Figura 16: Distribuzione dei valori di azoto nitrico (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.8 AZOTO NITROSO

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di 7.20 µg/l con valori minimi inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (1.52 µg/l) nel 4.7% dei casi (contro l'11.2% nel 2009, il 15.6% e il 15.4 rispettivamente nel 2008 e nel 2007) ed un valore massimo di 39.39 µg/l nella stazione 20720 a giugno.

L'evoluzione temporale delle concentrazioni medie di azoto nitroso per campagna e distanza dalla costa ha presentato un andamento stagionale evidente con concentrazioni più basse nei mesi estivi (Fig. 17) ed elevate nel restante periodo dell'anno.

In figura 18 è ancora una volta da notare la presenza di valori elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia, più evidente in quelli antistanti il delta del Po (transetti 601 e 082) con una più ampia dispersione dei dati attorno alla mediana.



**Figura 17: Distribuzione dei valori di azoto nitroso ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**



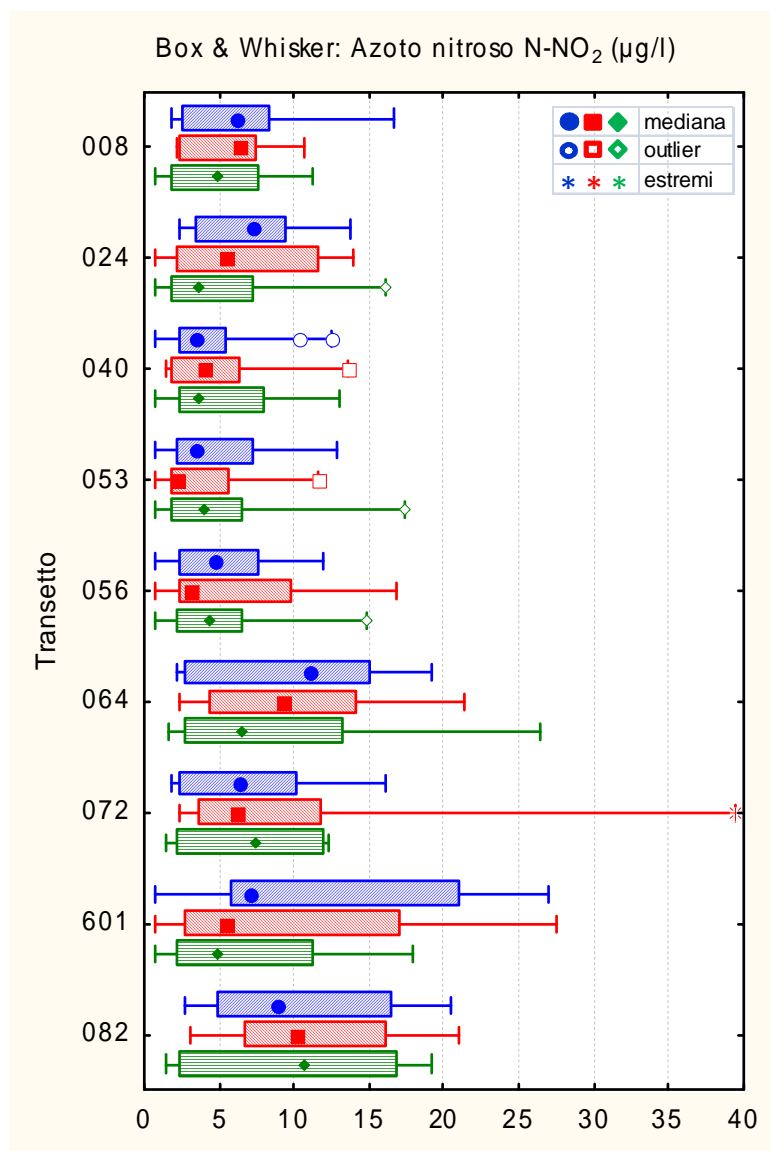
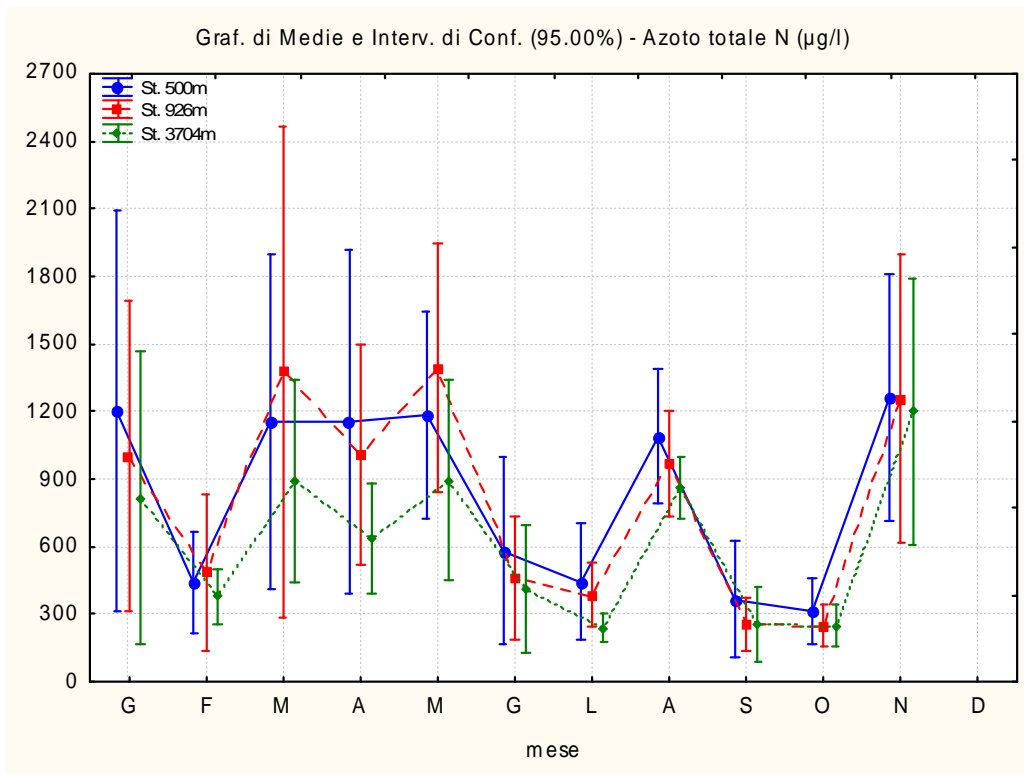


Figura 18: Distribuzione dei valori di azoto nitroso (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.9 AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 753.48 µg/l, con un valore minimo pari a 91.60 µg/l alla stazione 20080 nella prima metà di settembre ed un valore massimo di 4708.20 µg/l nella stazione 20820 a marzo.

La distribuzione dei valori medi per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa (Fig. 19) si presenta in linea con i composti azotati visti in precedenza, ad eccezione del mese di agosto che presenta elevati valori plausibilmente riconducibili al picco di abbondanze fitoplanctoniche registrato nell'areale sopra e antistante il delta del Po (oltre 22 milioni di cell/l alla stazione 10720 e oltre 51 milioni di cell/l presso la stazione 10820, entrambe dovute alla forte presenza di diatomee in particolare *Chaetoceros tenuissimus* e spp.); quasi sempre le concentrazioni registrate nella zona vicina alla costa (stazioni a 500 m) risultano più elevate rispetto alle altre distanze.



**Figura 19: Distribuzione dei valori di azoto totale ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**

Per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni per transetto e stazioni (Fig. 20), si osserva ancora una volta un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali: transetto 024 a nord (foce del Piave) ma soprattutto in quelli localizzati nell'area antistante il Po di Pila (transetto 601) e il Po di Tolle (transetto 082) con i valori più elevati a tutte le distanze dalla costa.

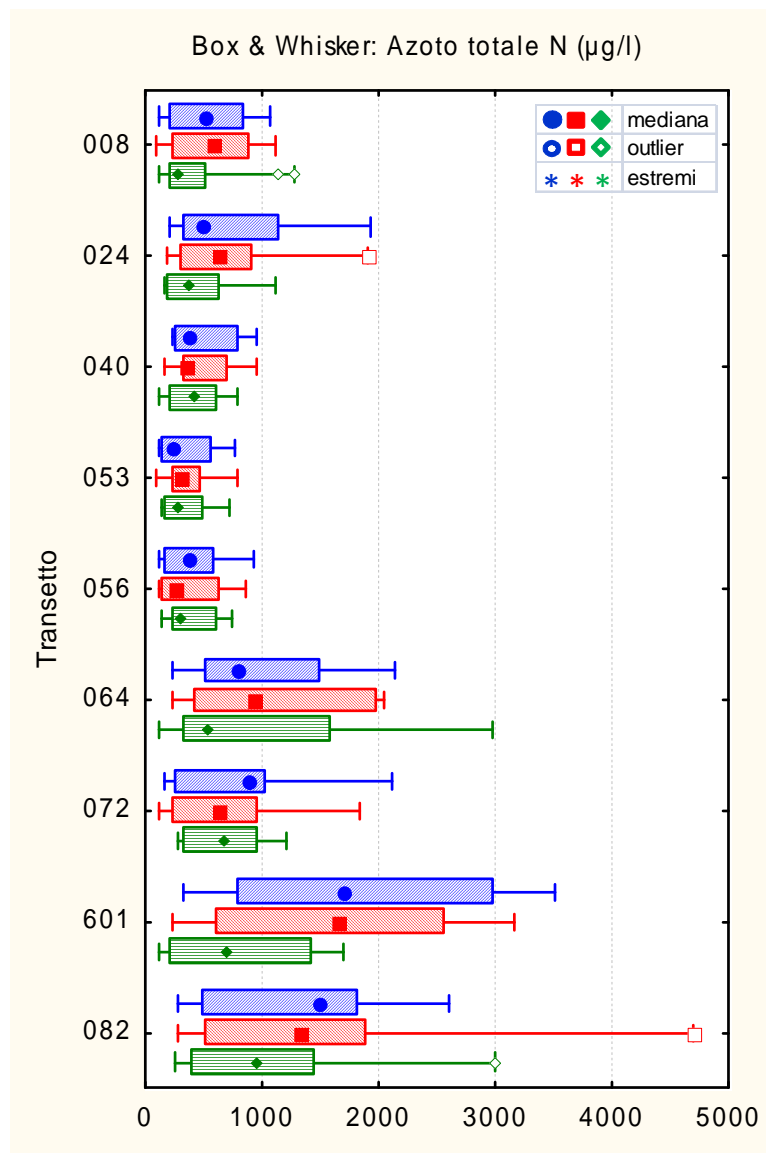
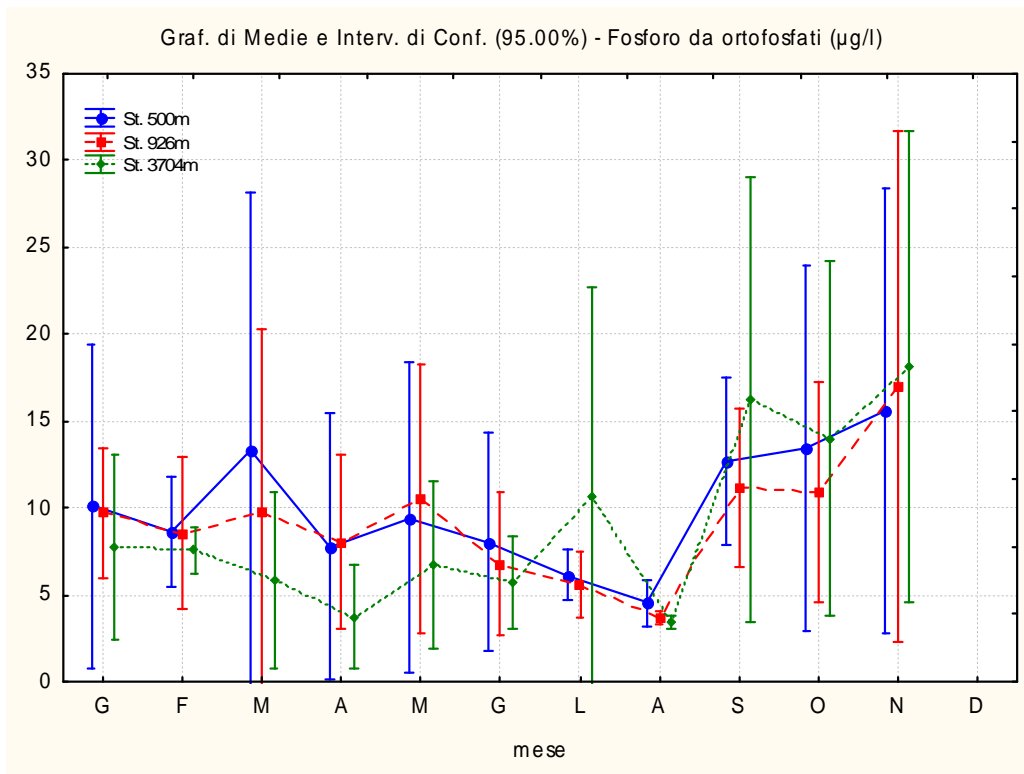


Figura 20: Distribuzione dei valori di azoto totale ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

#### 5.1.10 FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di  $9.42 \mu\text{g/l}$  con un massimo pari a  $58.00 \mu\text{g/l}$  misurato in due occasioni: alla stazione 30400 nella prima campagna di settembre e alla 26010 a novembre. I valori minimi, inferiori al limite di rilevabilità dello strumento ( $1.0 \mu\text{g/l}$ ), sono stati registrati nel 9.4% dei casi (rispetto al 21.6% del 2009, 21.9% del 2008 e al 7.8% nel 2007).

La distribuzione delle concentrazioni medie di fosfato rilevate per ciascuna campagna di rilevamento e misura (Fig. 21) presenta, contrariamente ai parametri precedenti, un andamento in cui le concentrazioni si mantengono relativamente elevate durante quasi tutto l'anno con una flessione tra luglio e agosto.



**Figura 21: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**

La distribuzione dei dati di ortofosfato lungo la costa alle diverse distanze evidenzia sempre valori più elevati e maggiore dispersione ancora una volta nella zona costiera a sud di Chioggia, in particolare presso i transetti 064, 601 e 082 influenzati dai cospicui apporti dei fiumi Brenta-Bacchiglione, Adige e Po (Fig. 22). Occasionali rinvenimenti di concentrazioni di ortofosfati elevate si sono osservati presso la stazione 30080, al largo di Caorle, nella prima campagna di luglio e alla stazione 30400, al largo di Cavallino Treponti, nella prima di settembre; entrambi sono segnalati in figura 22 come “estremi”.

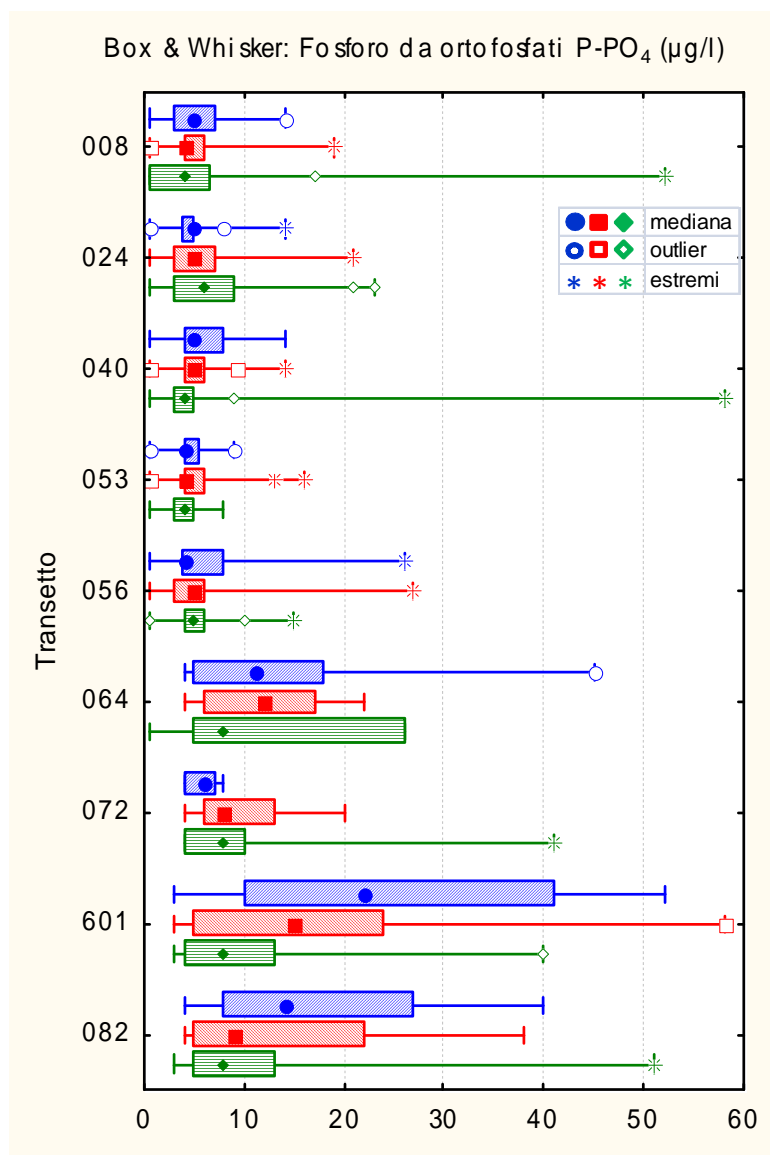
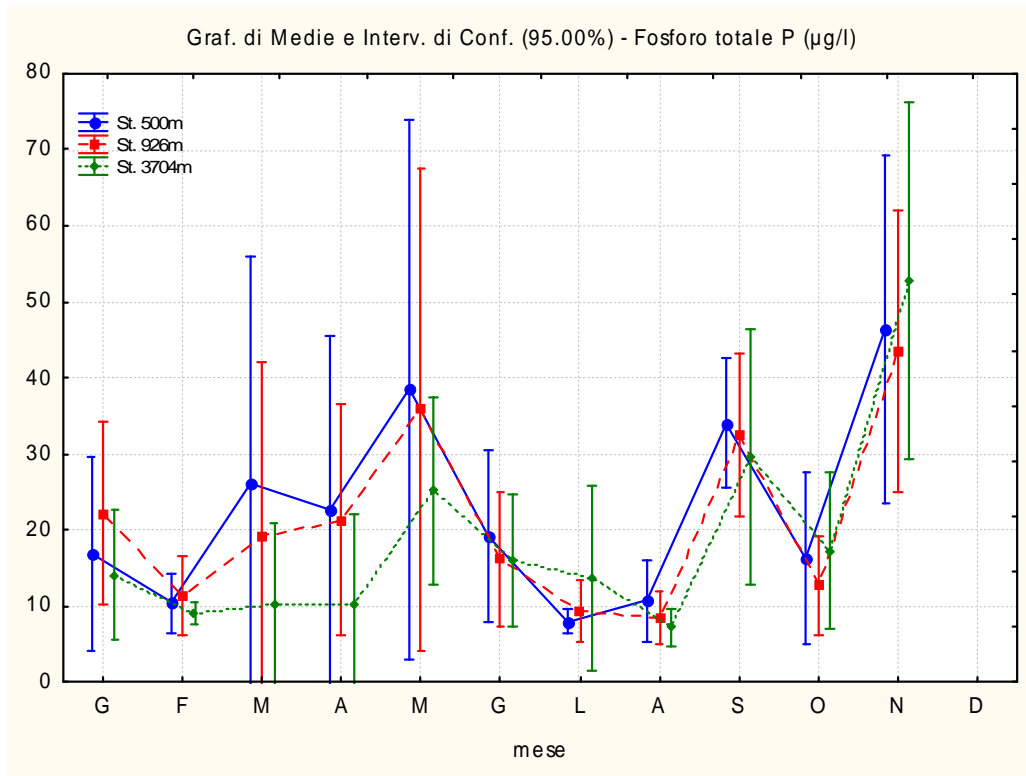


Figura 22: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.11 FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 20.79 µg/l con un massimo di 157.35 µg/l (stazione 10820 a maggio) e valori minimi inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (1.0 µg/l) rilevati nel 7.7% dei casi (contro il 9.1% del 2009, 7.6% nel 2008 e un unico caso nell'anno 2007).

L'andamento per ciclo di rilevamento (Fig. 23) presenta valori più alti nel periodo invernale e minori in quello estivo soprattutto evidenti nelle stazioni a 500 e 926 m dalla costa. Come per gli altri nutrienti, la distribuzione da nord a sud evidenzia valori più elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia, in particolare risultano decisamente più carichi i transetti 601 e 082 antistanti l'area del delta (Fig. 24).



