



Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

“MONITORAGGIO DELL’AMBIENTE MARINO COSTIERO DELLA REGIONE VENETO”

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2013



Area Tecnico Scientifica
Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari
Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori
Dipartimenti ARPAV Provinciali di Rovigo e di Venezia

Padova, novembre 2014

ARPAV

Direzione Generale

Carlo Emanuele Pepe

Direzione Tecnica

Paolo Rocca

Progetto e realizzazione

Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari

Paolo Parati

Autori

Anna Rita Zogno

Andrea Bartenor

Daniel Fassina

Valentina Marchesini

Attività di campionamento

Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari:

Andrea Bartenor

Daniel Fassina

Valentina Marchesini

Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia:

Enrico Cabras

Analisi di laboratorio e gestione dati LIMS

Dipartimento Regionale Laboratori

Foto di copertina archivio ARPAV (*Cotylorhiza tuberculata*)

INDICE

1	PREMESSA	5
1.1	LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI E DI PROGETTO	5
2	TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO	6
3	LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO	8
3.1	LA RETE DI STAZIONI	9
3.2	GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)	11
3.2.1	CAMPIONAMENTO	11
3.2.2	ANALISI	11
3.3	GESTIONE DEI DATI	12
4	PARAMETRI INDAGATI	13
4.1	DESCRIZIONE	13
4.2	METODI	14
5	ANALISI DEI RISULTATI	15
5.1	MATRICE ACQUA	15
5.1.1	TRASPARENZA	16
5.1.2	TEMPERATURA	17
5.1.3	SALINITA'	19
5.1.4	CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA	22
5.1.5	OSSIGENO DISCIOLTO	24
5.1.6	AZOTO AMMONIACALE	26
5.1.7	AZOTO NITRICO	28
5.1.8	AZOTO NITROSO	30
5.1.9	AZOTO TOTALE	32
5.1.10	FOSFORO DA ORTOFOSFATI	34
5.1.11	FOSFORO TOTALE	35
5.1.12	SILICIO DA ORTOSILICATI	37
5.1.13	CLOROFILLA <i>a</i>	38
5.1.14	INDICE TROFICO TRIX	40
5.1.15	FITOPLANCTON	43
5.1.16	RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE	48
5.1.17	RICERCA DI SOSTANZE PRIORITARIE E PERICOLOSE PRIORITARIE E ALTRI INQUINANTI SPECIFICI IN ACQUA (TABB. 1A E 1B DEL D.M. 206/2010)	49
5.2	MATRICE BIOTA	50
5.2.1	ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI	50
5.2.2	RICERCA DI SOSTANZE BIOACCUMULABILI - STATO CHIMICO	50
5.3	MATRICE SEDIMENTO	50
6	STATO CHIMICO E STATO ECOLOGICO: VALUTAZIONE PARZIALE 2013	52
6.1	AGGIORNAMENTO STATO CHIMICO	52
6.2	AGGIORNAMENTO STATO ECOLOGICO	52
6.2.1	ELEMENTI DI QUALITA' BIOLOGICA	52
6.2.2	ELEMENTI CHIMICO-FISICI A SUPPORTO	53
6.2.3	ESITO DEL PROCESSO DI CLASSIFICAZIONE ECOLOGICA – FASE I	53
6.2.4	ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO	54
6.2.5	ESITO DEL PROCESSO DI CLASSIFICAZIONE ECOLOGICA – FASE II – STATO CHIMICO	54
7	DISCUSSIONE	55
8	RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2013	58
8.1	RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI	58
8.2	SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE	58
8.3	FIORITURE ALGALI	59
8.4	FENOMENI IPOSSICI	59

9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	59
10	BIBLIOGRAFIA CITATA E ALTRI DOCUMENTI DI APPROFONDIMENTO.....	61

1 PREMESSA

1.1 LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI E DI PROGETTO

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, prevedendo tra le varie azioni la realizzazione lungo le coste di reti di monitoraggio per “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 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. L’attuale Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari effettua, 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 e da alcuni anni ha assunto funzioni tecnico consultive e di coordinamento nell’ambito delle attività di ripascimento della fascia costiera del Veneto (DMA 24/01/1996).

Il Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari di ARPAV ha continuato negli anni a svolgere le previste attività di coordinamento, assumendo anche la responsabilità scientifica di diverse linee progettuali, con un impegno sistematico alla razionalizzazione e all’ottimizzazione nell’impiego delle risorse umane e strumentali. Tra esse si ricordano le principali:

- “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 - CONCLUSO
- 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 - CONCLUSO
- VI Piano nazionale triennale della Pesca e dell’Acquacoltura (collegato ad INT04) - CONCLUSO
- Progetto “Oasi marina di ripopolamento” nell’ambito del Programma Leader Plus “Piano di sviluppo locale dal Sile al Tagliamento” (collegato ad INT04) - CONCLUSO
- 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 - CONCLUSO
- Intervento 72 – Campo Sperimentale a mare; Intervento 72-2; Intervento 72-3 (come prosecuzione ed integrazione alle attività svolte negli anni precedenti - CONCLUSO
- Progetto “ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico” (fase di cantiere) - CONCLUSO

- Progetto “Analisi dell’idoneità dei sedimenti presenti lungo il litorale veneto per attività di ripascimento delle spiagge emerse e sommerse”, in collaborazione con ISPRA - CONCLUSO
- Progetto “Ostreopsis” per la ricerca di microalghe potenzialmente tossiche in prossimità dei litorali (I fase e II fase) - CONCLUSO
- Progetto “ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico” (fase di esercizio)
- Progetto MoVEco I (CONCLUSO) e II – Monitoraggio Ecologico della Laguna di Venezia.

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 (in Veneto intesa fino a 2 miglia nautiche dalla linea di costa) 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** (dalla linea di costa fino a due miglia nautiche), 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 della fascia strettamente costiera, 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 al di là della fascia costiera (2 miglia nautiche), non essendo disponibili informazioni legate alla classificazione, 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 effettuato nel triennio 2010-2012, 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.

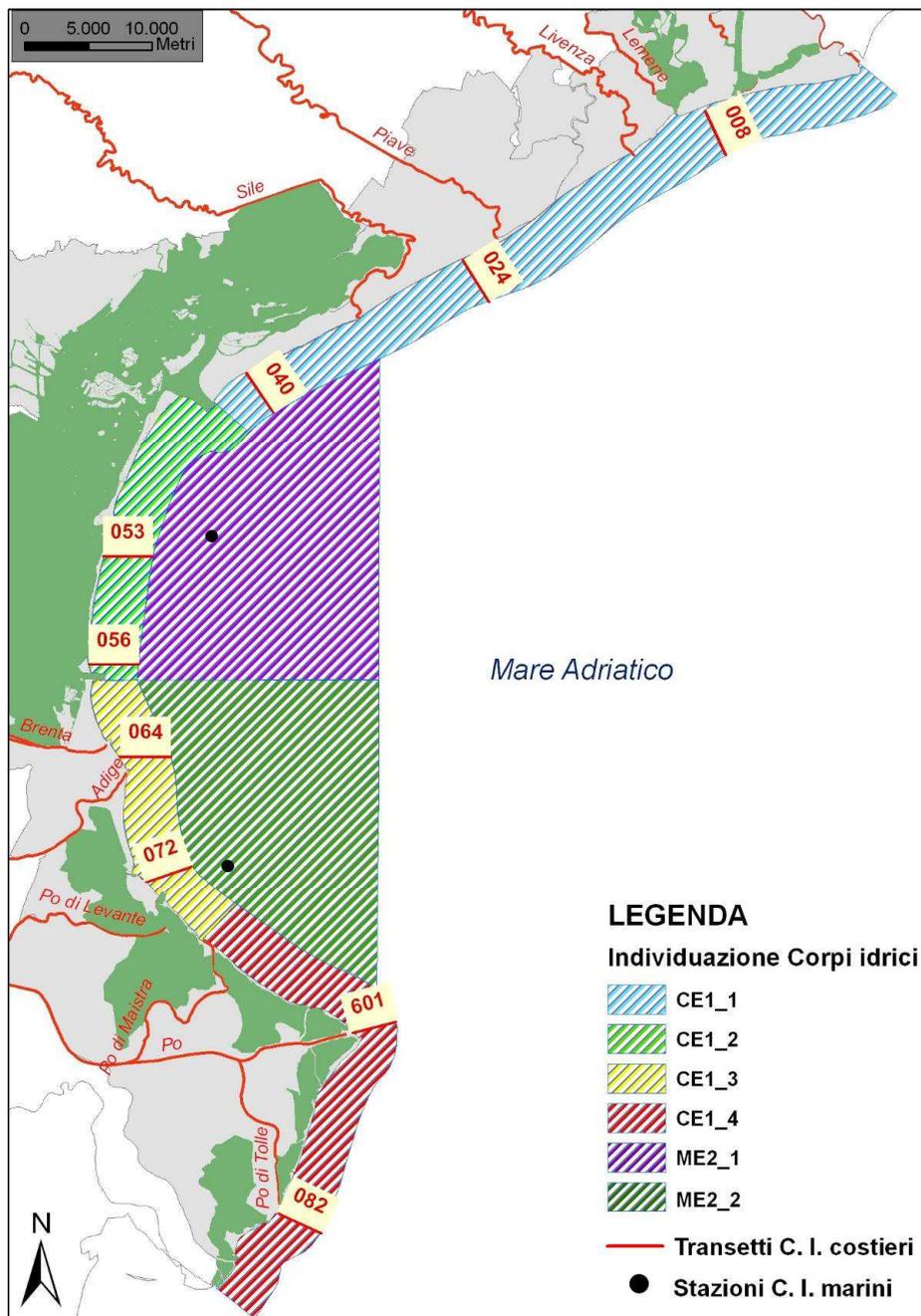


Figura 1: Individuazione dei corpi idrici delle acque marino costiere (ARPAV, 2009) e localizzazione dei transetti nel 2013.

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

Nell'anno 2013 il Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari di ARPAV ha proseguito le attività di monitoraggio dell'ambiente marino costiero sulla Rete Regionale della Regione Veneto con i seguenti obiettivi:

1. 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 di stato chimico e di stato ecologico delle acque marine del Veneto

2. 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)
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. ottimizzazione e razionalizzazione delle attività istituzionali e di ricerca svolte sul tema
5. attuazione di iniziative di ricerca scientifica e sviluppo, ai sensi 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 secondo le frequenze previste dalla normativa (Tab. 1).

CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI E ANALISI IN CAMPO			
anno 2013			
Campagna	Date di campionamento	Transetti campionati	Matrice
Campagna 02	15, 20, 26 febbraio	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 03	21, 22, 28 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 06	11, 12, 13 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 07	23, 25, 30, 31 luglio acque; 11, 29, 30 luglio (biota e microalghe)	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota, Microalghe bentoniche
Campagna 08	13, 28, 29 agosto + 4, 5 settembre (acque); 19, 20 agosto (biota); 19, 29 agosto (microalghe)	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota, Microalghe bentoniche
Campagna 09	24, 25, 26, 27 settembre (acque); 16, 19 settembre (biota e microalghe);	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota, Microalghe bentoniche
Campagna 11	18, 29 novembre + 9, 10 dicembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Sedimento

Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2013 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 la **Rete Regionale di Monitoraggio delle acque marine e costiere** composta da 9 transetti (direttrici perpendicolari alla linea di costa) distribuiti nei quattro corpi idrici costieri (Fig. 1 e Tabb. 2 e 3). 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 e degli inquinanti specifici (D.M. 260/2010 Tabb. 1/A e 1/B);
- 1 stazione per la matrice sedimento per le indagini ai fini della determinazione dello stato chimico e dello stato ecologico (D.M. 260/2010 Tabb. 2/A e 3/B);
- 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.