**Figura 23: Distribuzione dei valori di fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**

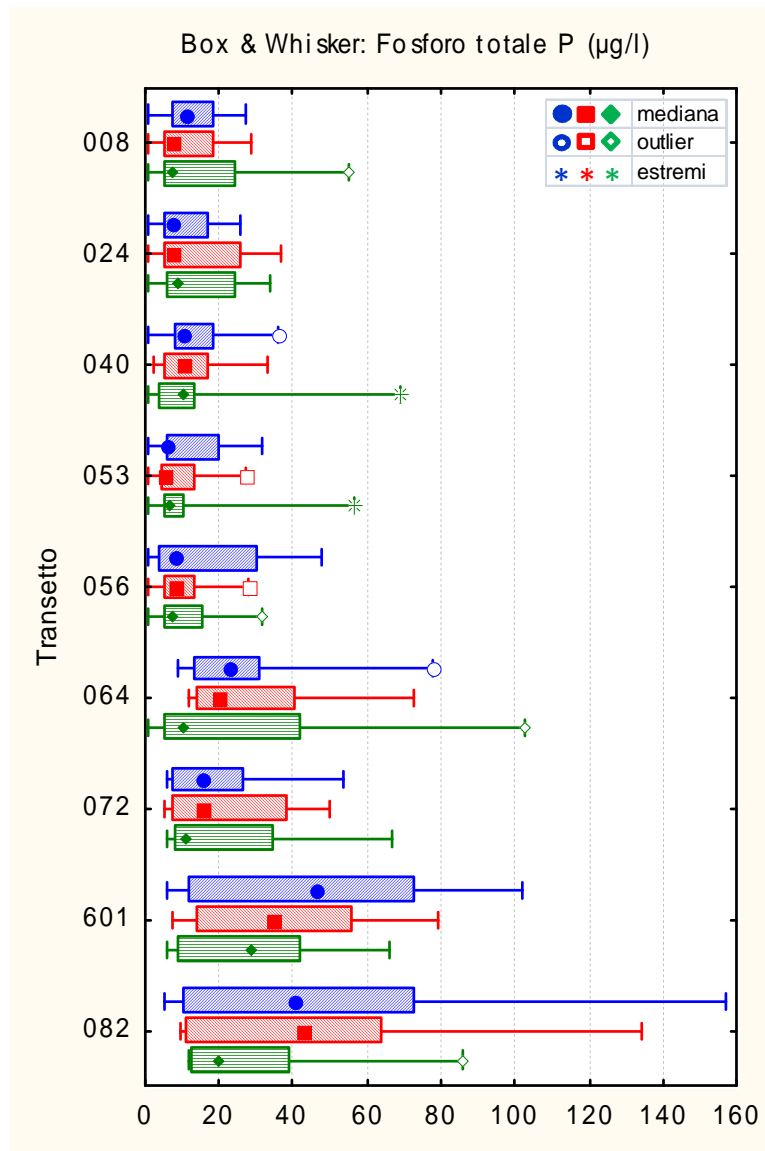


Figura 24: Distribuzione dei valori di fosforo totale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

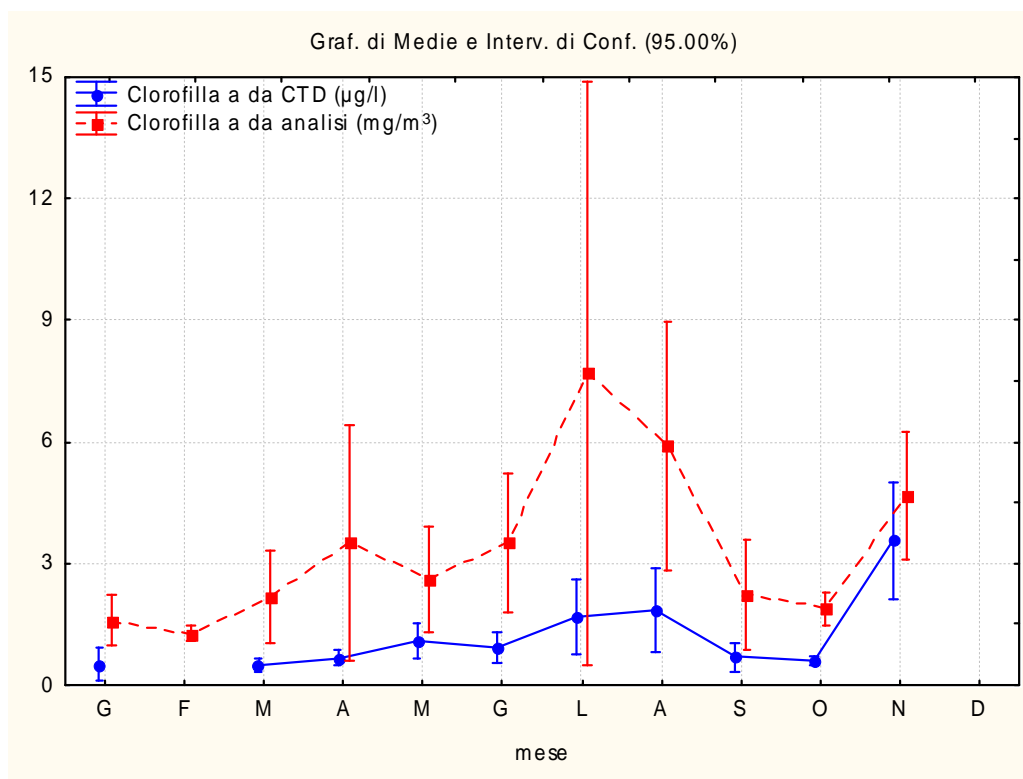
### 5.1.12 CLOROFILLA *a*

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla *a*, misurata *in situ* tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 1.02 µg/l, con un valore minimo inferiore al limite di detezione (0.02 µg/l) alla stazione 30080 nella campagna di gennaio ed un massimo di 6.60 µg/l rilevato a novembre presso la stazione 30720. Per problemi tecnici dello strumenti i dati relativi alla campagna di febbraio sono risultati non affidabili e pertanto esclusi dalla trattazione.

La clorofilla *a* rilevata con il metodo analitico è stata analizzata solo sui campioni prelevati presso le stazioni a 500 m dalla costa, ove si effettua la determinazione quali-quantitativa di fitoplancton; nel 2010 è stato osservato un valore medio pari a 3.37 µg/l con valori compresi tra un minimo di 0.90 µg/l (alla stazione 10080 nei mesi di gennaio e marzo e alla stazione 10400 sempre a gennaio) ed un massimo di 30.80 µg/l rilevato nella prima campagna di luglio alla stazione 16010.

Nella figura 25 si riporta la distribuzione dei valori medi di clorofilla *a*, misurata con entrambi i metodi, per campagna di rilevamento presso le sole stazioni a 500 m dalla costa; i due andamenti risultano simili, con discrepanze abbastanza uniformi durante l'anno ad eccezione dei picchi di concentrazione rilevati nelle campagne di luglio e agosto dove invece è evidente una forte

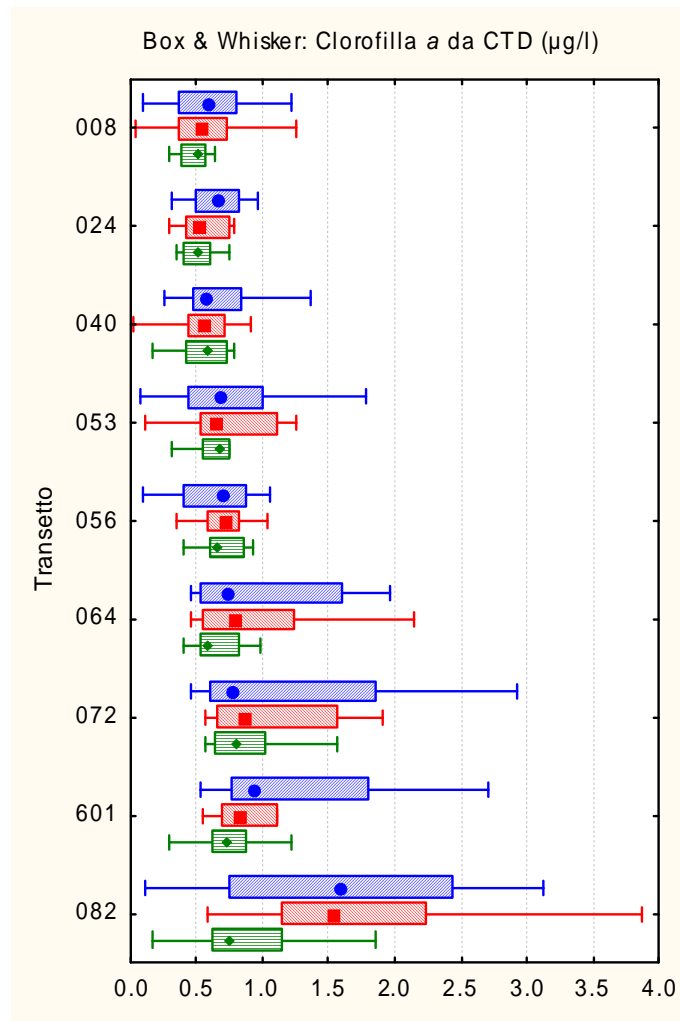
differenza tra valori rilevati in loco tramite CTD e concentrazioni da attività analitica, pur mostrando queste ultime un intervallo di confidenza più elevato.



**Figura 25:** Valori medi di clorofilla *a*, rilevata con fluorimetro associato a sonda multiparametrica e con metodo analitico, rilevate presso le stazioni a 500 m per campagna di rilevamento.

In figura 26 sono riportate le distribuzioni delle concentrazioni per transetto alle diverse distanze dalla costa per la clorofilla misurata *in situ* con fluorimetro, escludendo i dati di febbraio e outlier/estremi; si può osservare, nel gradiente crescente in direzione nord-sud, come le concentrazioni risultino sempre più elevate nei transetti presenti nel tratto di costa a sud di Chioggia (064, 072, 601 e 082), analogamente a quanto si osserva più avanti per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 33).





**Figura 26: Distribuzione dei valori di clorofilla *a* (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).**

### 5.1.13 INDICE TROFICO TRIX

L'indice classifica lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità (Tab. 7), in funzione delle variazioni di parametri quali clorofilla *a*, ossigeno disciolto, fosforo totale ed azoto inorganico:

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

dove:

Chl *a* = clorofilla (µg/l);

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

N = Azoto minerale disciolto (µg/l);

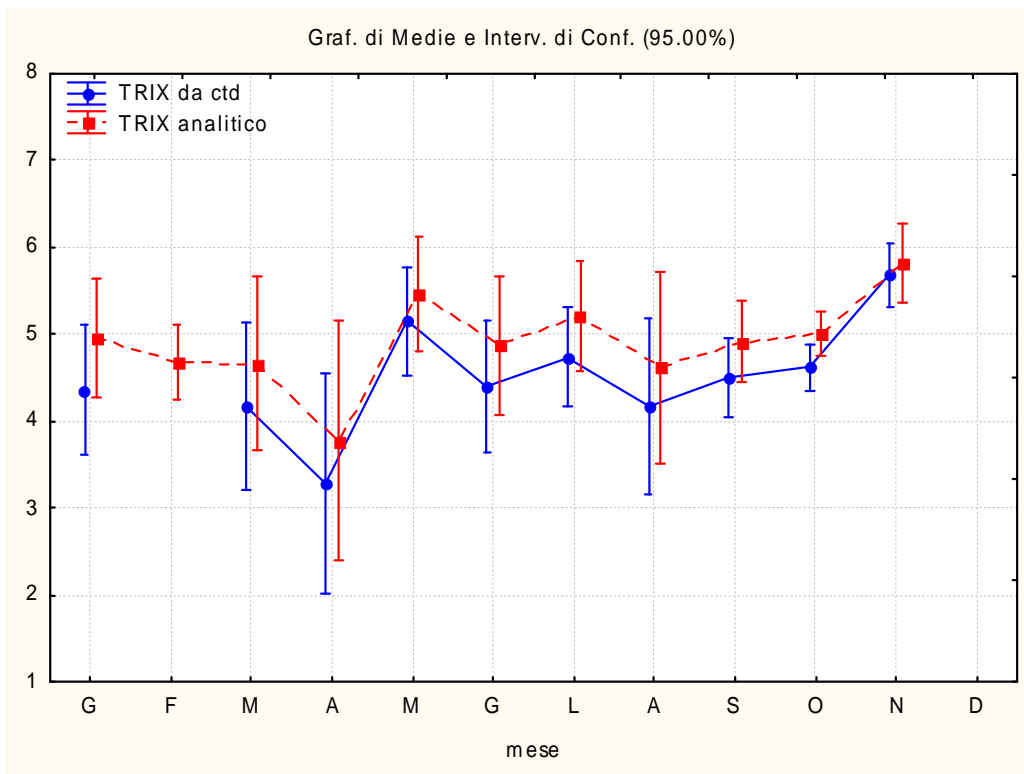
P = Fosforo totale (µg/l).

INDICE DI TROFIA	STATO	COLORE DI RAPPRESENTAZIONE	CONDIZIONI
2 – 4	ELEVATO	AZZURRO	buona trasparenza delle acque assenza di anomale colorazioni delle acque assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
4 – 5	BUONO	VERDE	occasionalmente intorbidimenti delle acque occasionalmente anomale colorazioni delle acque occasionalmente ipossie nelle acque bentiche
5 – 6	MEDIOCRE	GIALLO	scarsa la trasparenza delle acque anomale colorazioni delle acque ipossie e occasionalmente anossie nelle acque bentiche stati di sofferenza a livello di ambiente bentonico
6 – 8	SCADENTE	ROSSO	elevata torbidità delle acque diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche morte di organismi bentonici alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

**Tabella 7: Suddivisione delle acque marine costiere in classi in base alla scala trofica (ex D.Lgs. 152/99 e s.m.i.)**

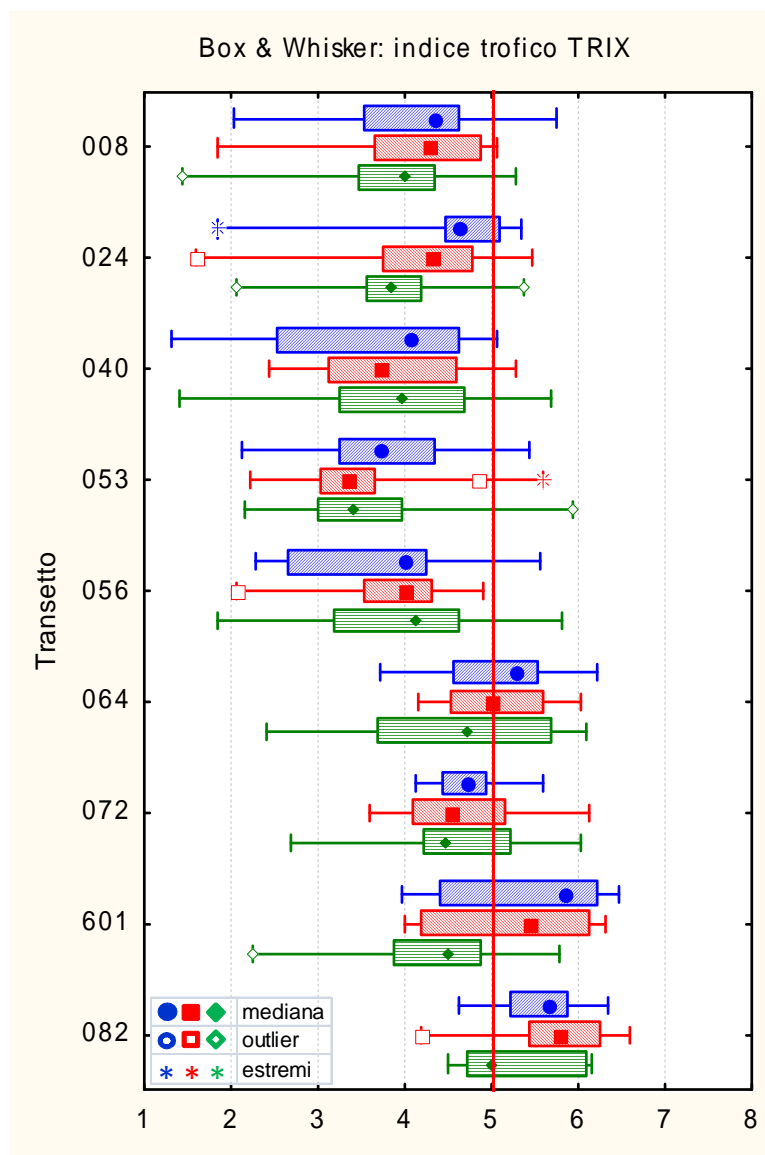
I valori relativi al periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla *a* misurata *in situ* con fluorimetro associato alla sonda, evidenziano per le acque di superficie un valore medio annuale di indice trofico pari a 4.40 (classe “buono”) con un minimo di 1.31 (stazione 10400, campagna di aprile) ed un massimo di 6.59 (stazione 20820, aprile).

In figura 27 sono riportati gli andamenti dei valori medi dell’indice trofico calcolato sulle sole stazioni a 500 m dalla costa, 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 delle campagne di maggio e novembre in cui l’indice raggiunge valori medi compresi nella classe “mediocre”. Considerando invece il valore calcolato attraverso il parametro clorofilla *a* analitica, si osserva come l’andamento sia pressoché analogo a quello del TRIX calcolato utilizzando i dati di clorofilla da CTD, pur attestandosi su valori numerici leggermente più alti.



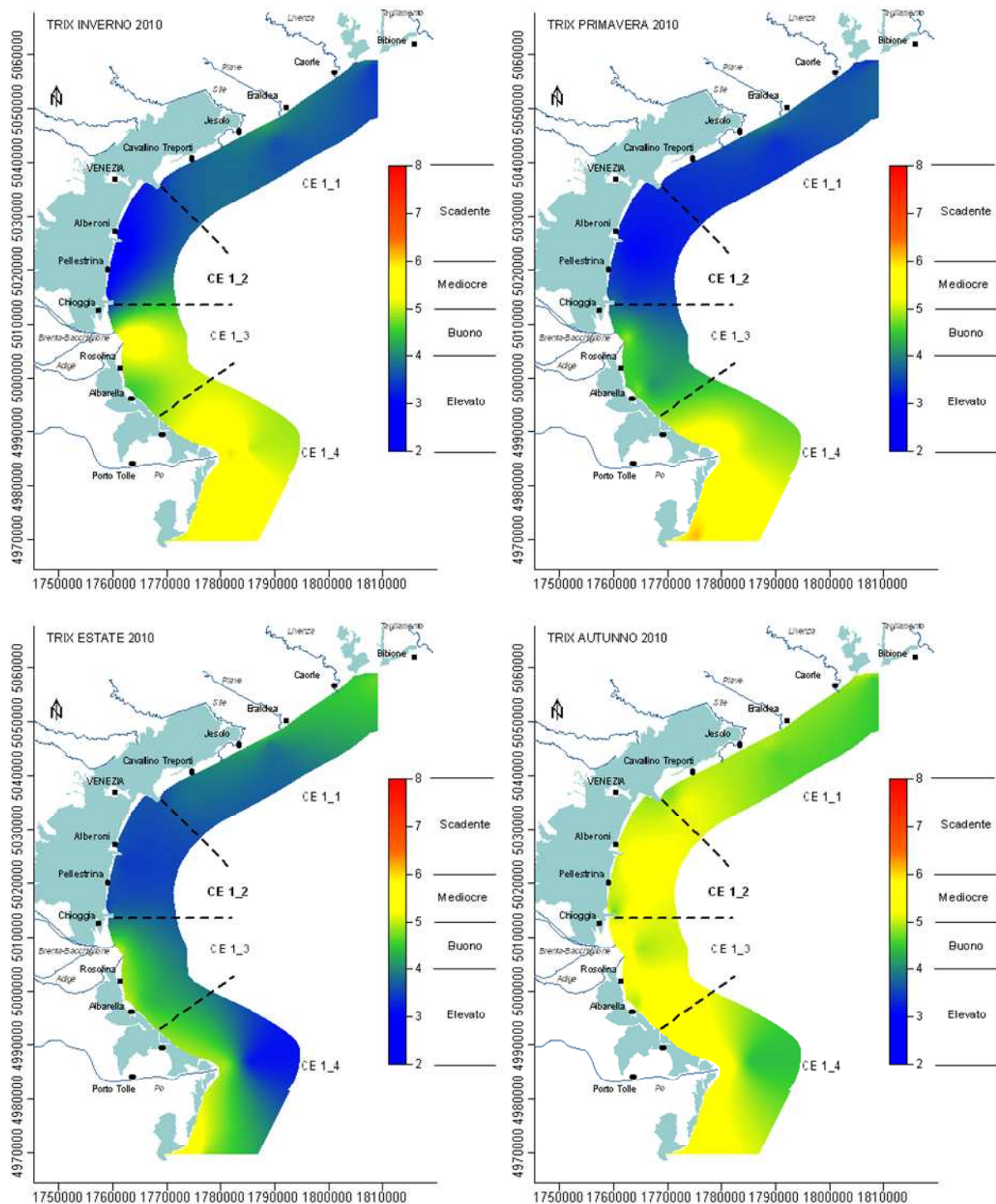
**Figura 27: Valori medi di TRIX (calcolato con clorofilla rilevata con CTD e con metodo analitico) in superficie alle stazioni a 500 m dalla costa, per campagna di rilevamento.**

I valori di TRIX calcolati, utilizzando la clorofilla *a* misurata *in situ* con fluorimetro associato alla sonda, su tutte le tre stazioni e visualizzati per ciascun transetto (Fig. 28) mostrano ancora come l'area a sud del Porto di Chioggia (corrispondente ai transetti 064, 072, 601 e 082) risulti caratterizzata da valori mediani di indice trofico più elevati rispetto al resto della costa. Tutti i transetti a nord (008, 024, 040) sono riconducibili, come valore medio annuo, alla classe "buono" e quelli di fronte alla laguna di Venezia (053 e 056) alla classe "elevato".



**Figura 28:** Valori medi di TRIX calcolati per ciascun transetto (clorofilla *a* da fluorimetro).

In figura 29 si osservano nello specifico le mappe di distribuzione dei valori medi stagionali di TRIX (calcolati utilizzando clorofilla *a* rilevata con fluorimetro). Dalla figura si evidenzia come la fascia costiera antistante la laguna di Venezia presenti valori di indice trofico compresi nella classi “elevato” (con TRIX compreso tra 3 e 4), con l’eccezione del periodo autunnale (per i motivi illustrati ai paragrafi 5.1.1 e 5.1.3); spostandosi verso nord si passa a “buono” (nelle stazioni prossime alla costa, con TRIX compreso tra 4 e 5) in estate e autunno. Differente la situazione nella fascia costiera a sud in cui i due corpi idrici, rispettivamente CE1\_3 (transetti 064, 072) e CE1\_4 (transetti 601 e 082) sono influenzati dalle foci di fiumi quali Brenta-Bacchiglione, Adige e Po; entrambi, risentendo dei forti apporti fluviali, presentano una distribuzione di valori di TRIX tale da classificare le stazioni qui localizzate tra le classi “buono” e “mediocre”, soprattutto nelle aree più prossime alla linea di costa; solo nel periodo estivo i valori di indice trofico si abbassano rientrando ovunque nella classe “buono” e addirittura “elevato” nelle stazioni al largo.



**Figura 29: Distribuzione dei valori medi di TRIX calcolati nelle varie stagioni dell'anno 2010.**

#### 5.1.14 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 51777397 cell/l (rinvenuto nella stazione 10820 nella prima quindicina di agosto) ed un minimo assoluto pari a 501529 cell/l (rinvenuto nella stazione 10080 a gennaio).

Nella figura 30 vengono riportati gli andamenti per le abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinoficee, per il gruppo Altro fitoplancton e per Nanoflagellati. Dal confronto si nota come il fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla componente Diatomee mentre, rispetto agli altri anni, diviene importante anche il contributo di Dinoficee e Nanoflagellati soprattutto nei mesi estivi.

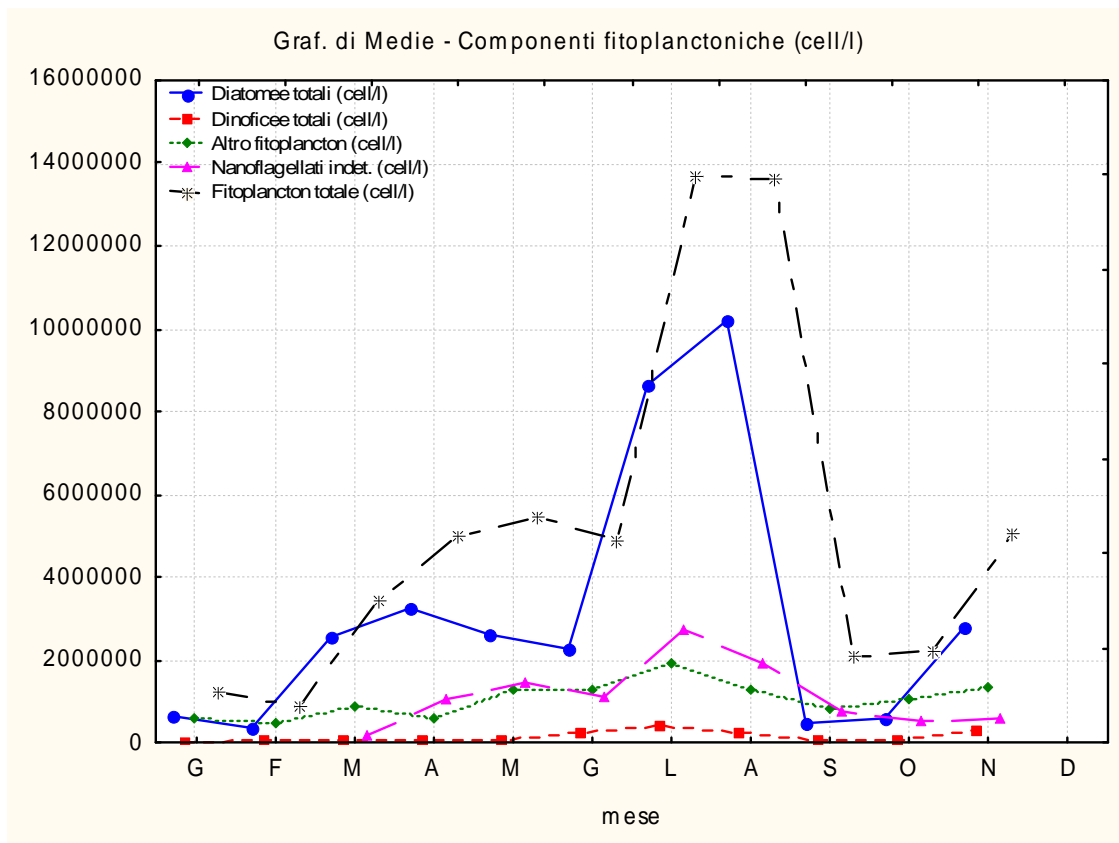


Figura 30: Valori medi delle abbondanze fitoplanctoniche (cell/l) nelle stazioni a 500 m dalla costa.

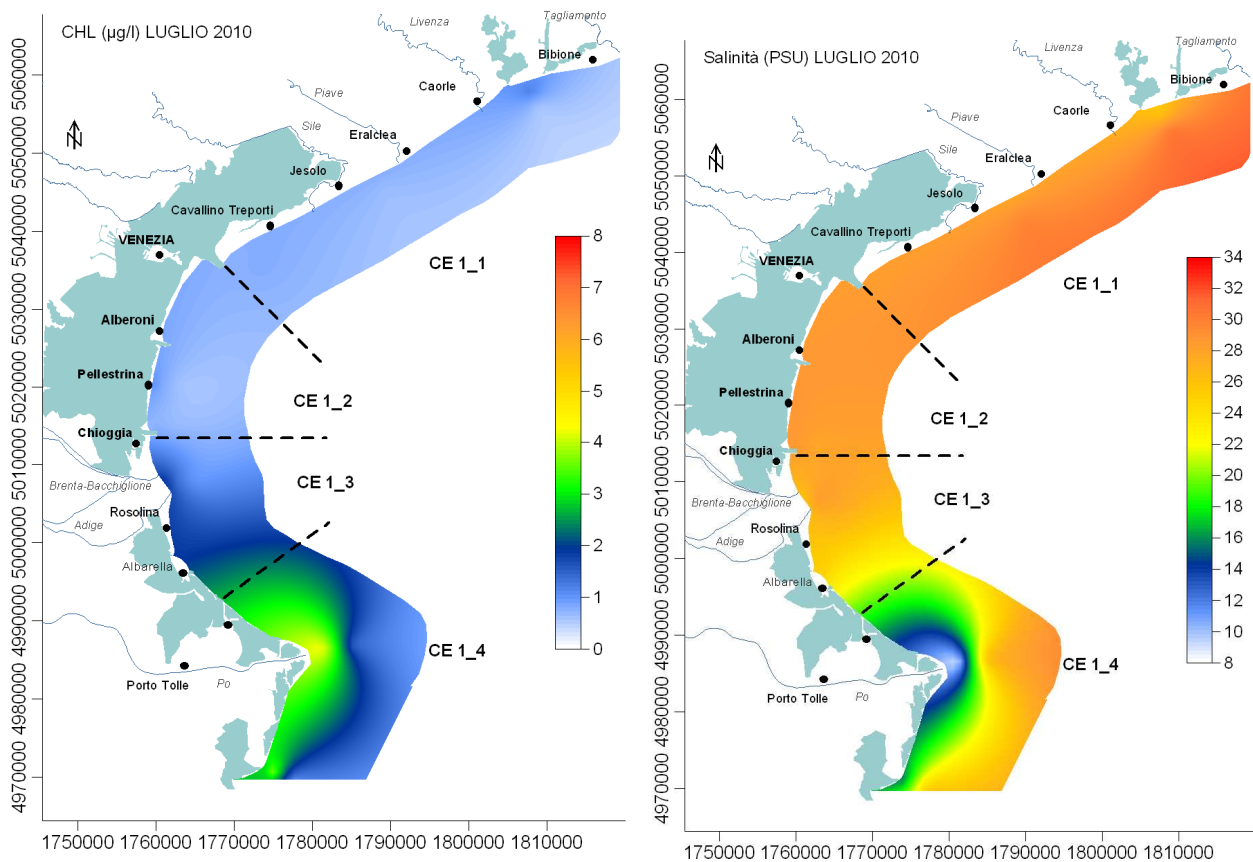
Dall'analisi del grafico è possibile evidenziare un andamento abbastanza tradizionale della distribuzione delle abbondanze fitoplanctoniche, caratterizzato da valori crescenti a partire dalla primavera, con valori massimi tra luglio e agosto, legati ad una forte presenza di Diatomee; nei primi due mesi dell'anno e poi da settembre le abbondanze si riducono, con valori minimi nel mese di febbraio.

In dettaglio, i valori elevati osservabili nella campagna di luglio (5, 6, 8, 9 luglio) sono riconducibili alle forti abbondanze registrate lungo tutta la costa, con valori superiori ai 10 milioni di cell/l dall'area antistante la laguna di Venezia verso sud e, principalmente, nelle stazioni 16010 e 10820 davanti al delta del Po con oltre 20 milioni di cell/l; in questi due casi risulta preponderante la componente delle Diatomee, con *Chaetoceros tenuissimus* (rispettivamente alla stazione 16010 con 1.5 e alla stazione 10820 con 8 milioni di cell/l) e *Skeletonema spp.* (rispettivamente 5 e 3 milioni di cell/l), inoltre alla stazione 10820 sono state rilevate Cryptophyceae indet. (oltre 2.4 milioni di cell/l) e Nanoflagellati indet. (oltre 3 milioni di cell/l).

Per quanto riguarda invece la campagna di agosto (2, 3, 5, 10 agosto) le abbondanze si mantengono elevate su tutta la costa ma sotto i 10 milioni di cell/l, con l'eccezione delle stazioni 10720 a Rosolina (oltre 22.7 milioni) e 10820 di fronte alla foce del Po di Tolle (massimo assoluto pari a oltre 51.7 milioni di cell/l). Nella stazione di Rosolina le abbondanze maggiori sono state a carico di *Leptocylindrus spp.* (7.5 milioni di cell/l), Bacillariophyceae indet. (4.3 milioni), *Chaetoceros tenuissimus* e *Chaetoceros spp.* (entrambi oltre 2.8 milioni) e *Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex* (2.2 milioni di cell/l); per quanto attiene la composizione del campione

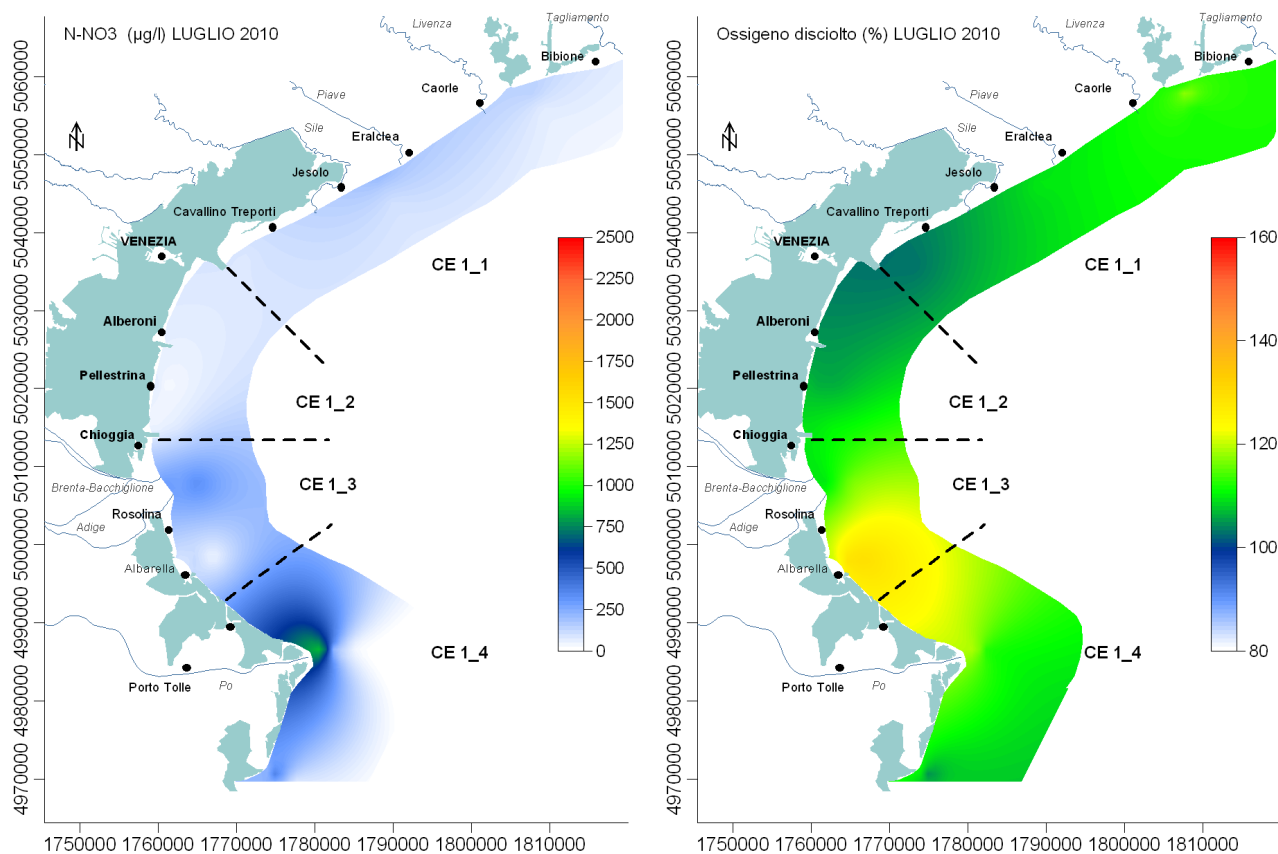
prelevato di fronte al Po di Tolle esso era costituito prevalentemente da *Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex* (7.6 milioni di cell/l), Nanoflagellati indet. (3.7 milioni), *Chaetoceros tenuissimus* e Bacillariophyceae indet. (entrambi oltre 2.8 milioni) e Cryptophyceae indet. (oltre 2 milioni).

Le figure 31 e 32 mostrano le mappe di distribuzione di alcuni dei parametri nella campagna di luglio, rispettivamente in figura 31 clorofilla *a* (rilevazione con fluorimetro) e salinità e, in figura 32, azoto nitrico e ossigeno disciolto in % di saturazione. I valori di ossigenazione risultano superare il livello di saturazione nell'area a sud di Rosolina (transetto 072), da dove inizia, estendendosi verso il limite meridionale di costa, a ridursi il grado di salinità delle acque mentre aumentano sia le concentrazioni di azoto nitrico che quelle di clorofilla.



**Figura 31: Mappe di distribuzione dei valori di clorofilla ( $\mu\text{g/l}$ ) e salinità (PSU) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nella campagna di luglio 2010.**

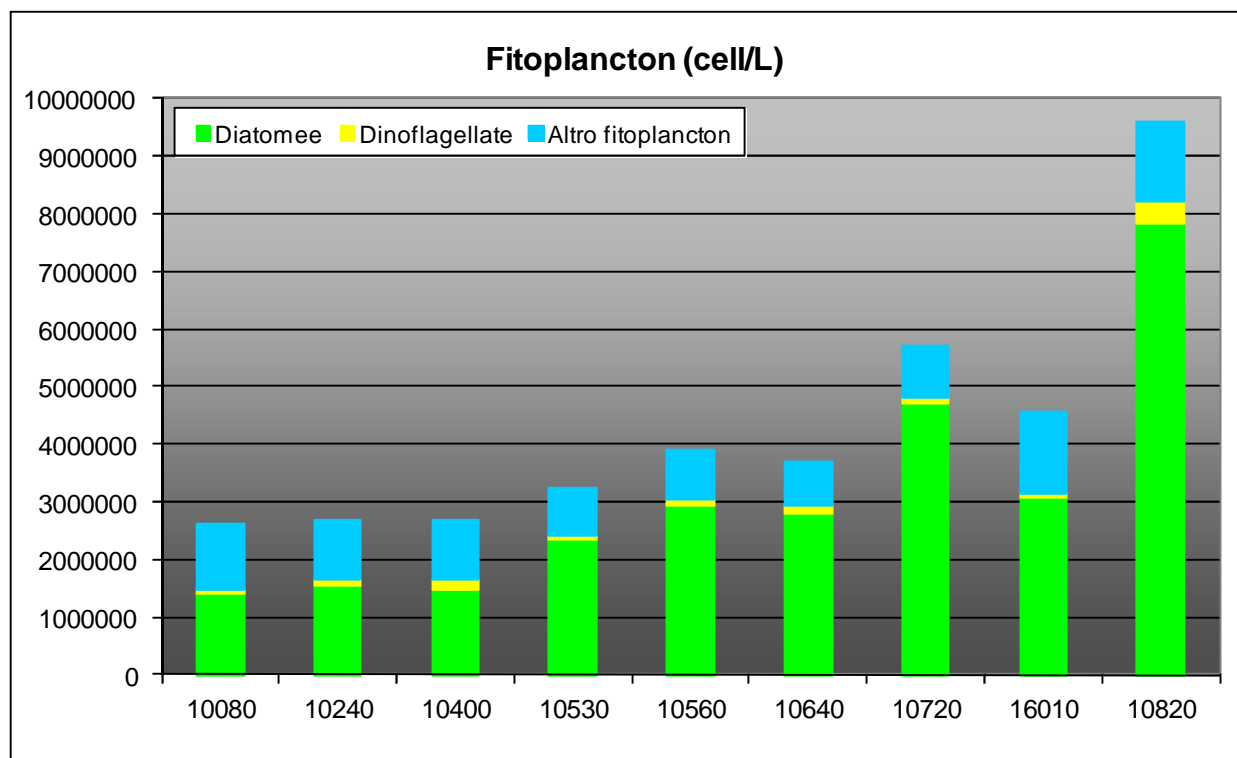




**Figura 32: Mappe di distribuzione dei valori di azoto nitrico ( $\mu\text{g/l}$ ) e ossigeno disciolto (%) lungo la fascia costiera rilevati nella campagna di luglio 2010.**

In figura 33 sono riportate invece le abbondanze medie dei tre diversi raggruppamenti per singola stazione di campionamento nell'anno 2010. La figura 33 mostra l'andamento tipico registrato negli scorsi anni: si può notare come le abbondanze maggiori quantitativamente si riscontrino in quei transetti lungo la costa più influenzati dagli apporti fluviali e di conseguenza più ricchi in sostanze nutritive (transetti 064, 072 e 601 e soprattutto 082), dove il contributo al fitoplancton totale risulta sempre legato alla componente delle Diatomee.





**Figura 33: Valori medi delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per transetto.**

Nell'anno 2010 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

<b>DIATOMEEE</b>	
Achnanthes sp.	Ditylum brightwellii
Amphiprora sp.	Eucampia cornuta
Amphora sp.	Fragilaria crotonensis
Asterionella formosa	Fragilaria sp.
Asterionella gracillima	Gomphonema sp.
Asterionella sp.	Guinardia flaccida
Asterionellopsis glacialis	Hemiaulus hauckii
Asteromphalus flabellatus	Leptocylindrus danicus
Asteromphalus sp.	Leptocylindrus sp.
Attheya zachariasi	Licmophora sp.
Aulacoseira granulata	Lioloma pacificum
Bacillariales indet.	Melosira sp.
Bacillariophyceae indet.	Navicula sp.
Bacteriastrium sp.	Nitzschia longissima
Biddulphia sp.	Nitzschia sigma
Cerataulina pelagica	Nitzschia sp.
Chaetoceros brevis	Pleurosigma sp.
Chaetoceros danicus	Proboscia alata
Chaetoceros lorenzianus	Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima
Chaetoceros minimus	Pseudo-nitzschia seriata

<b>DIATOMEE</b>	
Chaetoceros sp.	Pseudo-nitzschia sp.
Chaetoceros tenuissimus	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Chaetoceros thronsenii	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Cocconeis sp.	Rhizosolenia sp.
Coscinodiscus sp.	Rhoicosphenia curvata
Cyclotella glomerata	Skeletonema menzeli
Cyclotella sp.	Skeletonema sp.
Cylindrotheca closterium	Surirella sp.
Cylindrotheca sp.	Synedra sp.
Cymbella sp.	Tabellaria fenestrata
Dactyliosolen blavyanus	Thalassionema nitzschioides
Dactyliosolen fragilissimus	Thalassiosira rotula
Diatoma sp.	Thalassiosira sp.
Diploneis sp.	

<b>DINOFICEE</b>	
Alexandrium minutum	Minuscola bipes
Alexandrium sp.	Ostreopsis sp.
Alexandrium tamarense	Oxytoxum caudatum
Ceratium candelabrum	Oxytoxum sp.
Ceratium furca	Peridinium quinquecorne
Ceratium fusus	Podolampas palmipes
Dinophyceae indet.	Prorocentrum compressum
Dinophysis caudata	Prorocentrum gracile
Dinophysis sacculus	Prorocentrum micans
Dinophysis sp.	Prorocentrum minimum
Diplopsalis sp.	Prorocentrum sp.
Gonyaulax sp.	Protoceratium reticulatum
Gymnodinium catenatum	Protoperidinium diabolium
Gymnodinium sp.	Protoperidinium divergens
Gyrodinium fusiforme	Protoperidinium sp.
Gyrodinium sp.	Scripsiella trochoidea
Heterocapsa sp.	Torodinium robustum
Lingulodinium polyedrum	Torodinium sp.
Mesoporos sp.	Torodinium teredo

<b>ALTRO FITOPLANCTON</b>	
Actinastrum sp.	Eutreptiella sp.
Altro Fitoplancton indet.	Hermesinum adriaticum
Ankistrodesmus sp.	Kirchneriella sp.
Apedinella sp.	Leucocryptos marina

ALTRO FITOPLANCTON	
Apedinella spinifera	Mallomonas sp.
Chlamydomonas sp.	Meringosphaera sp.
Chlorophyceae indet.	Merismopedia sp.
Chrysochromulina sp.	Micractinium sp.
Closterium sp.	Nanoflagellati indet.
Coelastrum sp.	Octactis octonaria
Crucigenia tetrapedia	Pandorina sp.
Cryptophyceae indet.	Pediastrum sp.
Crysophyceae indet.	Phacus sp.
Cyanophyceae indet.	Prasinophyceae indet.
Dictyocha sp.	Prymnesiophyceae indet.
Dinobryon sp.	Pseudopedinella sp.
Eudorina sp.	Scenedesmus quadricauda
Euglena acusformis	Scenedesmus sp.
Euglena sp.	Tetraedron minimum
Euglenophyceae indet.	Tetraedron sp.