Nelle aree di pertinenza di alcuni transetti sono presenti in aggiunta:

- 1 stazione per il campionamento di mitili da banchi naturali (solo in aree con moli o strutture favorevoli alla crescita) (D.Lgs. 152/2006 all. 2, sez. C);
- 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).

Alle stazioni costiere si aggiungono le due zone di controllo sui corpi idrici marini al largo ciascuna composta da una stazione per il controllo su matrice acqua, rilevamenti meteo-marini, l'analisi quali-quantitativa di fitoplancton e per il rilevamento delle sostanze dell'elenco di priorità e gli inquinanti specifici del D.M. 260/2010 (Tabb. 1/A e 1/B), una stazione per la matrice sedimento (D.M. 260/2010 Tabb. 2/A e 3/B) e una per lo studio di biocenosi di fondo.

La Rete regionale risulta pertanto formata da un totale di 68 stazioni (Tab. 2).

corpi idrici	localizzazione	estensione (area in km ²)	transetti	codice transetto	num. stazioni				
					acqua	sedimento	mitili banchi naturali	benthos	microalghe
costieri									
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		2	
				082	3	1		2	
marini									
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 marino 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 costieri e localizzazione.

Nel 2013 oltre alle stazioni sopra elencate si aggiungono le boe/mede della Rete Regionale di boe meteorologiche, 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

CIFRA	CODIFICA	SPECIFICHE
		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 delle stazioni costiere.

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 predispose 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, di rilievi video in colonna per verificare la presenza di forme di mucillagine. 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 benthos per le quali si rende necessario eseguire i rilievi su un transetto al giorno per i tempi lunghi dei prelievi previsti; tendenzialmente ogni campagna viene realizzata nei primi giorni del mese. Nel periodo estivo da luglio ad settembre sono 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, così come le campagne per la raccolta di mitili da banchi naturali. La realizzazione dei campionamenti e rilevamenti in mare è eseguita da tecnici specialisti del Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari e del Dipartimento Provinciale di Venezia di ARPAV. Le attività generalmente prevedono il coinvolgimento di due risorse, durante le campagne che prevedono i prelievi di sedimento e benthos 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 sono state eseguite dal Dipartimento Regionale Laboratori e/o dai Dipartimenti Regionali con la sola eccezione del parametro sassitossina nei mitili (per la conformità delle acque

alla vita dei molluschi), la cui ricerca è affidata all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie. In dettaglio le analisi di tipo chimico e biologico 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 sugli EQB (fitoplancton, benthos, 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, dopo la validazione, sono 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 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, teggùe; 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 INDAGATI¹

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

Torbidità: indica la presenza di materiale organico e inorganico in sospensione e modifica le proprietà fisiche e chimiche dell'acqua soprattutto a livello di penetrazione della luce con conseguenze sulla produzione primaria. La torbidità può essere 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'O₂ atmosferico e dipende da alcuni fattori fisici (temperatura, pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua), da caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (salinità, pH) e da processi biologici e chimici (attività fotosintetica, respirazione di piante e animali acquatici e mineralizzazione della sostanza organica).

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

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

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

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

di produzione primaria e influenzata da più fattori (apporto di nutrienti, temperatura, intensità luminosa).

Indice trofico TRIX²: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla *a* ed ossigeno disciolto). Il TRIX esprime, attraverso una scala da 2 a 8, il gradi di trofia ed il livello di produttività delle acque costiere in base a quattro classi di qualità (Tab. 5).

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

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

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

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

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

Benthos: organismi marini animali (zoobenthos) e vegetali (fitobenthos) che vivono a stretto contatto con il fondale o ancorati a substrati duri. Le indagini condotte nell'ambito del monitoraggio riguardano lo studio delle comunità zoobentoniche 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 campioni di diverse matrici 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 sonde multiparametriche Idromar IM71 e Hydrolab MS5. La funzionalità della sonda viene periodicamente certificata dalla ditta fornitrice attraverso intercalibrazione con una sonda di riferimento.

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

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

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 2013, che ha visto lo svolgimento di sette 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). Delle sette campagne quella di luglio è realizzata per i soli rilievi sul campo, quella di agosto si è prolungata, per alcune stazioni, fino ai primi di settembre sia per condizioni sfavorevoli che per problemi tecnici e infine quella di novembre, a causa delle condizioni del mare, è stata condotta principalmente nel mese di dicembre. Nelle seguenti trattazioni i dati saranno analizzati in entrambi i casi come appartenenti al mese con maggior numero di campionamenti (rispettivamente agosto e dicembre), a meno di evidenti differenze di condizioni. In questa sezione si mostreranno anche i dati derivanti dalle indagini sulle due stazioni dei corpi idrici esterni alla fascia strettamente costiera, analizzando quindi i dati di tutte le stazioni.