Sono state rinvenute 145 varietà di fitoplancton di cui 133 a livello di genere o specie e 12 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

Gruppo	N° taxa	% del gruppo sul totale
Diatomee	67	46.21%
Dinoflagellate	38	26.21%
Altro fitoplancton	40	27.58%

#### 5.1.15 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 ha previsto la ricerca delle seguenti specie potenzialmente tossiche:

*Alexandrium spp.*

*Alexandrium minutum*

*Alexandrium tamarense*

*Dinophysis spp.*

*Lingulodinium polyedrum*

*Gymnodinium catenatum*

*Protoceratium reticulatum* (ex *Gonyaulax grindley*)

*Pseudo-nitzschia spp.*

*Pseudo-nitzschia seriata*

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 negli ultimi anni in altre zone costiere italiane.

Delle specie sopra elencate, nei campioni analizzati nel corso dell'anno 2010 sono stati rilevati *Alexandrium minutum*, *Dinophysis spp.*, *Lingulodinium polyedrum*, *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia seriata* (tutti in modo sporadico) e *Pseudo-nitzschia spp.*, mentre *Alexandrium tamarense*, *Gymnodinium catenatum* e *Ostreopsis ovata* non sono mai stati individuati.

In figura 34 si riporta l'andamento temporale delle concentrazioni medie per campagna di *Alexandrium minutum*, *Dinophysis spp.*, *Lingulodinium polyedrum*, *Protoceratium reticulatum*; dalla figura si evince come nel 2010, a fronte di sporadiche e limitate presenze di *A. minutum* e *P. reticulatum* anche in mesi invernali e autunnali, il periodo tardo primaverile - estivo sia quello maggiormente interessato dalla presenza di *Dinophysis spp.* (giugno – settembre) e *Lingulodinium polyedrum* (maggio e giugno).

Per quanto riguarda invece la specie *Pseudo-nitzschia* spp. dalla figura 35 contrariamente all'anno precedente in cui si osservava la presenza in quasi tutti i mesi estivi, nel 2010 sono stati rilevati due importanti eventi nei mesi di agosto e novembre con valori medi rispettivamente di 2.5 e 1.7 milioni di cell/l. Nel caso di agosto sono state osservate abbondanze elevate in tutte le stazioni dalla zona antistante la laguna di Venezia fino a sud alla stazione 10820 (massimo pari a oltre 8 milioni di cell/l); a novembre anche le stazioni a nord presentavano valori di abbondanza elevati. E' da evidenziare, in relazione alle abbondanze di questa alga, che nel fitoplancton dell'Adriatico cellule del genere *Pseudo-nitzschia* sono comunemente presenti.

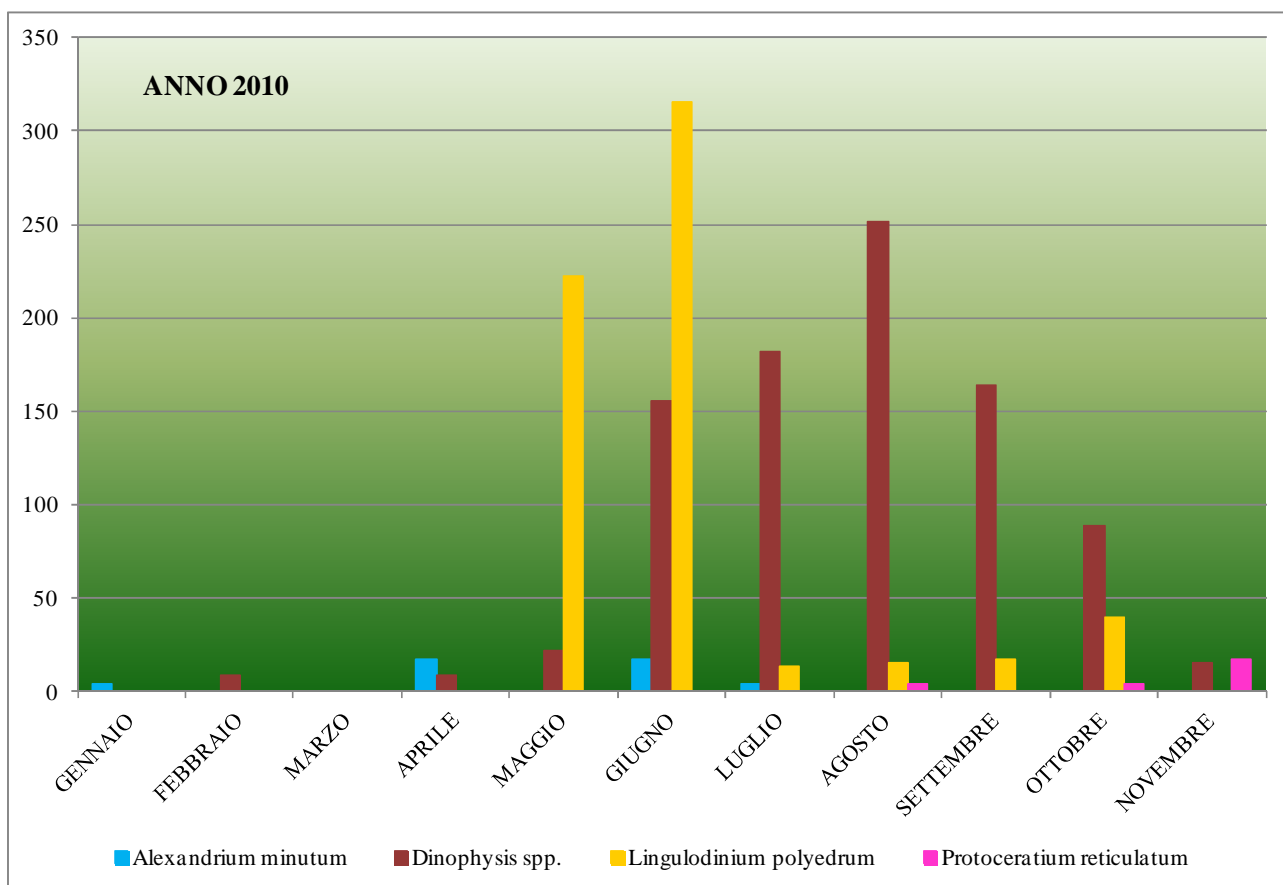
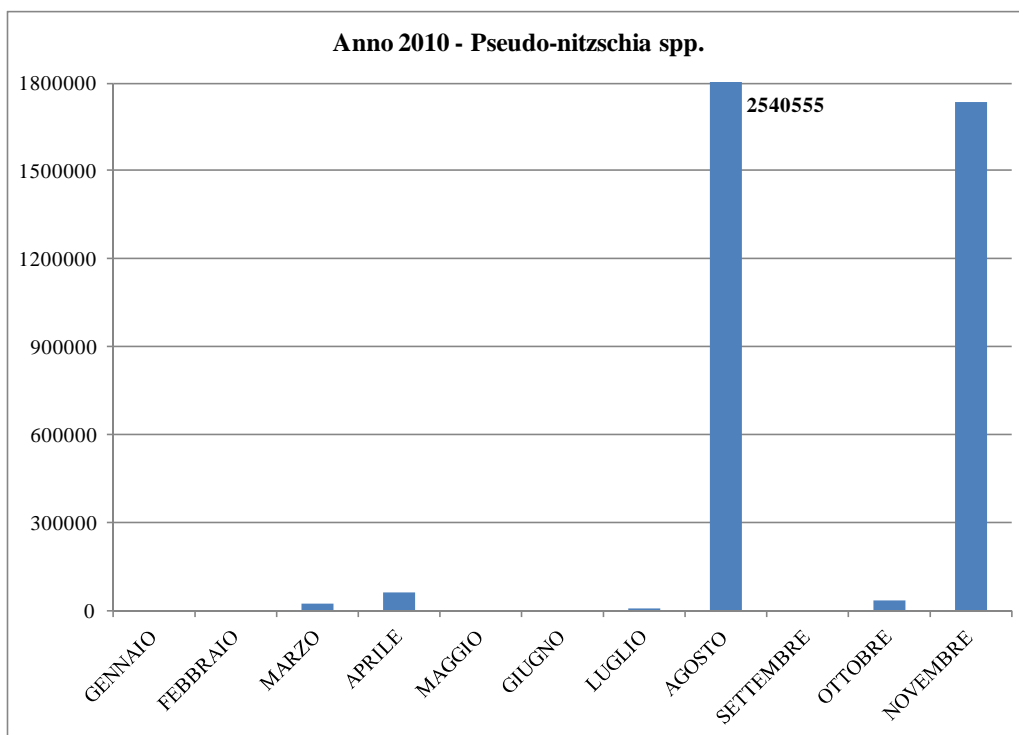


Figura 34: Distribuzioni temporali (medie mensili) delle concentrazioni di alghe potenzialmente tossiche.



**Figura 35: Distribuzione temporale (medie mensili) dell'alga potenzialmente tossica *Pseudo-nitzschia* spp. (cell/l).**

Nel corso del 2010 il valore limite di abbondanza per *Dinophysis* spp. indicato nei D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/l (molluschicoltura), è stato raggiunto in una sola occasione alla stazione 16010 nella campagna di agosto (1000 cell/l); non si è verificato alcun superamento per quanto riguarda il limite di  $10 \cdot 10^6$  cell/l per *Alexandrium* spp. consigliato dal Ministero della Sanità con circolare del 31.7.1998 per vietare la balneazione.

## 5.2 MATRICE BIOTA

### 5.2.1 ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI

Nel corso del 2010 è proseguito inoltre il programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi come previsto dal D.Lgs 152/2006 - Allegato 2 - Sezione C, all'interno del quale sono illustrati 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. Dall'analisi dei parametri indagati su acqua e biota durante l'anno 2010, le acque costiere venete del Mare Adriatico risultano complessivamente idonee alla vita dei molluschi avendo rispettato i valori percentuali di conformità previsti dalla legge.

### 5.2.2 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI

Il campionamento su matrice biota per la caratterizzazione dello stato degli ecosistemi marini è stato previsto inizialmente ai sensi dell'ex 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); i parametri rilevati su questa matrice sono Idrocarburi clorurati, DD's, PoliCloroBifenili e metalli. Dall'analisi dei dati rilevati nel corso dei campionamenti di biota dell'anno 2010, non risultano evidenze di situazioni di bioaccumulo tali da indicare una compromissione del sistema indagato.

In riferimento al D.M. 56/2009, i parametri indagati sono mercurio (al posto di mercurio e composti), esaclorobutadiene e esaclorobenzene misurati sul mitile in peso umido. Mentre per questi ultimi due parametri i valori sono sempre inferiori al limite di detezione e al limite indicato dal DM 56/2009, per il mercurio su 13 analisi tre sono risultate superiori al limite; va sottolineato comunque la incongruità del valore limite per lo stato chimico (20 µg/kg p.f.) che è ben inferiore al limite per la classificazione delle acque destinate alla vita dei molluschi (0.5 ppm, equivalente a 500 µg/kg p.f.).

### 5.3 MATRICE SEDIMENTO

Il campionamento su matrice sedimento è stato eseguito in adempimento a quanto previsto dal Decreto Ministeriale n. 56 del 14 aprile 2009. La collocazione delle stazioni in 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 della stazione antistante la foce del Po di Pila (St. 16012) (Tab. 8).

I sedimenti provenienti da foci fluviali presenti nella costa veneta, a causa del sistema di correnti di circolazione antioraria, tipico del periodo invernale, e dell'effetto legato alla movimentazione ondosa vengono trasportati e ridistribuiti verso il largo in direzione sud-est; le frazioni grossolane si ridistribuiscono sottocosta mentre quelle fini vengono trasportate più ampiamente verso il largo e verso sud (Frasconi *et al.*, 2000). La frazione pelitica costituisce, all'analisi granulometrica, la componente con diametro inferiore a 0,063 mm; segue la componente a sabbia con diametro compreso tra 0,063 mm e 2 mm, ed infine la ghiaia con diametro superiore a 2 mm (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*). La scelta di utilizzare come discriminante per il posizionamento delle stazioni la percentuale di componente pelitica sta nel fatto che i contaminanti non si distribuiscono in modo omogeneo nelle varie frazioni che compongono il sedimento, ma si concentrano maggiormente in quelle più fini ove la maggiore superficie ne consente l'adsorbimento in quantità superiore.

Codice stazioni Rete Regionale Veneto	Comune e località	Distanza dalla costa (m)	Profondità fondale (m)
10082	Caorle-VE (Foce canale dei Lovi)	3704.0	13.0
10242	Jesolo-VE (Foce del Piave)	3518.8	14.0
30402	Cavallino Treporti-VE (Porto Lido Nord)	3704.4	13.0
30532	S. Pietro in Volta-VE (Lido Pellestrina)	3704.0	14.0
10562	Pellestrina-VE (Ca' Roman)	3333.6	16.0
30642	Chioggia-VE (Fossone)	3704.0	19.0
30722	Rosolina-RO (Porto Caleri)	3704.0	13.5
16012	Porto Tolle-RO (Po della Pila)	740.8	13.0
10822	Porto Tolle-RO (Po di Tolle)	3706.0	15.0

Tabella 8: Localizzazione delle stazioni di campionamento, loro distanza dalla costa e profondità.

In questa matrice i composti analizzati sono Idrocarburi Policiclici Aromatici, PoliCloroBifenili, organostannici e metalli, oltre a saggi ecotossicologici. Per quanto attiene i rilevamenti effettuati nel corso del 2010, per la maggior parte delle sostanze non sono state osservate concentrazioni superiori

agli standard di riferimento indicati dal D.M. 56/2009, ad eccezione, come già evidenziato per gli anni precedenti, delle concentrazioni di alcuni dei metalli indagati che risultano talvolta superare quelle indicate nel decreto sia come standard di qualità SQA che come valore di SQA maggiorato del 20% (come previsto dal decreto stesso). In dettaglio la presenza di mercurio in tutte le stazioni, eccetto quelle antistante il delta del Po (16012 e 10822), risulta superiore allo standard maggiorato (0.36 mg/kg s.s.); nelle stazioni non contaminate da mercurio sono invece presenti cadmio e nichel con valori superiori all'SQA+20% (rispettivamente Cd 0.36 e Ni 36 mg/kg s.s.). tutti gli altri parametri indagati sono inferiori rispetto al rispettivo SQA. Le batterie di saggi associate alle indagini chimiche (Saggio algale su *Dunaliella tertiolecta*; saggio con *Tigriopus fulvus*; test *Vibrio fischeri* su fase liquida e su fase solida) hanno sempre evidenziato assenza di tossicità; il saggio con *Vibrio fischeri* su fase solida in due casi manifestava presenza di tossicità, precisamente alle stazioni 10242 (TU=340.5 e STI=0.868) e 16012 (TU=194.3 e STI=0.482).

#### 5.4 MATRICE BENTHOS

Nel corso del 2010 sono state realizzate due campagne per lo studio delle comunità macrozoobentoniche di fondi sabbiosi e fangosi, la prima campagna è stata effettuata nel mese di marzo e la seconda a ottobre; quest'ultima, a causa delle condizioni meteorologiche avverse che hanno impedito la realizzazione del campionamento, non è stata portata a conclusione, mancano quindi i dati relativi a quasi tutte le stazioni al largo. A seguito della definizione dei corpi idrici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, alcune delle stazioni monitorate negli anni precedenti sono state sostituite da nuovi punti di campionamento che rientrassero nell'areale di ogni corpo idrico, cercando, laddove possibile in funzione della composizione del substrato (fondale fangoso), di farle coincidere con le stazioni di campionamento della matrice acqua posizionate al largo.

Le stazioni a fondale sabbioso sono localizzate in prossimità della fascia costiera mentre quelle a fondale fangoso sono corrispondenti alle stazioni su cui viene realizzato il campionamento di sedimento per la determinazione chimica (Tab. 9).

Codice transetto	Comune e località	Codice stazioni Rete Regionale Veneto	Distanza dalla costa (m)	Profondità fondale (m)
<b>008</b>	Caorle-VE (Foce canale dei Lovi)	<b>10083</b>	370.0	2.0
		<b>30083</b>	3704.0	13.0
<b>024</b>	Jesolo-VE (Foce del Piave)	<b>10243</b>	278.0	2.5
		<b>30243</b>	3518.8	14.0
<b>040</b>	Cavallino Treporti-VE (Porto Lido Nord)	<b>10403</b>	259.0	4.5
		<b>30403</b>	3704.4	13.0
<b>053</b>	S. Pietro in Volta-VE (Lido Pellestrina)	<b>10533</b>	370.0	5.0
		<b>40533</b>	3704.0	14.0
<b>056</b>	Pellestrina-VE (Ca' Roman)	<b>10563</b>	407.0	2.0
		<b>30563</b>	3333.6	16.0
<b>064</b>	Chioggia-VE (Isola Verde)	<b>10643</b>	370.0	2.5
		<b>40643</b>	3704.0	19.0
<b>072</b>	Rosolina-RO (Porto Caleri)	<b>10723</b>	1111.0	3.0
		<b>40723</b>	3704.0	14.0
<b>601</b>	Porto Tolle-RO (Po della Pila)	<b>16013</b>	370.0	5.0
		<b>36013</b>	740.8	13.0
<b>082</b>	Porto Tolle-RO (Po di Tolle)	<b>10823</b>	500.0	5.0
		<b>30823</b>	3704.0	15.0

Tabella 9: Localizzazione delle stazioni di campionamento, loro distanza dalla costa e profondità.

#### 5.4.1 LE INDAGINI

Per ogni campione analizzato viene redatta la lista specie completa, unitamente agli indici che caratterizzano la comunità presente nel campione. Le forme coloniali (poriferi, cnidari e briozoi), i foraminiferi, i platelminti, i nemertini, i nematodi, gli oligocheti e gli emicordati sono riportati nella lista specie, laddove rilevati, ma esclusi dall'analisi statistica. È stata elaborata, per ciascun campione, la matrice quantitativa dei dati su cui calcolare i seguenti parametri strutturali della comunità:

- numero specie presenti;
- numero individui;
- indice di diversità specifica (Shannon e Weaver, 1949), tiene conto del numero di specie presenti e di come gli individui siano distribuiti in esse. Esso varia tra 0 e  $+\infty$ , vale 0 quando tutti gli individui presenti nel campione appartengono alla stessa specie e aumenta all'aumentare del numero di specie;
- indice di ricchezza specifica (Margalef, 1958), considera il rapporto tra il numero di specie totali e il numero totale di individui di una comunità.

Si è deciso inoltre di provare l'applicazione del Coefficiente Biotico **AMBI** di Borja (Borja *et al.*, 2000) per valutare lo stato di qualità ambientale nelle stazioni a fondo mobile analizzate sia per il tipo di dato richiesto (abbondanza specifica) sia per la facilità e velocità di applicazione, caratteristiche che risultano indispensabili per una applicazione in monitoraggi di routine.

L'AMBI è stato proposto per valutare lo stato di qualità di ambienti marini estuarini e costieri in Europa. Il lavoro originale è stato eseguito studiando le comunità presenti lungo la costa basca i cui taxa sono stati attribuiti a cinque differenti gruppi ecologici sulla base della loro sensibilità o tolleranza ad un eccesso di materia organica. I cinque gruppi fanno riferimento ai gruppi individuati da Grall e Glémarec (1997), che avevano precedentemente proposto un Indice Biotico basato sulla percentuale di abbondanza dei gruppi e che assume valori discreti compresi tra 0 e 6, mentre il Coefficiente Biotico di Borja varia in modo continuo nello stesso intervallo di valori. I gruppi ecologici sono così rappresentati:

- Gruppo I: comprende specie molto sensibili all'arricchimento organico, presenti quindi quando l'ambiente è intatto e soggette a scomparsa anche a seguito di un leggero squilibrio.
- Gruppo II: è caratterizzato da specie indifferenti all'arricchimento, presenti in ridotte densità e senza variazioni significative nel tempo, che possono svilupparsi a seguito della riduzione delle specie del gruppo I.
- Gruppo III: specie tolleranti ad un eccesso di sostanza organica, che sono stimolate dall'arricchimento quindi in situazioni di disequilibrio.
- Gruppo IV: specie opportunistiche di secondo ordine, si sviluppano in condizioni di disequilibrio.
- Gruppo V: specie opportunistiche di primo ordine, presenti in condizioni di forte disequilibrio.

Come sopra riportato, l'indice originariamente è stato costruito in riferimento a inquinamento organico; successivamente esso è stato testato in situazioni differenti (ICES, 2004): impatti di tipo chimico e fisico, quali contaminazioni da metalli pesanti, inquinamenti diffusi, condizioni eutrofiche, dragaggi, costruzioni portuali, movimentazione di materiali dal fondale, etc. (Caselli *et al.*, 2003; Forni e Occhipinti Ambrogi, 2004; Bonne *et al.*, 2003; Gorostiaga *et al.*, 2004; Salas *et al.*, 2004).

Il coefficiente viene calcolato considerando per ogni campione la percentuale di abbondanza di ciascun gruppo con la formula:

$$AMBI = ((0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV))/100$$

Il valore di AMBI varia da 0, situazione in cui tutte le specie appartengono al gruppo I e si è in condizioni di assenza di inquinamento, a 6 in cui tutti gli organismi appartengono al gruppo V e



l'ambiente è fortemente inquinato, mentre il valore corrispondente a 7 è indice di un ambiente privo di vita (azoico).

Un ulteriore sviluppo dell'applicazione ha portato alla scelta di utilizzare in combinazione l'indice di diversità di Shannon, l'indice di ricchezza specifica e AMBI con un approccio multivariato formulando il metodo denominato **M-AMBI** (Multivariate AMBI); M-AMBI fornisce un indice numerico che varia da 0 (stato ecologico scadente) a 1 (stato ecologico elevato) in accordo ai requisiti indicati dalla Direttiva 2000/60/CE.

Con l'ausilio del programma AMBI (AZTI Marine Biotic Index) fornito gratuitamente dal Technological Institute for Fisheries and Food (AZTI) di San Sebastian (Spagna) attraverso il proprio sito, è stato applicato il sistema ai dati rilevati presso le stazioni monitorate per il calcolo dell'indice AMBI e la determinazione di M-AMBI.

Il sistema per la determinazione del Coefficiente Biotico e di M-AMBI è stato applicato ai dati rilevati nella fascia costiera studiata, pur essendo primariamente costruito su dati e con condizioni di riferimento rilevati nell'area costiera basca. In questo approccio vengono utilizzate le condizioni di riferimento e i limiti di classe tra stato buono ed elevato e tra buono e sufficiente individuati nel D.M. 260/2010 per le acque del macrotipo 3, cioè per le acque a bassa stabilità corrispondenti a siti costieri non influenzati da apporti di acque dolci continentali, in quanto non sono previsti nel D.M. riferimenti per il macrotipo 1 (acque ad alta stabilità) cioè per siti costieri fortemente influenzati da apporti di acque dolci, quali sono quelle del sistema costiero veneto; in successive fasi di validazione del metodo di classificazione M-AMBI nell'Esercizio di Intercalibrazione MED GIG è risultato quanto segue (cfr. Report Acque Marino Costiere - allegato II del DM. 260/2010 - Marzo 2012) "...non è emersa una caratterizzazione dei popolamenti relazionata alla stabilità della colonna d'acqua; quindi la proposta fatta nella prima fase dell'esercizio di Intercalibrazione di suddividere, per l'EQB macroinvertebrati, il Mediterraneo in tre tipologie (Alta, media e bassa stabilità) al momento non sembra suffragata da evidenze sperimentali. La decisione quindi è quella di identificare un unico Tipo coincidente con il Tipo 3 (bassa stabilità)". Si è pertanto proceduto all'analisi dei risultati utilizzando tali metriche, riportate nella tabella 10, sia per quanto riguarda le stazioni costiere che per quelle al largo, indipendentemente dalla tipologia di fondale.

MACROTIPO	VALORI DI RIFERIMENTO			RQE	
	AMBI	H'	S	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
3	0.5	4	30	0.81	0.61

**Tabella 10: Limiti di classe e valori di riferimento per l'M-AMBI.**

#### 5.4.2 I RISULTATI

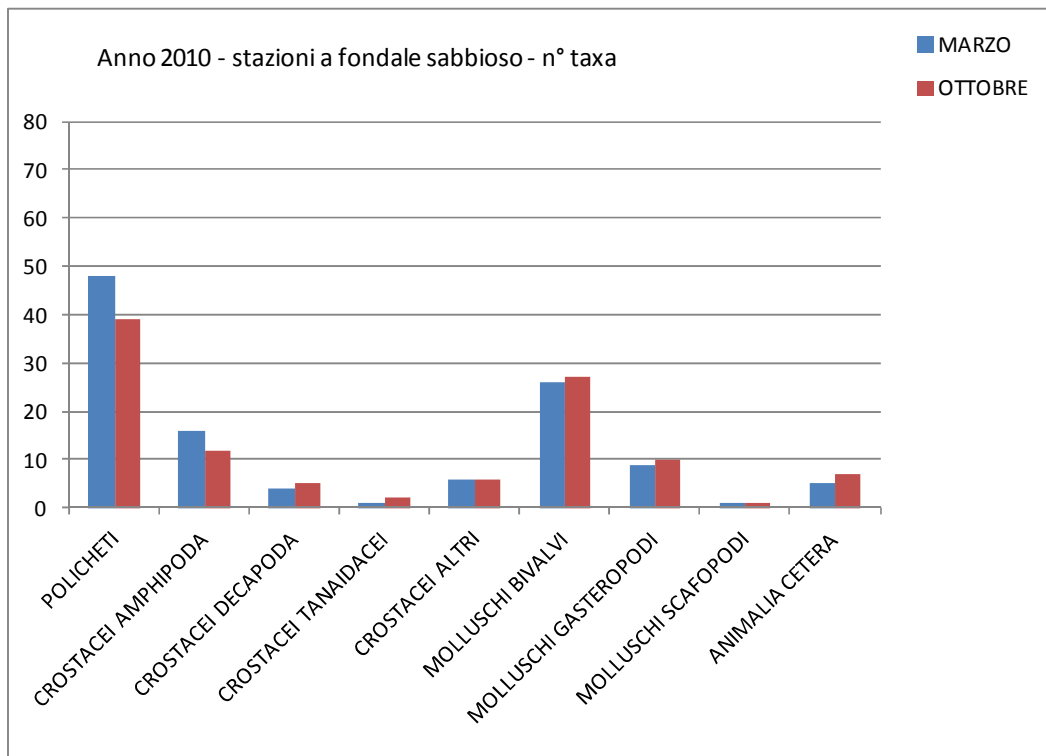
Si presentano di seguito i dati emersi dalle indagini effettuate nelle due campagne di marzo e ottobre, considerando separatamente le due tipologie di stazioni a fondale con sedimenti sabbiosi e a fondale fangoso, coincidenti queste ultime con la corrispondente stazione individuata per le indagini sui sedimenti. La campagna di ottobre non è stata conclusa, stante le difficoltà di campionamento legate alle condizioni meteomarine avverse; sono state campionate tutte le stazioni costiere a fondale sabbioso, ma solo due su nove delle stazioni al largo a fondale fangoso.

##### *Stazioni a fondale sabbioso*

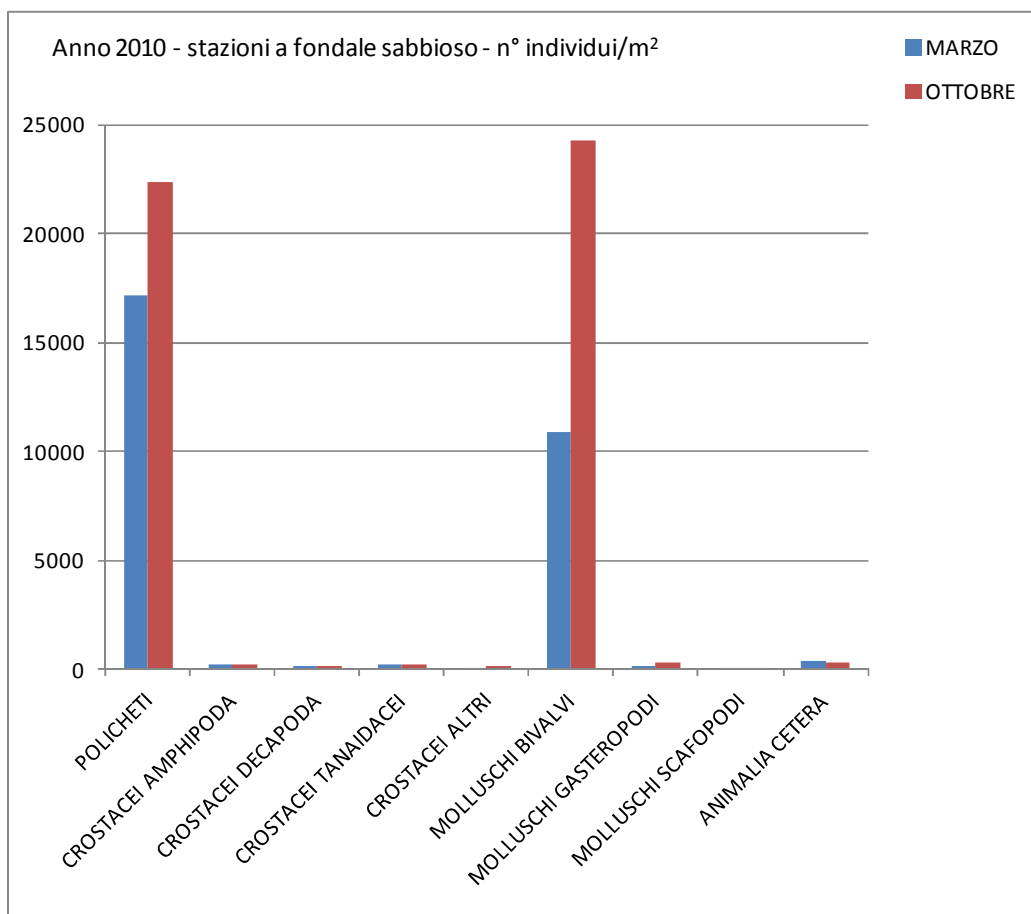
Le stazioni a fondale sabbioso sono posizionate in prossimità della costa, generalmente entro i 500 m, con batimetrie comprese nei 5 m; di fatto proprio per la loro localizzazione risentono in modo maggiore dei fattori climatici (temperature) e degli apporti da terra (salinità, sostanza organica) e quindi risultano soggette a evidenti fluttuazioni in termini di numero di specie e abbondanze.

In figura 36 è riportato il numero di taxa individuati nei principali gruppi sistematici nelle due campagne eseguite, mentre in figura 37 si presenta la composizione della comunità espressa come contributo dei diversi gruppi alle abbondanze.

Risulta evidente che i gruppi maggiormente rappresentati sono i molluschi bivalvi e i policheti, sia come numero di taxa che, soprattutto, come abbondanze (in particolare tra i policheti il maggiore contributo in termini di abbondanza è dovuto agli spionidi in particolare *Prionospio caspersii*; per i bivalvi a *Chamelea gallina* e *Lentidium mediterraneum*); tra i crostacei la maggiore presenza di specie è data dagli anfipodi.



**Figura 36: Ripartizione dei taxa trovati nelle principali categorie sistematiche.**

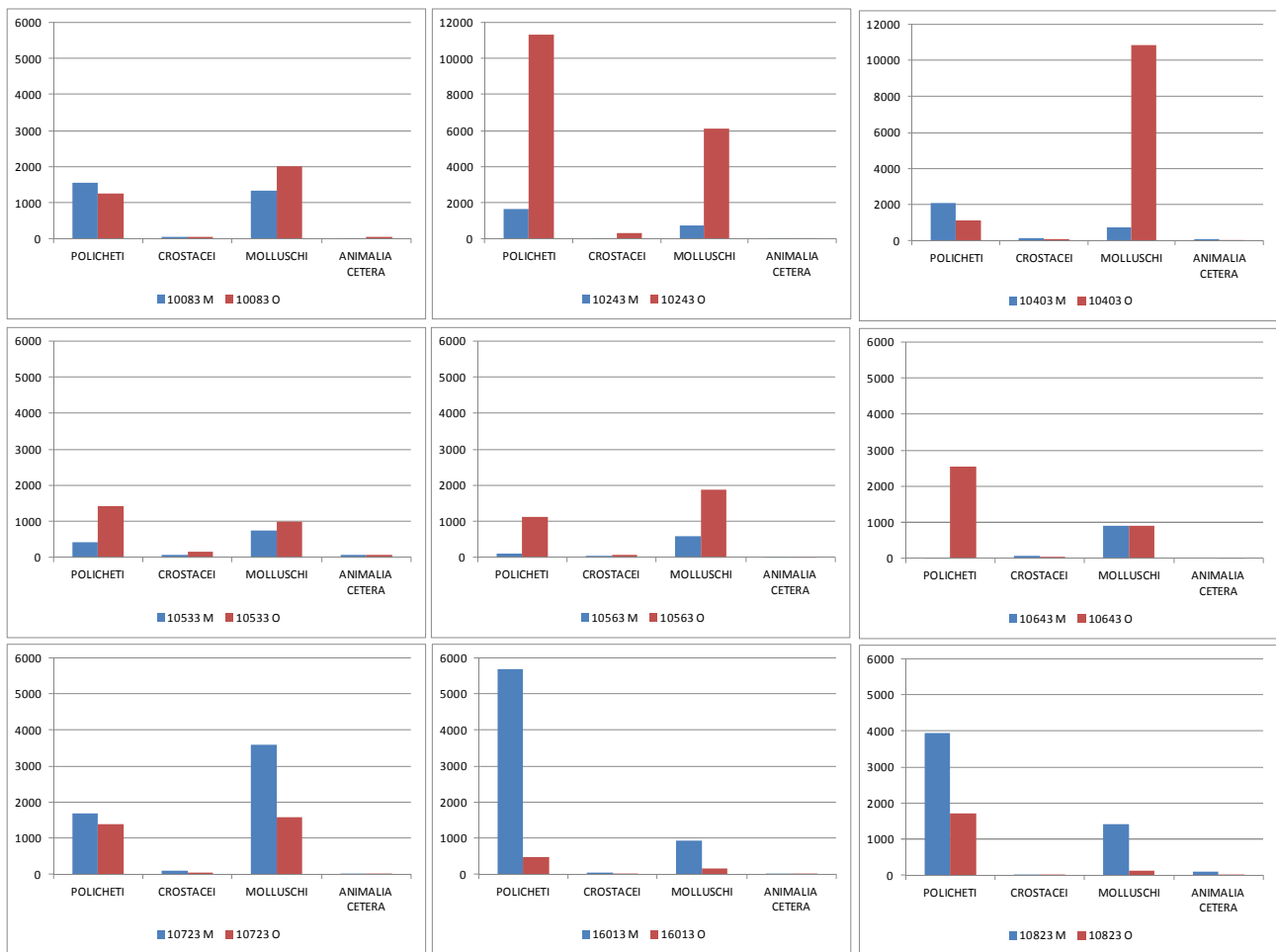


**Figura 37: Composizione delle comunità in relazione alle abbondanze.**

Nelle successive figure 38 e 39 si riportano le distribuzioni di tutti i taxa raccolti in ognuna delle stazioni monitorate, nei principali gruppi sistematici e le abbondanze corrispondenti, nelle due campagne realizzate. Ad eccezione di alcuni casi, è il periodo autunnale quello che presenta un maggiore numero di specie; ciò risulta evidente anche per quanto riguarda il numero di individui, con l'eccezione dell'area di costa a sud di Rosolina (stazioni 10723, 16013 e 10823) ove invece le abbondanze sono maggiori nel periodo primaverile. In tutte le stazioni molluschi e policheti costituiscono la frazione maggiore sia come numero di specie che come abbondanze.



**Figura 38: Ripartizione dei taxa per ciascuna stazione nelle due campagne 2010.**



**Figura 39: Abbondanze rilevate per ciascuna stazione nelle due campagne 2010 (N.B. sono state utilizzate scale diverse).**

Il sistema per la determinazione del Coefficiente Biotico e di M-AMBI è stato applicato ai dati rilevati utilizzando le condizioni di riferimento indicate dal D.M. 260/2010 (Tab. 8). In figura 40 è riportata graficamente la suddivisione delle specie rilevate nei cinque gruppi ecologici. Dalla figura si può osservare come i campioni analizzati nel periodo primaverile presentino maggiori percentuali, in termini di abbondanze, di specie appartenenti al gruppo IV (specie opportunistiche di secondo ordine), ad eccezione delle stazioni 10533, 10563 (antistanti la laguna di Venezia), 10643 e 10723 in cui prevalgono le specie sensibili (gruppo I) e quelle indifferenti (gruppo II); in ottobre si verifica una parziale omogeneizzazione della situazione con le stazioni pressoché simili come composizione, in cui però si distinguono la stazione 10403 (ove aumentano le percentuali di specie dei gruppi I e II) e soprattutto la stazione 16013 davanti al Po di Pila dove aumenta notevolmente la percentuale ascrivibile alle specie tolleranti (gruppo III).

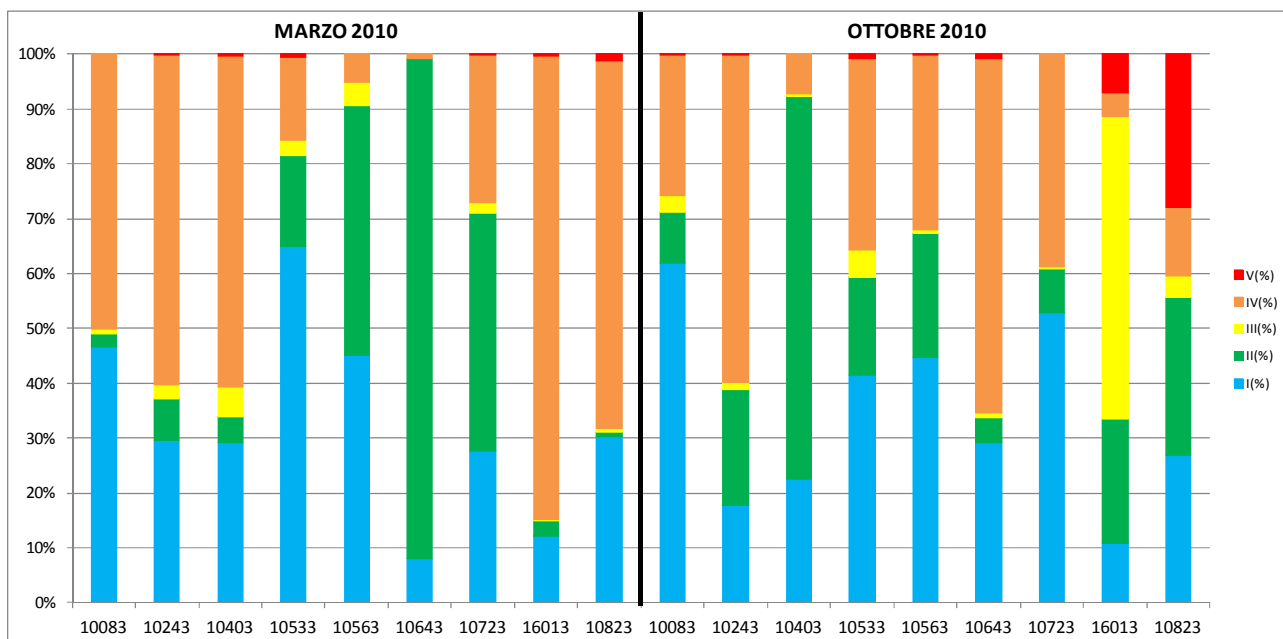


Figura 40: Percentuali di appartenenza ai gruppi ecologici delle specie e relative abbondanze rilevate presso ciascuna stazione, riportate da sinistra (nord) a destra (sud), nei due periodi.

In tabella 11 si riportano i valori di M-AMBI calcolati per ciascuna stazione nelle due campagne realizzate e lo stato corrispondente. Ai valori di M-AMBI corrisponde infatti un determinato stato di qualità ecologica in base ai *boundaries* di tabella 10.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	M-AMBI	Status	WB	WB status	
Bad	6	0	0	0	Bad			
High	0.5	4	30	1	High			
10083 M	2.320	2.547	32	0.729	Good	CE1_1	marzo	
10243 M	2.906	2.516	40	0.730	Good			
10403 M	2.967	2.881	41	0.768	Good			
10533 M	1.045	3.633	36	0.958	High			CE1_2
10563 M	1.039	3.220	25	0.851	High			CE1_3
10643 M	1.402	1.042	17	0.558	Poor			
10723 M	1.929	2.502	37	0.785	Good			
16013 M	3.870	1.138	33	0.477	Poor			
10823 M	3.118	2.195	35	0.651	Good			CE1_4
10083 O	1.394	3.452	48	0.987	High	CE1_1	ottobre	
10243 O	3.052	2.234	58	0.801	Good			
10403 O	1.386	1.871	32	0.733	Good			
10533 O	2.031	3.250	48	0.918	High			CE1_2
10563 O	1.805	2.708	32	0.784	Good			CE1_3
10643 O	3.053	2.169	34	0.648	Good			
10723 O	1.875	2.706	31	0.773	Good			
16013 O	2.611	3.805	34	0.844	High			CE1_4
10823 O	2.790	3.436	40	0.830	High			

Tabella 11: Valori di M-AMBI e stato di qualità ecologica calcolati per le stazioni nei due periodi indagati.