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 quantificazione analitica sono indicati come <LOQ. 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 quantificazione del metodo 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	Media Geometrica	Mediana	Moda	Minimo	Massimo	Inferiore Quartile	Superiore Quartile	Quartile Intervallo	95° Percentile	Dev.Std.	Errore Standard	Asimmetria	Curtosi
Temperatura (°C)	203	17.69	15.77	21.51	Multiplo	6.62	28.45	9.32	24.00	14.68	27.41	7.65	0.54	-0.20	-1.64
Salinità (PSU)	201	31.11	30.27	32.93	Multiplo	4.36	39.49	28.36	34.57	6.21	38.28	5.69	0.40	-1.93	5.64
Ossigeno disciolto (%)	184	100.92	99.45	99.91	Multiplo	72.87	162.40	85.67	111.27	25.60	135.92	17.75	1.31	0.77	0.63
pH (unità)	173	8.23	8.23	8.24	Multiplo	7.88	8.54	8.15	8.31	0.16	8.44	0.12	0.01	0.16	0.07
Clorofilla a da CTD (µg/l)	167	2.14	1.77	1.52	1.48	0.33	13.79	1.21	2.56	1.35	4.74	1.70	0.13	3.55	18.02
Trasparenza (m)	203	2.82	2.50	2.50	3.00	0.50	10.00	2.00	3.20	1.20	6.00	1.47	0.10	1.63	3.88
Azoto ammoniacale (µg/l)	174	27.68	19.65	18.62	<LOQ	<LOQ	206.17	11.55	30.50	18.95	82.44	30.33	2.30	3.36	13.26
Azoto nitroso (µg/l)	174	7.43	5.77	6.74	<LOQ	<LOQ	29.57	3.69	9.66	5.97	15.24	5.18	0.39	1.76	4.72
Azoto nitrico (µg/l)	174	383.53	156.39	162.23	<LOQ	<LOQ	2671.97	77.29	402.20	324.91	1683.62	531.75	40.31	2.32	5.39
Azoto totale (µg/l)	174	639.52	424.81	406.13	677.00	48.20	3114.25	219.70	748.20	528.50	2244.27	644.39	48.85	1.95	3.52
Fosforo da ortofosfati (µg/l)	174	8.55	4.43	4.80	<LOQ	<LOQ	73.11	2.09	8.92	6.83	29.93	11.83	0.90	3.24	12.51
Fosforo totale (µg/l)	174	29.27	21.33	23.50	Multiplo	1.50	132.02	12.40	37.35	24.95	75.15	23.98	1.82	1.78	3.84
Silicio da ortosilicati (µg/l)	66	400.02	168.16	169.57	<LOQ	<LOQ	2514.00	71.52	510.32	438.80	1581.30	545.61	67.16	2.21	4.74
Diatomee (cell/l)	66	923192	639201	582821	Multiplo	18000	3288283	380987	1204191	823204	2483221	792770.22	97583.27	1.30	0.69
Dinoflagellate (cell/l)	66	17367		13608	Multiplo	0	79374	4536	27214	22678	47625	15622.84	1923.04	1.44	2.77
Altro fitoplancton (cell/l)	66	544142	350271	447887	Multiplo	800	3542274	183691	671264	487573	1288101	552173.82	67967.90	3.04	13.23
Nanoflagellati (cell/l)	66	7284		0	0	0	79372	0	0	0	45356	17028.78	2096.10	2.42	5.50
Fitoplancton totale (cell/l)	66	1491983	1180778	1231405	Multiplo	19760	4404029	712083	2052341	1340258	3778121	983025.71	121002.10	1.11	0.59
Clorofilla a analitica (mg/m ³)	66	1.97	1.41	1.39	0.93	0.02	8.86	0.96	2.11	1.15	7.31	1.9	0.2	2.29	4.97
Indice trofico TRIX (unità)	123	5.23	5.12	5.14	Multiplo	2.53	7.48	4.48	5.94	1.46	7.08	1.1	0.1	0.21	-0.51

Tabella 6: Statistiche di base relative ai parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2013. Legenda: < LOQ = inferiore al limite di quantificazione del metodo analitico.

5.1.1 TRASPARENZA

I valori di trasparenza nei mesi indagati sono compresi tra un massimo di 10.0 metri, rilevato presso la stazione 40530 (al largo di Venezia – S. Pietro in Volta) a novembre, e un minimo pari a 0.5 metri rilevato presso la stazione 10820 (Po di Tolle) nel mese di marzo; il valore medio calcolato sull'intero dataset è risultato pari a 2.82 m.

In figura 2 è riportato la distribuzione dei valori medi di 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). Questo in parte si riflette anche sulla distribuzione dei valori medi alle varie distanze: è infatti ben evidente un gradiente positivo con l'allontanamento dalla costa, legato sia alle batimetrie che al contributo degli apporti fluviali più intenso presso le stazioni a 500m. Solo nel mese di giugno i valori medi alle diverse distanze si avvicinano, con valori puntuali molto simili in tutta l'area monitorata.

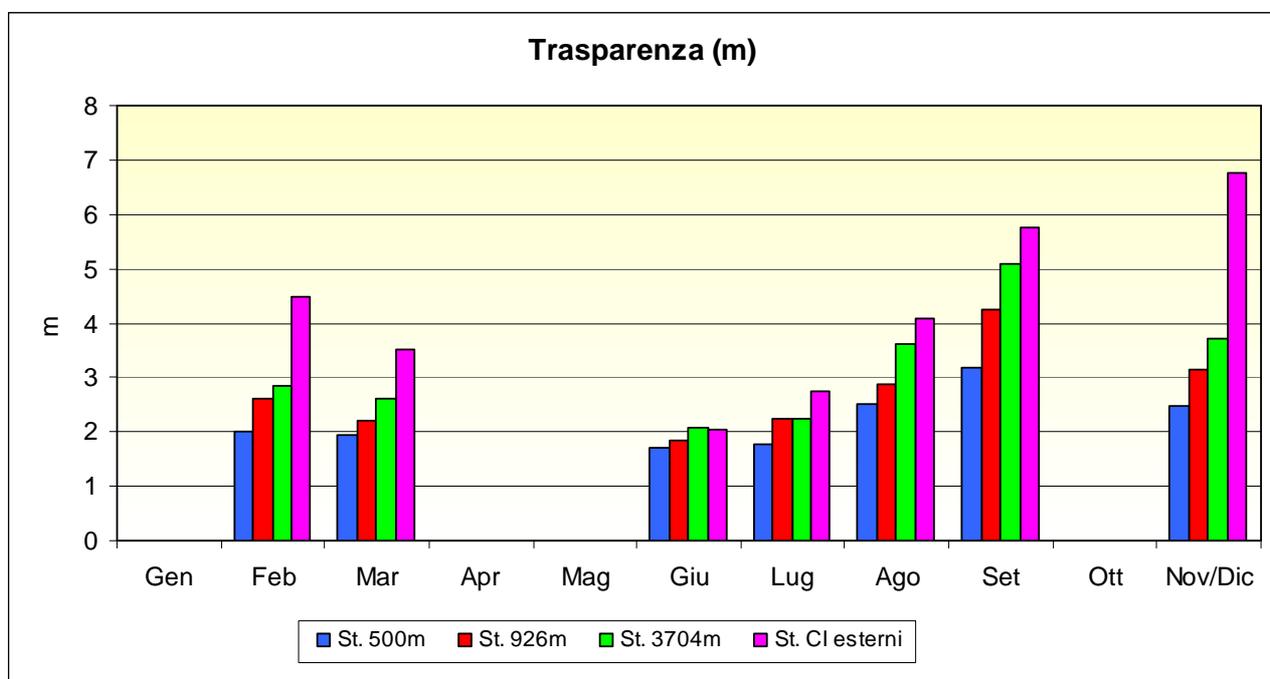


Figura 2: Valori medi di trasparenza (m) per campagna alle diverse distanze dalla costa.

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 diverse 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 i transetti 601 (Po di Pila) e 082 (Po di Tolle) risentono fortemente dell'influenza delle acque del fiume, anche alle stazioni più esterne. Situazione diversa si osserva nei transetti a nord dove è maggiormente evidente il gradiente positivo con trasparenze elevate alle stazioni a 3704m dalla costa.

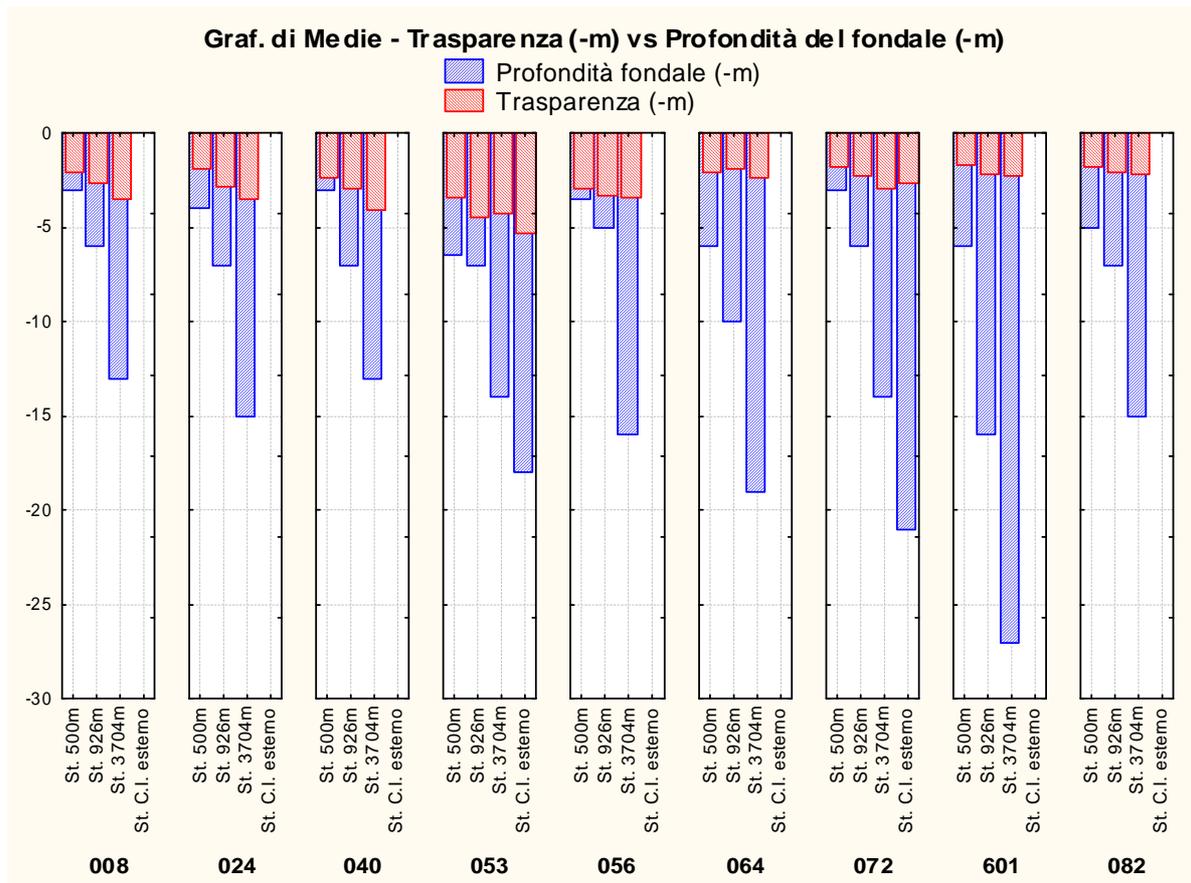


Figura 3: Valori medi di trasparenza (m) per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale.

5.1.2 TEMPERATURA

Come già ricordato nell'anno 2013 sono state effettuate 7 campagne, nei mesi di febbraio, marzo, giugno, luglio, agosto, settembre e l'ultima, a causa delle condizioni meteo perturbate, tra novembre (area a nord della costa) e dicembre (centro e sud); pertanto i valori medi indicati per temperatura e per i successivi parametri non sono confrontabili con quelli riportati nelle precedenti relazioni annuali. In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è risultato pari a 17.69°C, con valori compresi tra un minimo di 6.62 (a febbraio alla stazione 30720, posizionata nel c.i. CE1_3) e un massimo di 28.45°C (stazione 30720 nella campagna di luglio).

Al fondo, considerando le sole stazioni a 3704 m e le due dei corpi idrici esterni, la temperatura media è stata pari a 14.55°C, con un minimo di 7.57°C alla stazione 30530 (a 3704 m al largo di Venezia – S. Pietro in Volta) a febbraio e un massimo di 23.94°C alla stessa stazione ad agosto.

In figura 4 si riporta la distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità, presso stazioni al largo (3704 m) dei corpi idrici costieri e le due stazioni dei c.i. esterni, registrate nelle campagne 2013; nella campagna di giugno, per problemi tecnici, non è stata fatta la rilevazione dei dati lungo la colonna d'acqua e a settembre la rilevazione è solo in superficie su molte stazioni, quindi il dato medio di fondo è costituito da poche misure. Pur mancando alcuni mesi si intuisce, dai dati rappresentati in grafico, la presenza del fenomeno di inversione termica, con i mesi invernali in cui le temperature al fondo sopravanzano quelle di superficie, mentre nel periodo estivo le temperature superficiali sono nettamente più elevate.