Come si osserva tutte le stazioni rientrano nelle classi Elevato e Buono, ad eccezione dei campioni prelevato in marzo alla stazione 10643 (Chioggia) e alla stazione 16013 di Porto Tolle che ricadono

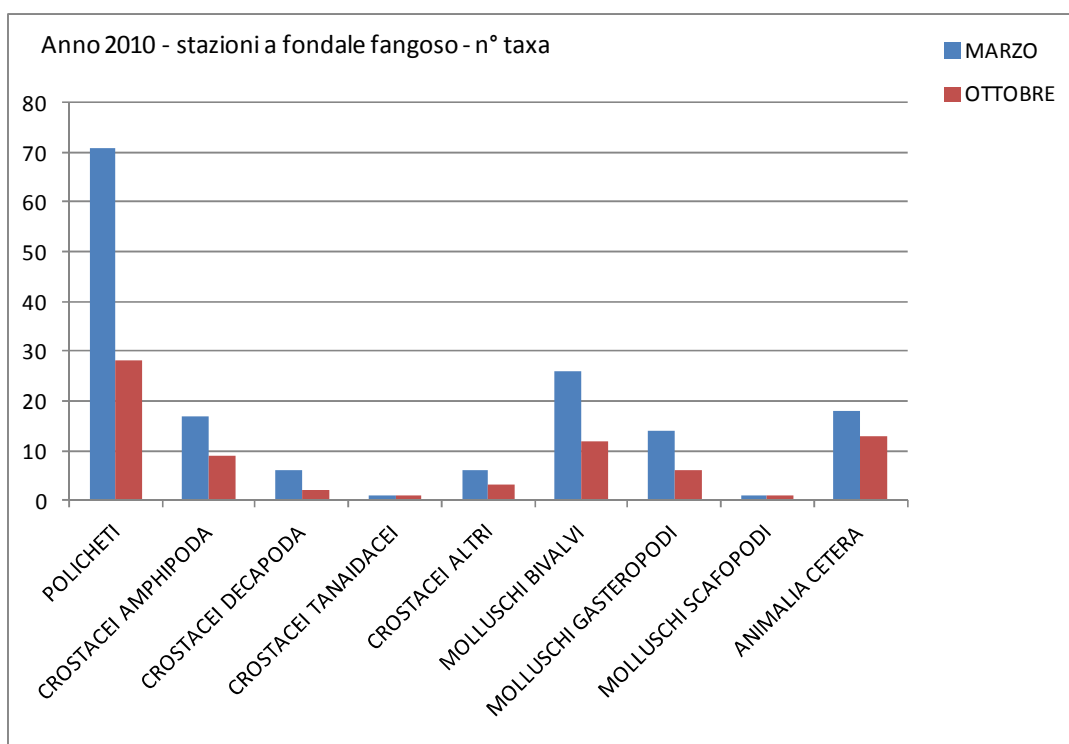
in stato Scarso; nel primo caso tuttavia la qualità complessiva del corrispondente corpo idrico CE1\_3 (risultato parziale espresso sui soli dati 2010) non ne viene inficiata, mentre nel secondo caso, corpo idrico CE1\_4, lo stato complessivo diviene Scarso; si sottolinea che questa non è la rappresentazione dello stato ecologico complessivo dei corpi idrici che verrà valutata solo al termine del periodo di monitoraggio operativo (fine 2012) secondo tutti i passaggi previsti dalla normativa, quindi tenendo conto di tutti gli EQB analizzati, dei parametri chimico fisici e chimici a supporto sulle matrici acqua e sedimento, bensì una mera presentazione delle situazioni che possono verificarsi in merito al singolo trattamento del risultato di questo EQB.

### Stazioni a fondale fangoso

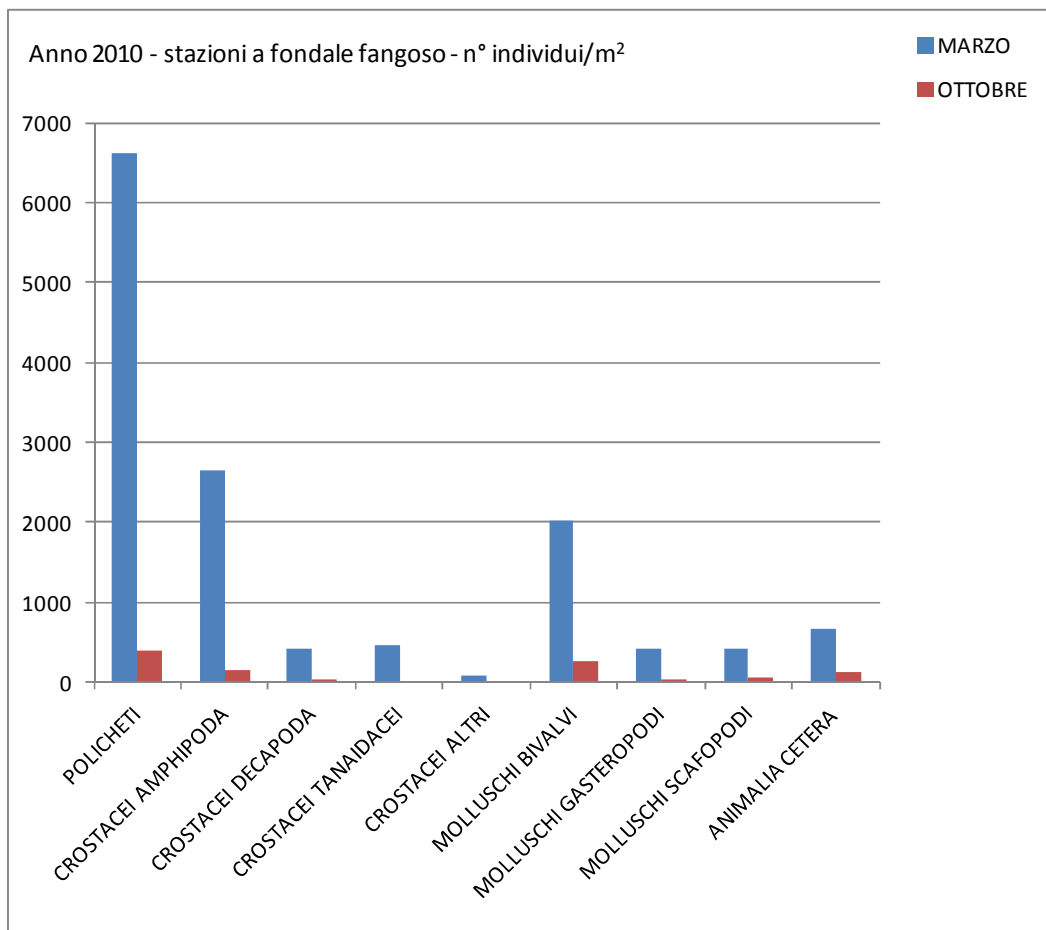
Queste stazioni sono posizionate generalmente oltre i 3000 m dalla costa, con batimetrie comprese tra i 13 e i 21 m; non sono pertanto direttamente influenzati da apporti fluviali, le caratteristiche fisico chimiche dell'acqua (temperatura, salinità) risultano più omogenee durante l'anno, mentre il fattore più importante per le comunità presenti è rappresentato dalla disponibilità di ossigeno. Come già ricordato, nella campagna di ottobre sono state campionate due sole stazioni su nove previste, pertanto i seguenti due grafici non sono da ritenersi rappresentativi del confronto tra le due stagioni monitorate, ma vanno letti solamente in funzione di un confronto tra la situazione rilevata a marzo per le stazioni al largo rispetto a quanto già osservato per quelle costiere.

In figura 41 è riportato il numero di taxa individuati negli stessi gruppi sistematici principali osservati in figura 36, mentre in figura 42 si presenta la composizione della comunità espressa come contributo dei diversi gruppi alle abbondanze.

Risulta evidente anche nel campionamento di marzo delle stazioni al largo come i gruppi maggiormente rappresentati come numero di taxa siano i molluschi bivalvi e i policheti (questi ultimi decisamente più numerosi rispetto a marzo nelle stazioni costiere); per quanto riguarda il numero di individui (espresso come n° individui per metro quadro) invece le abbondanze appaiono più ridotte (i policheti sono inferiori a 7000 individui/m<sup>2</sup>) e i molluschi bivalvi sono sopravanzati dal gruppo rappresentato dai crostacei anfipodi.



**Figura 41: Ripartizione dei taxa trovati nelle principali categorie sistematiche.**



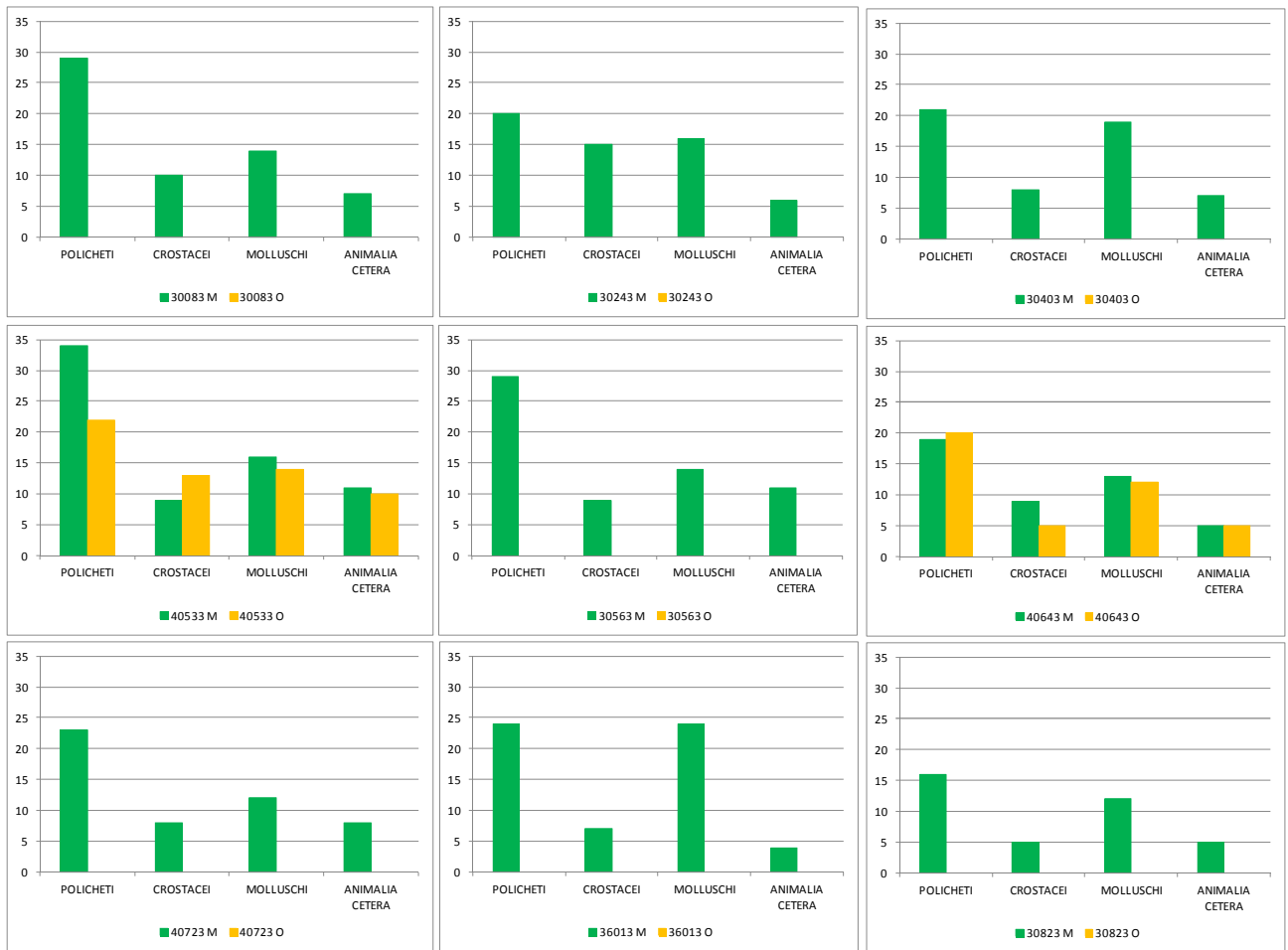
**Figura 42: Composizione delle comunità in relazione alle abbondanze.**

Nelle successive figure 43 e 44 si riportano le distribuzioni di tutti i taxa raccolti in ognuna delle stazioni monitorate nella campagna di marzo, nei principali gruppi sistematici e le abbondanze corrispondenti, solo per le stazioni 40533 (al largo di Venezia - Pellestrina S.Pietro in Volta) e 40643 (Chioggia) si può osservare il raffronto tra le due stagioni. In questo caso il differente comportamento delle stazioni rispetto ai due periodi di campionamento mostra una riduzione del numero di taxa e di individui, seppure la differenza sia meno accentuata rispetto alle stazioni a fondale sabbioso; i policheti rappresentano il raggruppamento tassonomico più importante per numero di specie ma alcune eccezioni riguardano la forte presenza di crostacei in termini di abbondanze presso le due stazioni più a nord 30083 (Caorle) e 30243 (Jesolo) e quella all'estremo opposto della costa 30823 (Porto Tolle – Po di Tolle).

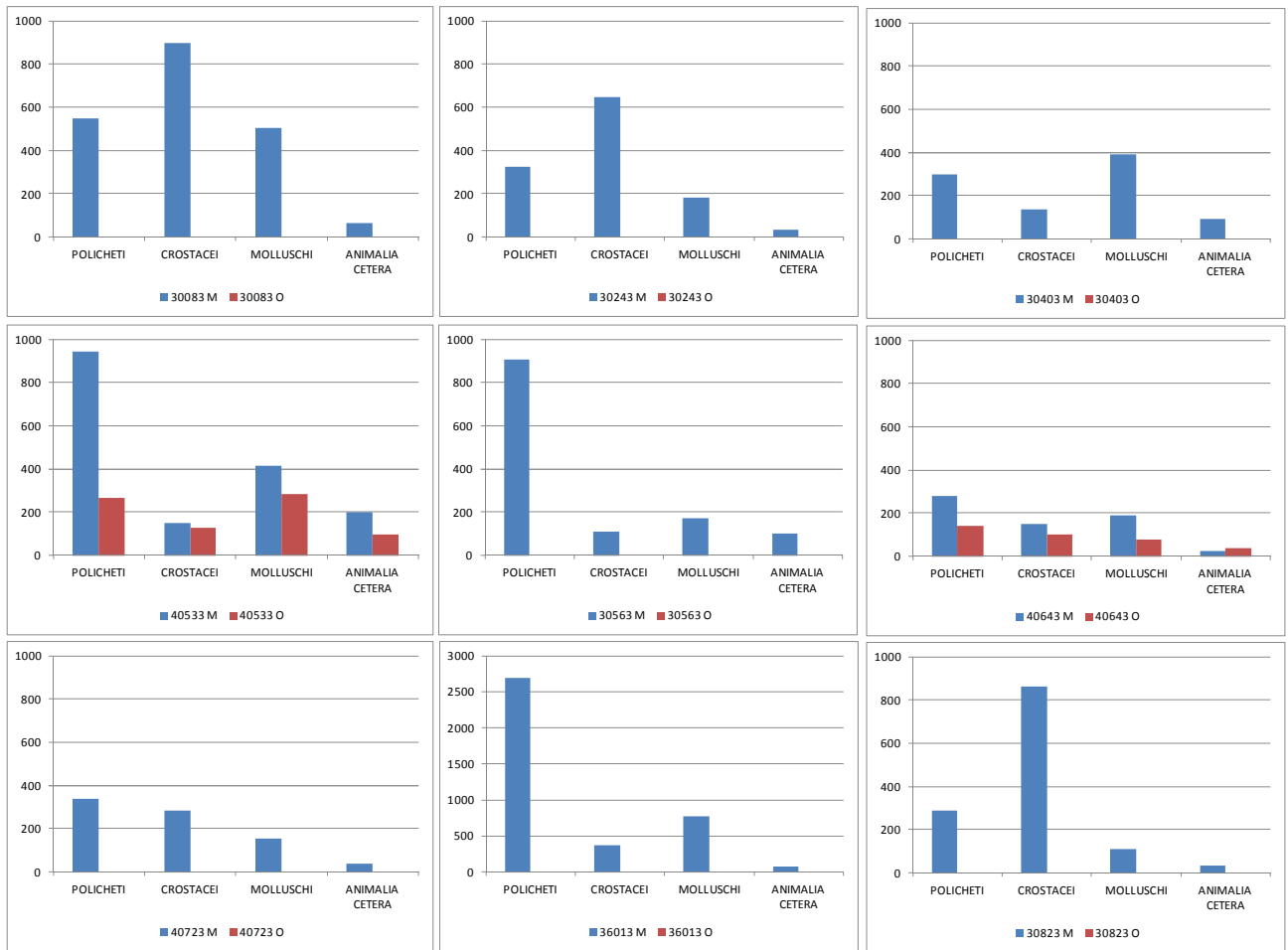
In figura 45 è rappresentata la distribuzione dei taxa, in termini di abbondanze, rilevati presso ciascuna stazione nei cinque gruppi ecologici, nelle due campagne di marzo e ottobre. Alla stazione 40533 si osserva un aumento delle percentuali dei gruppi I e II a fronte di una riduzione del gruppo V (specie opportuniste) mentre la stazione 40643 resta pressoché invariata. Le due stazioni più a nord e quella situata al largo del Po di Pila sono quelle in cui è preponderante la percentuale di specie del gruppo III (specie tolleranti ad un eccesso di sostanza organica)

In tabella 12 si riportano i valori di M-AMBI con corrispondente stato di qualità ecologica calcolati per ciascuna stazione nelle due campagne realizzate. Differentemente dalle stazioni a fondali sabbiosi, qui tutte stazioni e i relativi corpi idrici rientrano nella classe Elevato.





**Figura 43: Ripartizione dei taxa per ciascuna stazione nelle due campagne.**



**Figura 44: Abbondanze rilevate per ciascuna stazione nelle due campagne 2010 (N.B. sono state utilizzate scale diverse).**

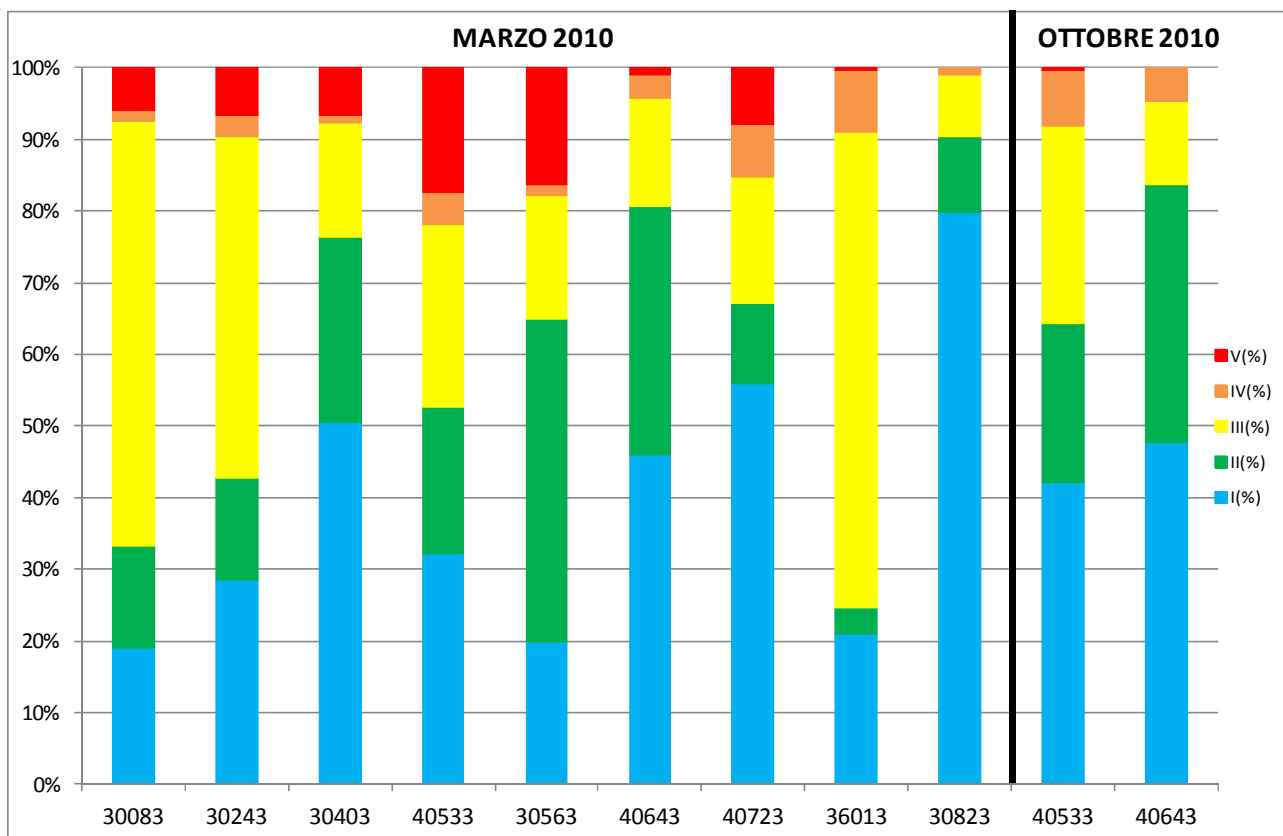


Figura 45: Percentuali di appartenenza ai gruppi ecologici delle specie e relative abbondanze rilevate nei due periodi presso ciascuna stazione indagata, riportate da sinistra (nord) a destra (sud).

Stations	AMBI	Diversity	Richness	M-AMBI	Status	WB	WB status	
Bad	6	0	0	0	Bad			
High	0.5	4	30	1	High			
30083 M	2.42	4.25	60	1.027	High	CE1_1	marzo	
30243 M	2.17	4.40	57	1.044	High			
30403 M	1.31	4.87	55	1.149	High			
40533 M	2.32	5.06	70	1.164	High			CE1_2
30563 M	2.24	4.80	63	1.108	High			
40643 M	1.18	4.58	46	1.082	High	CE1_3		
40723 M	1.50	4.59	51	1.085	High			
36013 M	2.46	2.90	59	0.900	High	CE1_4		
30823 M	0.46	2.50	39	0.923	High			
40533 O	1.53	5.15	60	1.182	High	CE1_2	ottobre	
40643 O	1.10	4.79	42	1.086	High	CE1_3		

Tabella 12: Valori di M-AMBI e stato di qualità ecologica calcolati per le stazioni nei due periodi indagati.