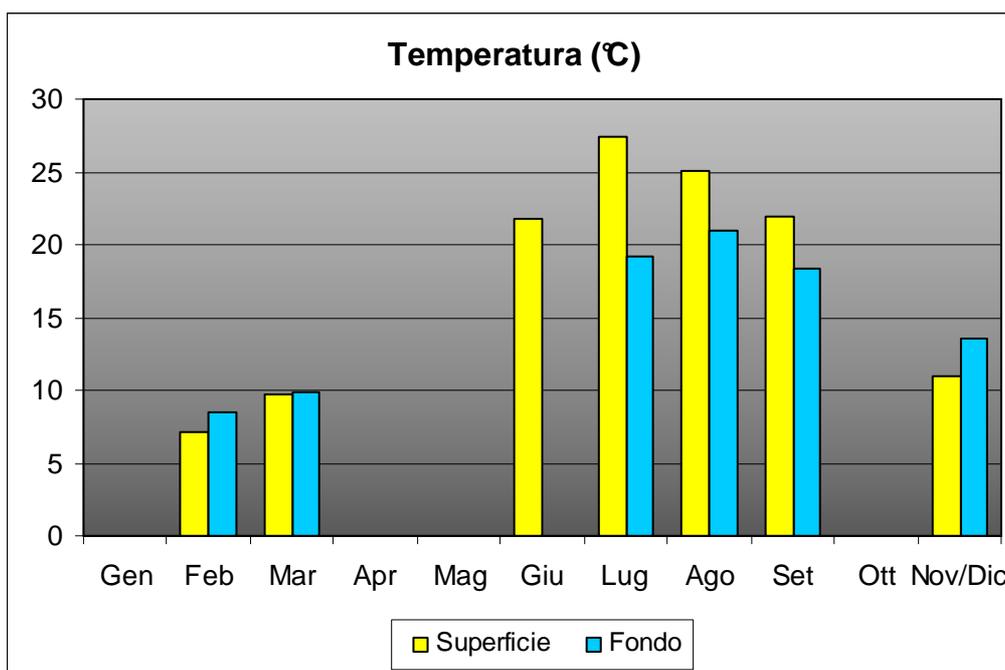


Figura 4: Valori medi di temperatura (°C) in superficie e al fondo rilevati alle stazioni più esterne.

In figura 5 si riporta la distribuzione dei valori medi di temperatura per ciascun transetto e alle diverse distanze dalla costa, calcolati sul dataset disponibile: si ricorda che mancano molte campagne del periodo invernale (gennaio, febbraio) e autunnale (ottobre, novembre). 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 settentrionali e centrali (da 024 a 056) mostrano i valori medi più elevati a tutte le distanze dalla costa, rispetto alle stazioni dei transetti meridionali.

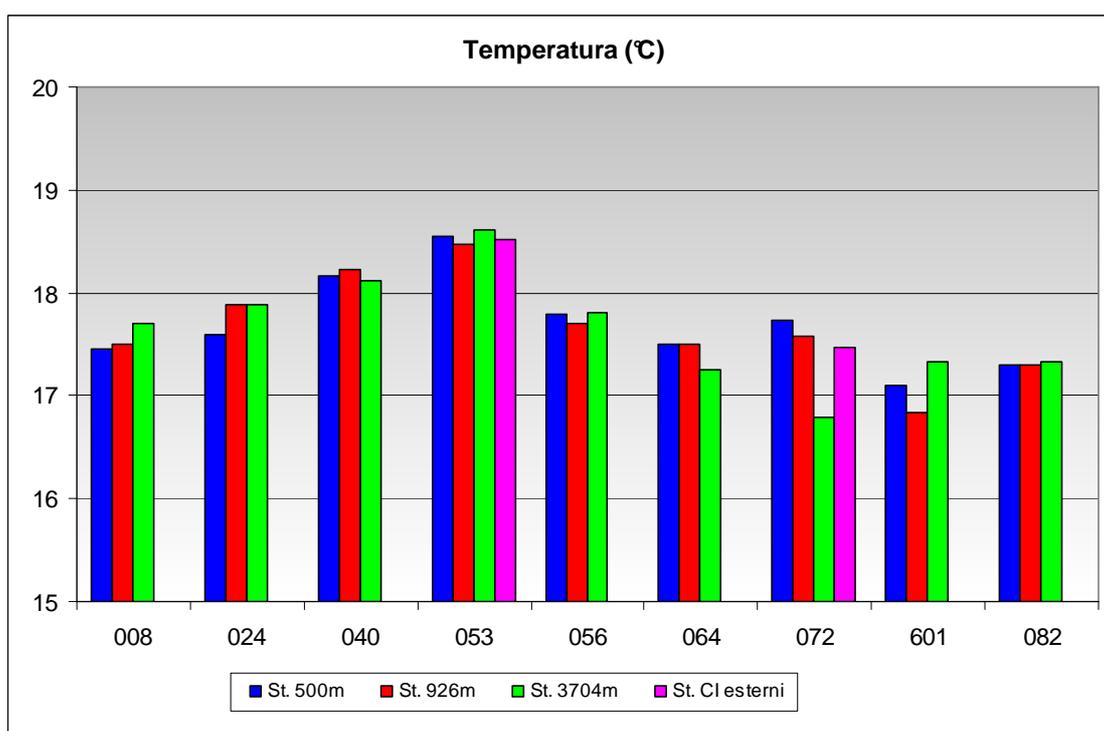


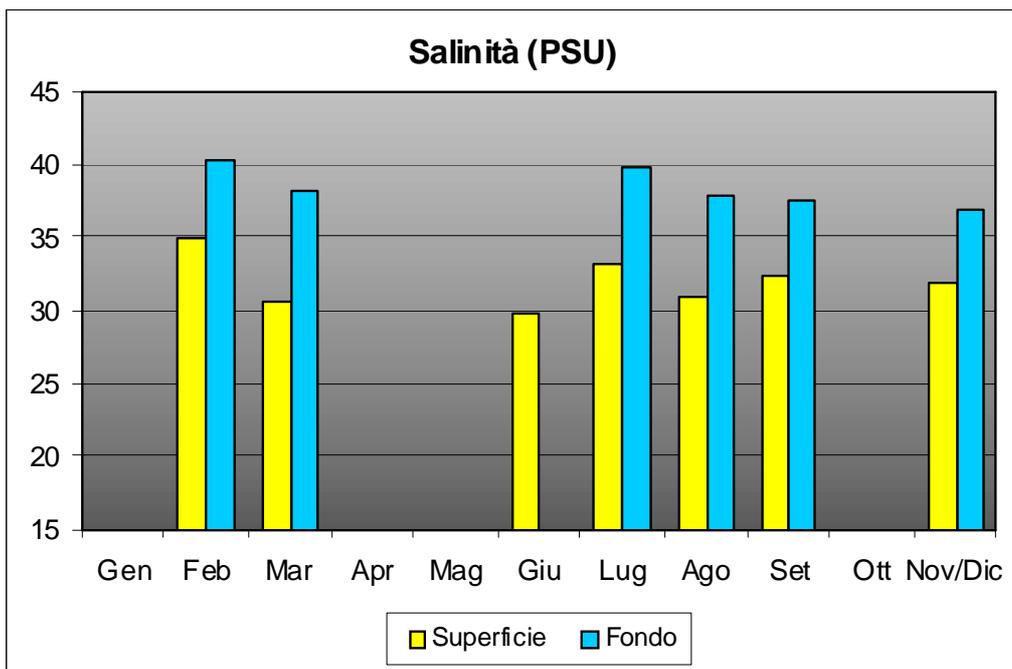
Figura 5: Valori medi di temperatura (°C) per transetto alle diverse distanze dalla costa.

5.1.3 SALINITA'

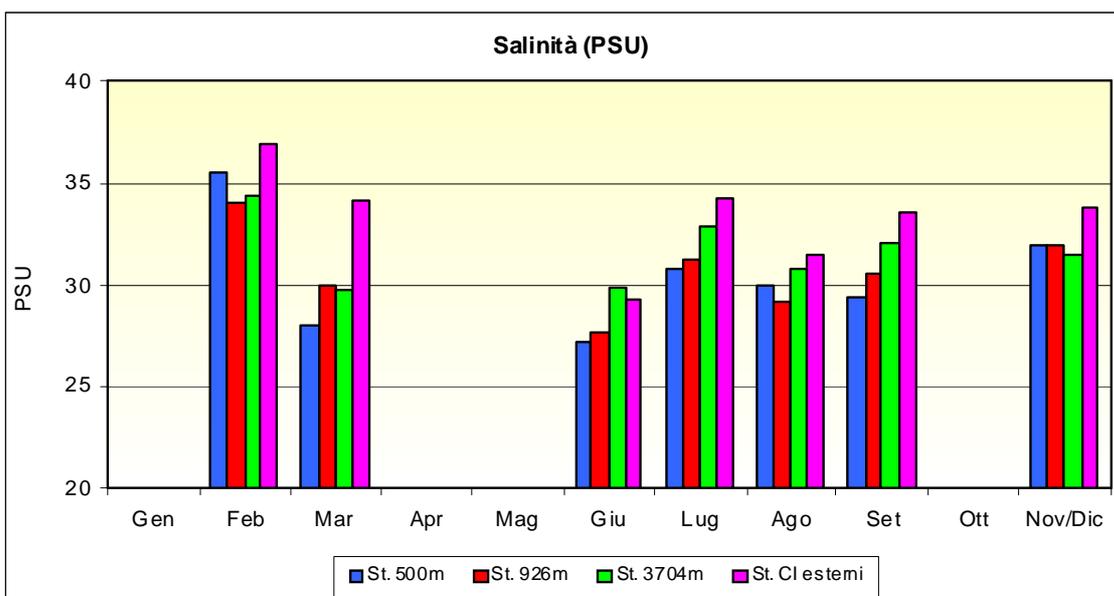
In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta valore medio pari a 31.11 PSU ed un'escursione compresa tra il valore minimo di 4.36 PSU (stazione 10820 a marzo) ed il valore massimo pari a 39.49 PSU (stazione 30640 a febbraio); tale dato appare decisamente elevato, tuttavia anche le stazioni nell'intorno e a nord hanno presentato valori in alcuni casi prossimi a 39 PSU lungo tutta la colonna d'acqua. Al fondo la media calcolata presso le stazioni al largo è risultata pari a 38.55 PSU variando da 16.05 (stazione 40720 a marzo) a 41.50 PSU (stazione 40530 a febbraio).

In figura 6/A si riporta l'andamento delle salinità medie mensili in superficie e al fondo, registrate presso le stazioni più lontane dalla costa. La distribuzione dei valori medi nelle acque di fondo di queste stazioni al largo si presenta tipicamente molto più uniforme rispetto alla superficie e sempre sopra i 36-37 PSU; negli strati superficiali, nelle campagne realizzate i valori medi sono risultati compresi tra 30 e 35 PSU, ad eccezione di quella di giugno con salinità media inferiore, pari a 29.80 PSU.

In figura 6/B sono riportate invece le salinità medie calcolate per ciascuna campagna presso le stazioni poste alle diverse distanze dalla costa. Marzo e giugno sono i due mesi con le concentrazioni medie inferiori, seppure di poco, nel primo caso le stazioni dei due corpi idrici esterni non risentono degli apporti continentali, nel secondo mese invece presentano valori corrispondenti alle stazioni più prossime alla costa.



A



B

Figura 6: A - Salinità medie (PSU) in superficie e al fondo alle stazioni al largo; B - Salinità medie (PSU) in superficie alle diverse distanze dalla costa.