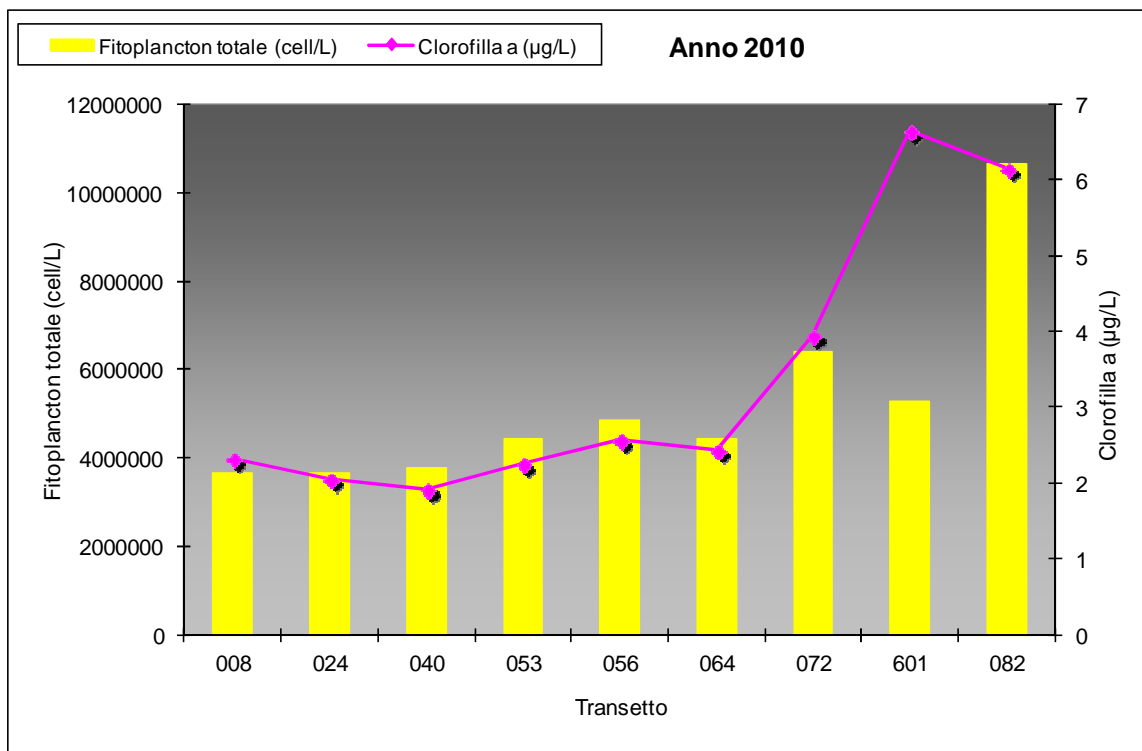
Complessivamente i fondi sabbiosi delle aree studiate presentano una generale varietà biocenotica sia in scala temporale che spaziale, dipendente sia dalle caratteristiche del sedimento sia dalla presenza di apporti terrigeni fluviali e dalle variazioni salinità, particolarmente intensi alle foci dei principali fiumi. Di fatto le aggregazioni di specie presenti in un determinato ambiente sono fortemente influenzate dalle condizioni chimico-fisiche, climatiche, trofiche che ne regolamentano

la composizione. Nelle aree indagate si sovrappongono diversi attori (il sedimento, la colonna d'acqua, la torbidità, l'idrodinamismo, i nutrienti, etc.) le cui interazioni portano ad una frammentazione degli habitat e delle biocenosi tali da offrire una alta biodiversità, difficilmente riconducibile a modelli di classificazione quali ad esempio quello di Peres e Picard. Le aree più spesso soggette a modificazioni nella costituzione della comunità risultano essere proprio quelle che presentano anche le maggiori variabilità per quanto riguarda i principali parametri chimico-fisici (nutrienti, salinità, etc.), conseguentemente alla posizione ravvicinata alle più importanti foci fluviali.

Per quanto riguarda le stazioni posizionate in fondali fangosi, si è rilevato nel 2010 un numero di taxa presenti di poco più elevato rispetto alle stazioni su fondali sabbiosi, e meno elevate sono anche le abbondanze; queste aree, come accennato precedentemente, sono caratterizzate da minore variabilità per quanto riguarda i parametri chimico fisici, conseguentemente sono ridotte le fluttuazioni dei popolamenti bentonici presenti.

## 6 DISCUSSIONE

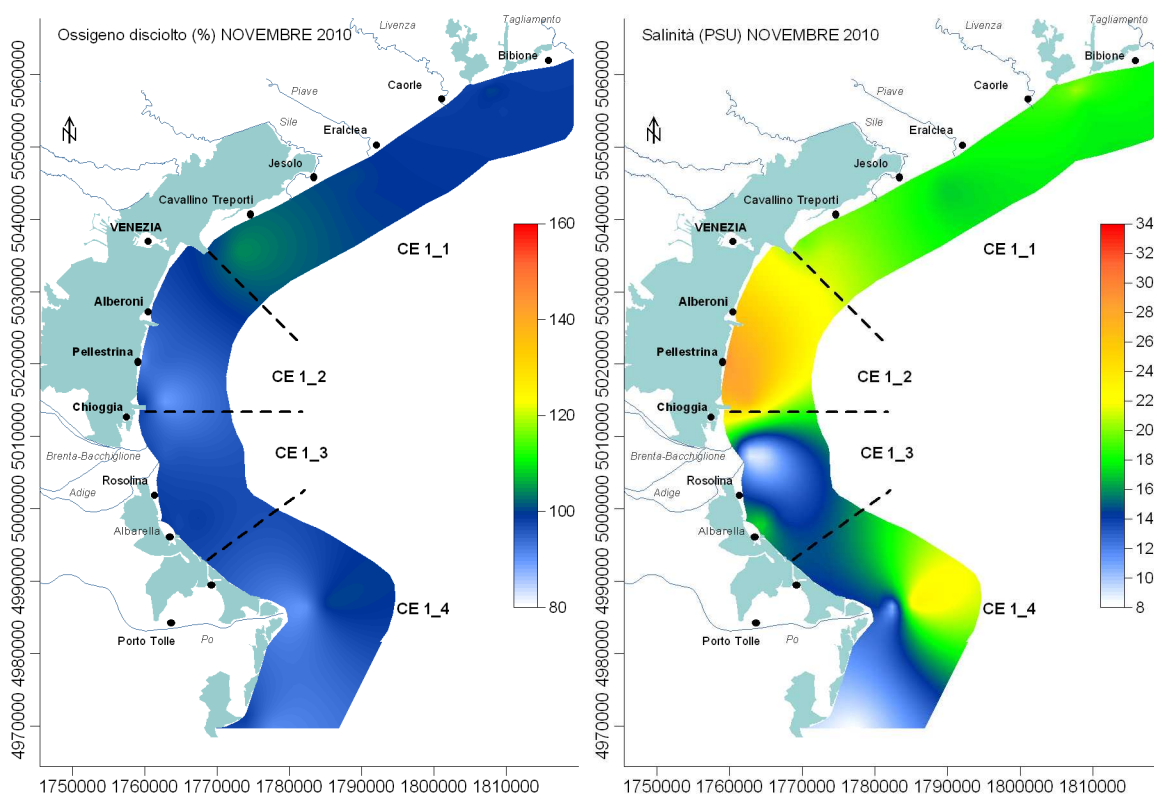
La fascia costiera veneta, come noto, è ricca di sbocchi fluviali il cui apporto svolge un ruolo predominante nel determinare le fluttuazioni dei principali parametri chimico-fisici. Ciò viene evidenziato anche dall'esistenza, al progressivo allontanarsi dalla costa, di un gradiente positivo per le variabili trasparenza e salinità (Figg. 3 e 8) e di uno negativo per i composti dell'azoto e del fosforo (Figg. 16, 18, 20, 22, 24). Tali gradienti sono più evidenti nei transetti localizzati in prossimità di foci fluviali. Dall'esame delle figure si nota, inoltre, che le concentrazioni di tali parametri, oltre che della clorofilla *a* e del fitoplancton (Fig. 46, nel grafico è utilizzata la clorofilla *a* determinata analiticamente), sono più elevate nel tratto di costa che si trova sotto l'influenza dei fiumi Po di Levante-Canalbianco (transetto 072) e Po (Pila, transetto 601, e Tolle, 082); per contro i valori medi di salinità e trasparenza risultano minori in quest'area del bacino a conferma del rilevante contributo dovuto all'ingresso di acque continentali nel bacino.



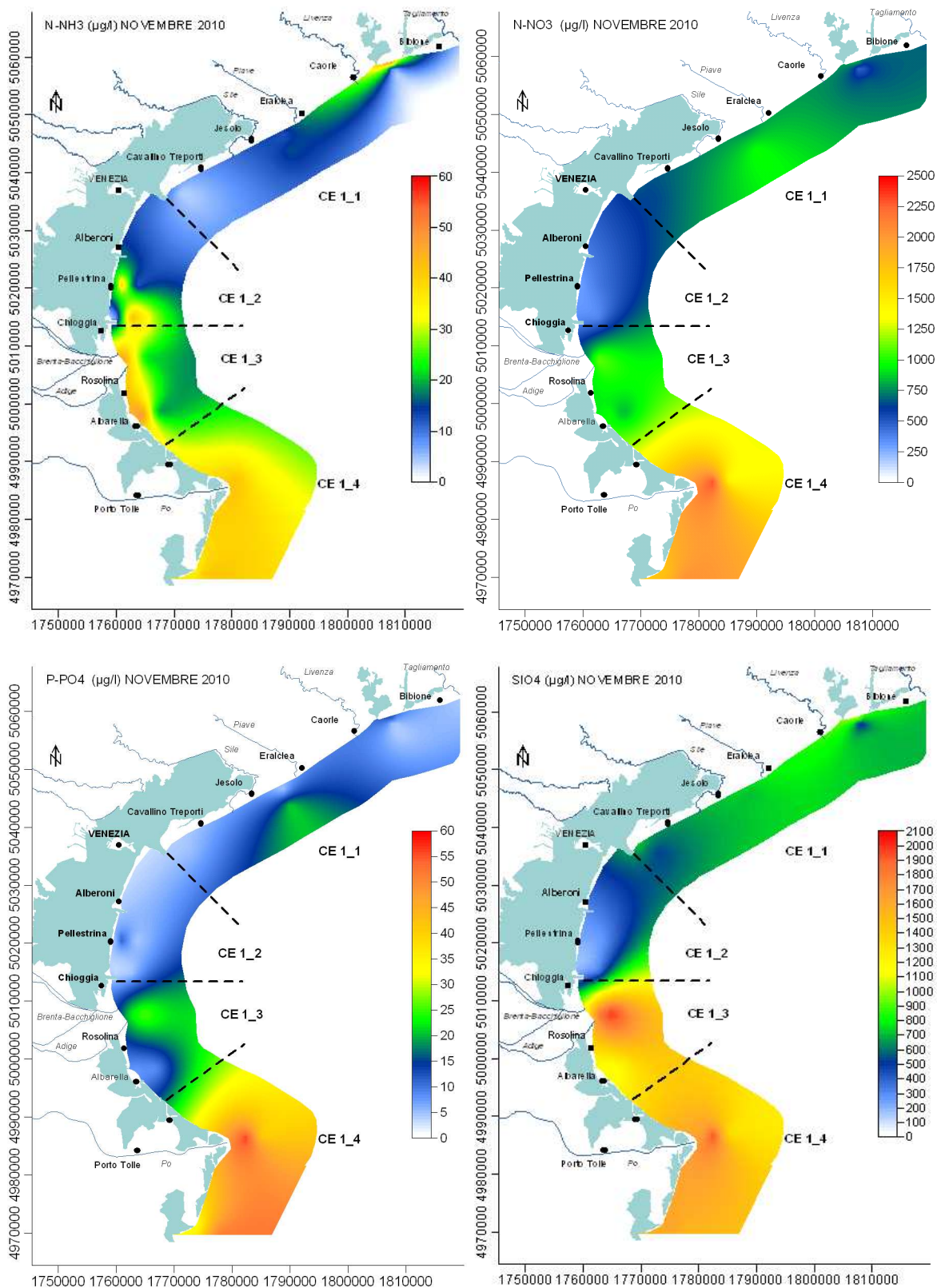
**Figura 46: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/L) e della concentrazione media di Clorofilla *a* (µg/L, determinata analiticamente) lungo la costa, nell'anno 2010.**

Dall'analisi dei risultati relativi alla matrice acqua, riportata nel paragrafo 5.1, emerge un denominatore comune: i valori massimi e la maggiore dispersione di molti parametri chimici e fisici sono stati rilevati presso le stazioni dei transetti a sud di Chioggia (064, 072, 601 e 082), cioè quelli più fortemente condizionati dagli apporti fluviali presenti nell'area meridionale del bacino (Brenta-Bacchiglione, Adige, Po di Levante-Canalbianco e Po).

In figura 47 sono riportati, attraverso mappe di distribuzione, rispettivamente i valori di ossigenazione e di salinità nelle acque superficiali dell'area indagata rilevati nel mese di novembre come conseguenza ai fenomeni meteo climatici descritti ai paragrafi 5.1.1 e 5.1.2; evidente risulta la ridotta salinità, unitamente a una leggera sottosaturazione, nell'area marina a sud di Chioggia. Nella seguente figura 48 invece si riportano le concentrazioni rilevate sempre nella campagna di novembre per i principali sali nutritivi (azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo da ortofosfati e silicio da ortosilicati); dall'esame della figura, è evidente il contributo dei fiumi sfocianti nel tratto meridionale di costa all'apporto di nutrienti nelle acque costiere.



**Figura 47: Mappe di distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) e di salinità (PSU) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nel mese di novembre 2010.**



**Figura 48: Mappe di distribuzione dei valori di azoto ammoniacale (µg/l), azoto nitrico (µg/l), fosforo da ortofosfati (µg/l) e silicio da ortosilicati (µg/l) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nel mese di novembre 2010.**

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 13 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle tabelle 14 e 15 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).

Trasparenza e salinità sono tra loro correlate positivamente e non vi sono differenze significative tra i valori di correlazione calcolati per le tre distanze dalla costa.

La salinità è apparsa fortemente correlata in senso negativo con l'azoto nitrico e gli altri nutrienti sia nelle stazioni prossime alla costa che in quelle più lontane, comportamento probabilmente conseguente all'afflusso intenso di acque fluviali che ha condizionato anche al largo i parametri chimico-fisici delle acque; la salinità è risultata inversamente correlata, nelle stazioni a 500 m, anche alle diverse componenti fitoplanctoniche e alla clorofilla.

La presenza di forti correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune; mancano invece correlazioni tra nutrienti e componente fitoplanctonica.

A conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX risulta fortemente correlato con quasi tutte le variabili coinvolte con i meccanismi di produzione (con l'eccezione dell'ossigeno disciolto) e di conseguenza appare inversamente correlato, alle tre distanze dalla costa, con la salinità.

	Salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH	Clorofilla a da CTD (µg/l)	Trasparenza (m)	N-NH3 (µg/l)	N-NO2 (µg/l)	N-NO3 (µg/l)	N totale (µg/l)	P-PO4 (µg/l)	P totale (µg/l)	Diatomee totali (cell/l)	Dinoficee totali (cell/l)	Altro fitoplancton (cell/l)	Fitoplancton totale (cell/l)	Clorofilla a da analisi (mg/m3)	Indice trofico TRIX
Temperatura (°C)	-0.11	<b>0.53</b>	<b>0.40</b>	<b>0.22</b>	<b>0.22</b>	<b>-0.41</b>	<b>-0.38</b>	<b>-0.22</b>	<b>-0.20</b>	<b>-0.12</b>	<b>-0.07</b>	<b>0.38</b>	<b>0.29</b>	<b>0.34</b>	<b>0.47</b>	<b>0.33</b>	<b>0.21</b>
Salinità (PSU)		<b>-0.30</b>	<b>-0.23</b>	<b>-0.50</b>	<b>0.48</b>	<b>-0.43</b>	<b>-0.61</b>	<b>-0.75</b>	<b>-0.67</b>	<b>-0.48</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.33</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.48</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.49</b>	<b>-0.73</b>
Ossigeno disciolto (%)			<b>0.62</b>	<b>0.37</b>	<b>-0.06</b>	<b>-0.22</b>	<b>-0.17</b>	<b>-0.02</b>	<b>0.11</b>	<b>-0.15</b>	<b>-0.03</b>	<b>0.78</b>	<b>0.41</b>	<b>0.38</b>	<b>0.79</b>	<b>0.59</b>	<b>0.20</b>
pH				<b>0.40</b>	<b>-0.02</b>	<b>-0.25</b>	<b>-0.24</b>	<b>-0.03</b>	<b>-0.07</b>	<b>-0.19</b>	<b>-0.06</b>	<b>0.60</b>	<b>0.47</b>	<b>0.40</b>	<b>0.64</b>	<b>0.55</b>	<b>0.04</b>
Clorofilla a da CTD (µg/l)					<b>-0.18</b>	<b>0.01</b>	<b>0.19</b>	<b>0.22</b>	<b>0.23</b>	<b>0.02</b>	<b>0.17</b>	<b>0.43</b>	<b>0.54</b>	<b>0.44</b>	<b>0.47</b>	<b>0.57</b>	<b>0.43</b>
Trasparenza (m)						<b>-0.30</b>	<b>-0.45</b>	<b>-0.48</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.17</b>	<b>-0.10</b>	<b>-0.09</b>	<b>-0.13</b>	<b>-0.30</b>	<b>-0.40</b>
N-NH3 (µg/l)							<b>0.73</b>	<b>0.61</b>	<b>0.51</b>	<b>0.43</b>	<b>0.38</b>	<b>-0.14</b>	<b>-0.17</b>	<b>-0.06</b>	<b>-0.17</b>	<b>-0.10</b>	<b>0.42</b>
N-NO2 (µg/l)								<b>0.80</b>	<b>0.67</b>	<b>0.60</b>	<b>0.57</b>	<b>-0.05</b>	<b>-0.07</b>	<b>0.06</b>	<b>-0.08</b>	<b>0.04</b>	<b>0.62</b>
N-NO3 (µg/l)									<b>0.82</b>	<b>0.77</b>	<b>0.67</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	<b>0.17</b>	<b>0.02</b>	<b>0.23</b>	<b>0.64</b>
N totale (µg/l)										<b>0.63</b>	<b>0.59</b>	<b>0.13</b>	<b>0.01</b>	<b>0.11</b>	<b>0.10</b>	<b>0.29</b>	<b>0.58</b>
P-PO4 (µg/l)											<b>0.68</b>	<b>-0.12</b>	<b>-0.11</b>	<b>-0.05</b>	<b>-0.15</b>	<b>0.09</b>	<b>0.51</b>
P totale (µg/l)												<b>-0.07</b>	<b>-0.04</b>	<b>-0.10</b>	<b>-0.11</b>	<b>0.17</b>	<b>0.59</b>
Diatomee totali (cell/l)													<b>0.53</b>	<b>0.50</b>	<b>0.98</b>	<b>0.63</b>	<b>0.25</b>
Dinoficee totali (cell/l)														<b>0.41</b>	<b>0.59</b>	<b>0.35</b>	<b>0.24</b>
Altro fitoplancton (cell/l)															<b>0.63</b>	<b>0.57</b>	<b>0.39</b>
Fitoplancton totale (cell/l)																<b>0.65</b>	<b>0.27</b>
Clorofilla a da analisi (mg/m3)																	<b>0.43</b>

**Tabella 13: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa. Corr. marcate significative al livello  $p < .050$ . N=99 (Eliminaz. casewise dati mancanti).**

	Salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH	Clorofilla a da CTD (µg/l)	Trasparenza (m)	N-NH3 (µg/l)	N-NO2 (µg/l)	N-NO3 (µg/l)	N totale (µg/l)	P-PO4 (µg/l)	P totale (µg/l)	Indice trofico TRIX
Temperatura (°C)	-0.08	<b>0.48</b>	<b>0.43</b>	<b>0.20</b>	<b>0.32</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.41</b>	<b>-0.27</b>	<b>-0.22</b>	-0.14	-0.10	0.12
Salinità (PSU)			-0.18	<b>-0.14</b>	<b>-0.48</b>	<b>0.55</b>	<b>-0.39</b>	<b>-0.58</b>	<b>-0.77</b>	<b>-0.69</b>	<b>-0.53</b>	<b>-0.73</b>
Ossigeno disciolto (%)				<b>0.64</b>	<b>0.34</b>	<b>-0.06</b>	<b>-0.29</b>	<b>-0.26</b>	<b>-0.05</b>	<b>0.08</b>	<b>-0.20</b>	<b>-0.03</b>
pH					<b>0.43</b>	<b>-0.08</b>	<b>-0.36</b>	<b>-0.38</b>	<b>-0.11</b>	<b>-0.09</b>	<b>-0.24</b>	<b>-0.08</b>
Clorofilla a da CTD (µg/l)						<b>-0.28</b>	<b>-0.03</b>	<b>0.16</b>	<b>0.20</b>	<b>0.16</b>	<b>-0.03</b>	<b>0.22</b>
Trasparenza (m)							<b>-0.30</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.56</b>	<b>-0.48</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.47</b>
N-NH3 (µg/l)								<b>0.83</b>	<b>0.58</b>	<b>0.60</b>	<b>0.45</b>	<b>0.39</b>
N-NO2 (µg/l)									<b>0.75</b>	<b>0.64</b>	<b>0.59</b>	<b>0.52</b>
N-NO3 (µg/l)										<b>0.87</b>	<b>0.76</b>	<b>0.68</b>
N totale (µg/l)											<b>0.64</b>	<b>0.61</b>
P-PO4 (µg/l)											<b>0.67</b>	<b>0.52</b>
P totale (µg/l)												<b>0.69</b>

**Tabella 14: 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=99 (Eliminaz. casewise dati mancanti).**



	Salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH	Clorofilla a da CTD (µg/l)	Trasparenza (m)	N-NH3 (µg/l)	N-NO2 (µg/l)	N-NO3 (µg/l)	N totale (µg/l)	P-PO4 (µg/l)	P totale (µg/l)	Indice trofico TRIX
Temperatura (°C)	-0.03	<b>0.44</b>	<b>0.40</b>	0.06	<b>0.47</b>	<b>-0.38</b>	<b>-0.52</b>	<b>-0.32</b>	<b>-0.22</b>	0.07	0.02	0.07
Salinità (PSU)		<b>-0.22</b>	<b>-0.20</b>	<b>-0.52</b>	<b>0.39</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.54</b>	<b>-0.78</b>	<b>-0.68</b>	<b>-0.31</b>	<b>-0.62</b>	<b>-0.70</b>
Ossigeno disciolto (%)			<b>0.62</b>	0.19	0.04	-0.18	-0.16	0.01	0.13	-0.06	0.01	0.16
pH				<b>0.24</b>	0.01	<b>-0.24</b>	<b>-0.28</b>	-0.09	-0.07	<b>-0.25</b>	-0.09	0.01
Clorofilla a da CTD (µg/l)					<b>-0.21</b>	0.05	<b>0.31</b>	<b>0.32</b>	0.20	0.00	<b>0.32</b>	<b>0.49</b>
Trasparenza (m)						<b>-0.32</b>	<b>-0.44</b>	<b>-0.44</b>	<b>-0.40</b>	-0.14	<b>-0.29</b>	<b>-0.35</b>
N-NH3 (µg/l)							<b>0.75</b>	<b>0.66</b>	<b>0.68</b>	<b>0.27</b>	<b>0.32</b>	<b>0.43</b>
N-NO2 (µg/l)								<b>0.80</b>	<b>0.68</b>	<b>0.31</b>	<b>0.48</b>	<b>0.61</b>
N-NO3 (µg/l)									<b>0.84</b>	<b>0.45</b>	<b>0.62</b>	<b>0.64</b>
N totale (µg/l)										<b>0.32</b>	<b>0.48</b>	<b>0.52</b>
P-PO4 (µg/l)											<b>0.75</b>	<b>0.36</b>
P totale (µg/l)												<b>0.61</b>

**Tabella 15: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 2 mn (3704 m) dalla costa. Corr. marcate significative al livello  $p < .050$ . N=98 (Eliminaz. casewise dati mancanti).**

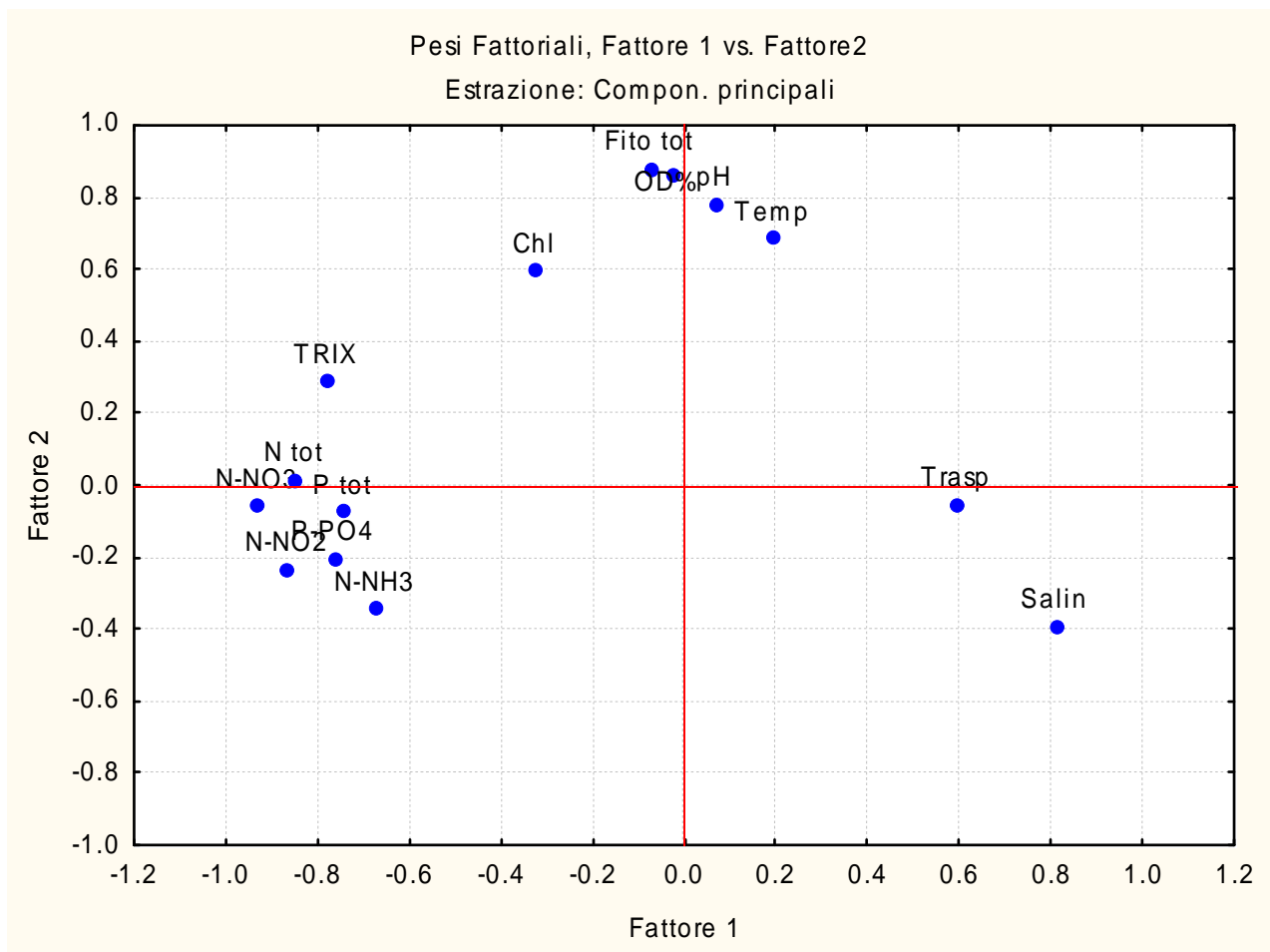
Alla matrice dei dati ottenuta nel periodo indagato è stata applicata la tecnica di analisi statistica multivariata denominata Analisi delle Componenti Principali (Morrison, 1976; Kleinbaum *et al.*, 1988) che, attraverso lo studio delle correlazioni tra variabili chimico-fisiche e biologiche, individua 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 rilevati nel 2010 presso le stazioni a 500 m (Tab. 16 e Fig. 49), 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>40.865</b>	<b>24.478</b>
Trasparenza	0.594	-0.052
Temperatura	0.192	0.690
Salinità	<b>0.810</b>	-0.387
pH	0.066	<b>0.785</b>
O.D. %	-0.024	<b>0.865</b>
N-NH <sub>3</sub>	-0.676	-0.339
N-NO <sub>2</sub>	<b>-0.868</b>	-0.229
N-NO <sub>3</sub>	<b>-0.933</b>	-0.053
N TOT	<b>-0.852</b>	0.018
P-PO <sub>4</sub>	<b>-0.766</b>	-0.201
P TOT	<b>-0.745</b>	-0.068
Clorofilla <i>a</i>	-0.325	0.601
Fitoplancton totale	-0.074	<b>0.880</b>
TRIX	<b>-0.781</b>	0.290

**Tabella 16: 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 65% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto del 40.865% di tale varianza (Tab. 16).





**Figura 49: Ordinamento dei parametri fisico - chimici e biologici analizzati nel 2010 (stazioni a 500 m).**

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. 16 e Fig. 49). La *seconda componente* individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate. In esso infatti emerge, per il proprio contributo, il Fitoplancton totale e le variabili ad esso strettamente associate sia in veste di fattore causa (temperatura) che di fattore conseguenza (ossigeno disciolto e pH). Si tratta di un vettore unipolare in quanto il contributo delle variabili è risultato concorde, come evidenziato dal segno positivo dei relativi coefficienti di autovettore (Tab. 16). 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.

## **7 RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2010**

### ***7.1 RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI***

Durante il corso dell'anno, in alcune occasioni le immagini raccolte con la telecamera subacquea hanno permesso di osservare formazioni a forma di fiocchi, lungo la colonna d'acqua e sul fondo, nelle stazioni più lontane dalla linea di costa. Solo nel mese di agosto è stata rilevata una formazione di mucillagine in superficie a 3 miglia nautiche al largo di Albarella, si trattava di un aggregato mucillaginoso di considerevoli dimensioni (200x50m, spessore di circa 5 cm) di colore bianco/giallo.

### ***7.2 SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE***

Nel corso delle campagne di campionamento e misura realizzate nel 2010 nelle aree oggetto del monitoraggio non sono stati avvistati esemplari di meduse.

### ***7.3 FIORITURE ALGALI***

Nell'ambito del monitoraggio istituzionale di ARPAV delle acque marino costiere del Veneto, durante le campagne di misura e prelievo mensili, non sono state rilevate fioriture algali in nessuna area indagata.

### ***7.4 FENOMENI IPOSSICI***

La netta stratificazione termalina nelle acque più al largo (2 miglia nautiche), verificatasi durante il periodo estivo, ha agito come barriera per la diffusione dei nutrienti e del fitoplancton negli strati prossimi al fondo. Al fondo quindi hanno prevalso processi legati alla metabolizzazione della materia organica con conseguente consumo di ossigeno che ha raggiunto, durante il mese di agosto, valori di 1 mg/l nelle stazioni a 3704 m dalla costa dei transetti 008, 024, 040 (area costiera settentrionale), 072 e 082 (area meridionale).

### ***7.5 AVVISTAMENTO CETACEI***

Durante le osservazioni su campo effettuate, durante tutto l'anno 2010, in concomitanza con le indagini istituzionali mensili, non sono stati avvistati esemplari di cetacei.

### ***7.6 EMERGENZA AMBIENTALE DERIVANTE DALLO SVERSAMENTO DI IDROCARBURI DA RAFFINERIA NEI FIUMI LAMBRO E PO***

Il giorno 23 febbraio 2010 sono stati riversati nel fiume Lambro circa 2600 tonnellate di idrocarburi, dal Lambro il materiale inquinante è defluito nel Po nelle primissime ore del giorno seguente propagandosi successivamente lungo l'asta principale.

A seguito della segnalazione di emergenza ambientale sono state tempestivamente condotte ispezioni mirate, dapprima nelle acque fluviali interessate e nei giorni successivi anche nelle zone lagunari del delta e nelle acque marino-costiere antistanti, al fine di mettere in atto tutte le azioni necessarie per impedire danni ambientali e rischi igienico-sanitari per gli usi delle acque, nonché per consentire di definire l'entità dei danni. Le verifiche del livello di inquinamento sono state effettuate sia ai sensi D.Lgs 31/01 che riguarda le acque destinate al consumo umano (acque superficiali

destinate alla produzione di acqua potabile) sia sulla base di quanto indicato nel D.lgs 152/06 e s.m.i., che riporta valori guida e indicazioni per la caratterizzazione della qualità delle acque destinate alla vita dei pesci (ciprinidi) e alla molluschicoltura.

Per quanto riguarda i controlli in mare l'esame visivo non ha evidenziato anomalie sulla superficie dell'acqua. Nei campioni prelevati i dati analitici sono risultati quasi sempre inferiori al limite di quantificazione strumentale e i test di tossicità sono stati negativi; solo due campioni, prelevati alla foce di Pila, avevano concentrazioni di idrocarburi quantificabili (0.108 mg/L in un campione prelevato il 28/02/2010 e 0.033 mg/L in un campione del 01/03/2010). I controlli sono stati estesi anche alle aree di balneazione, con sopralluoghi ispettivi nell'area a rischio di impatto; l'esito ha mostrato assenza di idrocarburi sia lungo la battigia che nella prima fascia di mare.

Tra fine aprile e i primi giorni di maggio, a causa delle intense precipitazioni che hanno interessato il nord Italia si è verificato un evento di piena che ha interessato il fiume Po e i suoi affluenti. Per valutare eventuali contaminazioni delle acque da idrocarburi, a seguito del dilavamento delle sponde nella piena, è stata condotta una campagna di monitoraggio di indagine nelle aree di competenza. I risultati analitici relativi agli idrocarburi nei campioni di acque fluviali, di acque di transizione e di mare prelevati in occasione dell'evento di piena sono risultati tutti con concentrazioni sempre inferiori a limite di quantificazione.

## 8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività istituzionali che ARPAV conduce sulle acque marino-costiere, l'attività di campionamento nell'anno 2010 è stata condotta sulla Rete Regionale del Veneto come previsto dal programma di ricerca e monitoraggio, con lo sforzo operativo di rispettare le modalità e i tempi previsti; nonostante in ottobre e novembre le condizioni meteorologiche abbiano reso difficoltoso il regolare compimento della campagna di rilevamento e misura, comportando lo slittamento delle date di campionamento, lo svolgimento è stato comunque effettuato entro i tempi massimi (Tab. 1).

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

- le condizioni meteorologiche ed idrodinamiche nonché gli apporti continentali hanno esercitato una azione primaria 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 ai transetti 072 e 082)

- gli apporti fluviali, particolarmente cospicui a novembre, hanno condizionato l'andamento dei valori di salinità in superficie, soprattutto nella zona costiera antistante il delta del Po e in particolare nell'area del transetto 082 caratterizzata dai più bassi valori di salinità (Figg. 6 e 8); per contro i transetti localizzati nell'area antistante la laguna di Venezia (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 in superficie si sono mantenuti al di sopra del livello di saturazione nei mesi estivi dell'anno (da giugno ad agosto), con valori massimi di concentrazione nelle campagne di luglio. Al fondo l'andamento segue tendenzialmente quello di superficie nella prima metà dell'anno, mentre si fa importante il divario nei mesi estivi (fino a circa 50% di saturazione di differenza rispetto alla superficie nella seconda campagna di agosto), molto probabilmente tale riduzione dell'ossigenazione al fondo è da imputarsi alla forte stratificazione tipica del periodo

- 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 localizzati nel tratto

meridionale di costa (064, 072, 601 e 082) ad ulteriore riprova dell'effetto dei fiumi sfocianti nella zona (Figg. 14, 16, 18 e 22)

- come per i nutrienti, anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra abbondanze maggiori nei transetti localizzati a sud della foce dell'Adige con un massimo assoluto pari a oltre 51.7 milioni di cell/l presso la stazione 10820 alla foce del Po di Tolle; nel corso dell'anno le abbondanze si sono mantenute tendenzialmente basse raggiungendo i valori più elevati, sempre legati alla presenza di Diatomee, nei mesi estivi (luglio, agosto)

- il valore limite di abbondanza per *Dinophysis* spp. indicato nei D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/l (molluschicoltura), è stato raggiunto in una sola occasione alla stazione 16010 nella campagna di agosto (1000 cell/l); 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)

- inoltre, sono state di scarsa entità nel periodo estivo le situazioni di anomalia dell'ecosistema indagato rilevate nel corso delle campagne in mare, con assenza di fioriture algali e rara presenza di mucillagini in forma di fiocchi lungo la colonna d'acqua senza peraltro conseguenze sugli ecosistemi delle aree interessate

- infine l'analisi delle comunità bentoniche a fondi sabbiosi e a fondi fangosi ha mostrato una situazione ottimale, con stato di qualità ecologica attribuibile alle classi "elevato" e "buono", con occasionali situazioni di stato "scarso" nella campagna di marzo alle stazioni 10643 (Chioggia) e 16013 (Porto Tolle - foce del Po di Pila), probabilmente come conseguenza agli apporti di acque dolci e relativi carichi di sostanza organica e particolato che influiscono sia sul numero di specie e relative abbondanze che sul tipo di specie presenti.

In linea generale, si conferma quanto emerge 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, sia per la presenza di cospicui apporti di acque interne ricche di macronutrienti che per la variabilità meteorologica, fattori 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 2010 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.

## 9 BIBLIOGRAFIA

Aleffi F., Della Seta G., Goriup F., Landri P., Orel G., 1996. *Fattori climatici ed edafici e popolamenti bentonici dell'Adriatico Settentrionale e del Golfo di Trieste*. Regione Emilia Romagna, Provincia di Ravenna, Autorità di bacino del fiume Po. Atti del Convegno "Evoluzione dello stato trofico in Adriatico: analisi degli interventi attuati e future linee di intervento". Marina di Ravenna, 28-29 settembre 1995.

Bonne W., Rekecki A., Vincx M., 2003. *Chapter IV: Impact assessment of sand extraction on subtidal sandbanks using macrobenthos*. In: Benthic copepod communities in relation to natural and anthropogenic influences in the North Sea. Ph.D Thesis of W. Bonne, Ghent University, Biology Department, Marine Biology Section, Belgium, 207–226 p.

Borja A., Franco J., Perez V., 2000. *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments*. Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114.

Borja A., Josefson A.B., Miles A., Muxika I., Olsgard F., Phillips G., Rodriguez J.G., Rygg B., 2007. *An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive*. Marine Pollution Bulletin 55 (2007) 42–52.

Caselli C., Ponti M., Abbiati M., 2003. *Valutazione della qualità ambientale della laguna costiera Pialassa Baiona attraverso lo studio dei suoi popolamenti bentonici*. XIII Congresso Società Italiana di Ecologia, Como, 8–10 Settembre 2003, poster.

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 acque sedi di banchi e di giacimenti naturali di molluschi eduli lamellibranchi e delle*

*zone acquee destinate alla molluschicoltura, ai fini della classificazione in approvate, condizionate e precluse.* G.U. 10/9/1990 n.211.

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

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

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

Decreto legislativo, 3 Aprile 2006 n. 152. *Norme in materia ambientale.* G.U. 14/4/2006, n. 88. Suppl. Ordin. n. 96

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 16 giugno 2008, n. 131. *Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.* GU n. 187 del 11-8-2008 - Suppl. Ordinario n.189

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 14 aprile 2009, n. 56. *Regolamento recante «Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo».* Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 124 del 30 maggio 2009 - Serie generale

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 17 luglio 2009. *Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque.* G.U. serie generale n. 203 del 02/09/2009

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 8 novembre 2010, n. 260. *Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.* Supplemento Ordinario n. 31/L alla Gazzetta Ufficiale 7 febbraio 2011 n. 30

Forni G., Occhipinti Ambrogio A., 2004. *Applicazione del Coefficiente biotico (Borja et al., 2000) ad una comunità macrobentonica nel Nord Adriatico.* Biol. Mar. Medit. (2004), 11 (2): 202-209.

Gorostiaga J.M., Borja A., Díez I., Francés G., Pagola-Cardé S., Sáiz-Salinas J.I., 2004. *Recovery of benthic communities in polluted systems*. In: A. Borja and M. Collins (Eds.) *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Elsevier Oceanography Series, 70: 549–578, Elsevier, Amsterdam.

Grall J., Glemarec M., 1997. *Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44 (Suppl. A), 43–53.

International Council for the Exploration of the Sea (ICES), 2004. *Report of the Study Group on Ecological Quality Objectives for Sensitive and for Opportunistic Benthos Species*. 22–24 March 2004. ICES, Copenhagen

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 31 dicembre 1982 n. 979. *Disposizioni per la difesa del mare*. Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 16 del 18/01/1993

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.

Margalef R., 1958. *Information theory in ecology*. *Gen. Syst.*, 3, 36-71.

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

Regione del Veneto - ARPAV, 2007. *Monitoraggio integrato dell’ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2006. Analisi dei dati osservati nell’anno 2006*. A cura di M. Vazzoler, S. Ancona, L. Berti, D. Bon, F. Boscolo, D. Fassina, L. Guardati, V. Iacovone, S. Rossi, S. Rizzardi, A.R. Zogno, A. Bartenor, L. Porporino, B. Puato

Regione del Veneto - ARPAV, 2008. *Monitoraggio integrato dell’ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2007. Analisi dei dati osservati nell’anno 2007*. A cura di Vazzoler M., A.R. Zogno, Ancona S., Berti L., Bon D., Boscolo F., Fassina D., M.L. D’Amico, L. Guardati, V. Iacovone, S. Rossi, Rizzardi S.

Regione del Veneto - ARPAV, 2009. *Monitoraggio integrato dell’ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2008. Analisi dei dati osservati nell’anno 2008*. A cura di Vazzoler M., A.R. Zogno, Ancona S., Barbaro J., Berti L., Bon D., Buosi A., D’Amico M.L., Delli Quadri F., Fassina D., Guardati L., Guzzinati R., Iacovone V., Lonigo A., S. Rossi, Rizzardi S.

Regione del Veneto - ARPAV, 2010. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2009. Analisi dei dati osservati nell'anno 2009*. A cura di Vazzoler M., A.R. Zogno, Ancona S., Barbaro J., Berti L., Bon D., Buosi A., D'Amico M.L., Fassina D., Guardati L., Guzzinati R., Iacovone V., Lonigo A., S. Rossi, Rizzardi S.

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.

Salas F., Neto J.M., Borja A., Marques J.C., 2004. *Evaluation of the applicability of a marine biotic index to characterize the status of estuarine ecosystems: the case of Mondego estuary (Portugal)*. *Ecological Indicators* 4, 215–225.

Shannon C.E., Weaver W., 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Univ. Illinois Press.

Vazzoler M., Ancona S., 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.