L'anno 2013 è risultato, dal punto di vista degli apporti meteorici sul territorio regionale, abbastanza complesso. Dopo un inverno anormalmente perturbato e più freddo del solito con vari episodi nevosi, la primavera è risulta molto piovosa con quantitativi di pioggia spesso molto superiori rispetto alla media (soprattutto a marzo e maggio); l'estate 2013 ha avuto un andamento altalenante, alternando periodi piuttosto freschi, a giugno e a fine agosto, a periodi decisamente caldi e dal punto di vista pluviometrico è stata nel complesso poco piovosa, mentre l'autunno dal punto di vista pluviometrico ha fatto registrare una maggiore variabilità, alternandosi zone con significativi deficit a zone con surplus localmente anche rilevanti (sunto dai "Commenti meteo climatici" pubblicati sul sito ARPAV a cura del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio - Servizio Meteorologico di Teolo). In tutti i principali fiumi veneti le portate medie mensili da marzo a maggio risultano nettamente superiori alla media del periodo calcolata sulla

corrispondente serie storica disponibile; esse superano anche i massimi storici per il mese di maggio fatta eccezione per i fiumi Adige e Po (dai “Rapporto sulla Risorsa Idrica in Veneto” pubblicati sul sito ARPAV a cura del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio).

La riduzione delle salinità in superficie a marzo e giugno, più decise nel tratto meridionale di costa, sono quindi probabilmente da attribuire alle precipitazioni primaverili, con il manifestarsi di deflussi medi superiori ai valori di lungo periodo per i principali corsi d’acqua (Fig. 7) che hanno determinato la presenza di acque fortemente diluite.

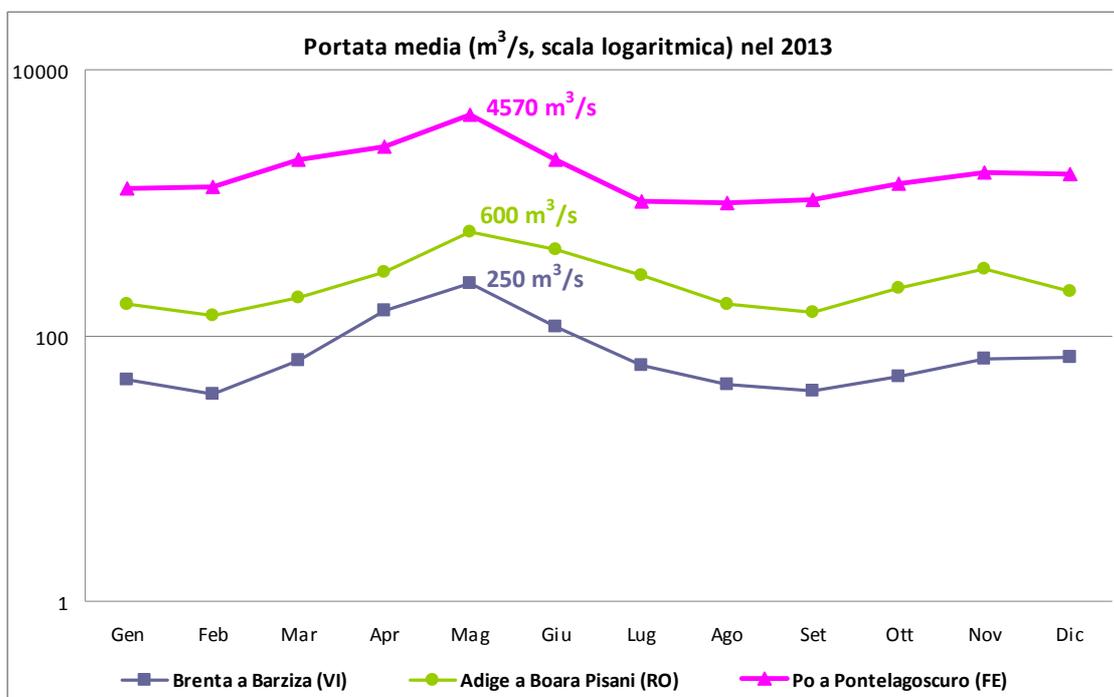


Figura 7: Portate medie mensili rappresentate in scala logaritmica (m³/s) di Brenta, Adige e Po rilevate rispettivamente alle stazioni di Barziza, Boara Pisani e Pontelagoscuro nel 2013 (Fonte dei dati: Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio - Servizio Idrologico ARPAV).

Nella figura 7 si riportano i valori medi mensili di portata (m³/s) dei fiumi Brenta (alla sezione di Barziza, a circa 105 km dalla foce), Adige (alla sezione di Boara Pisani, a circa 51 km dalla foce) e Po (sezione di Pontelagoscuro, a 91 km dalla foce) (estratti da “Rapporto sulla Risorsa Idrica in Veneto” pubblicati sul sito ARPAV a cura del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio con i contributi del Servizio Meteorologico di Teolo, del Servizio Neve e Valanghe di Arabba e del Servizio Idrologico di Belluno), rappresentati in scala logaritmica per evidenziarne l’andamento. Dal confronto con la figura 6/B si evidenzia una buona corrispondenza tra l’afflusso di acque dolci all’interno del bacino nel 2013 e la riduzione dei valori di salinità misurati in superficie nei mesi di marzo e, soprattutto, di giugno.

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 Plots³. Dalle distribuzioni delle mediane si osserva come l’area antistante la laguna di

³ 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°

Venezia (transesti 053 e 056) presenti valori di salinità elevati (superiori a 35 PSU) già nelle stazioni prossime alla costa; subito a sud di Chioggia (tr. 064) 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 tempo la dispersione dei valori, ancora più evidenti nelle zone antistanti il delta del Po (tr. 601 e 082). I transesti posizionati nel tratto di costa a nord della laguna di Venezia presentano una situazione intermedia, il transetto 040 (Cavallino Treporti) presenta un range di valori decisamente più ristretto rispetto alla situazione dei transesti 024 (Jesolo) e 008 di Caorle (soggetto all'influenza degli apporti del Tagliamento).

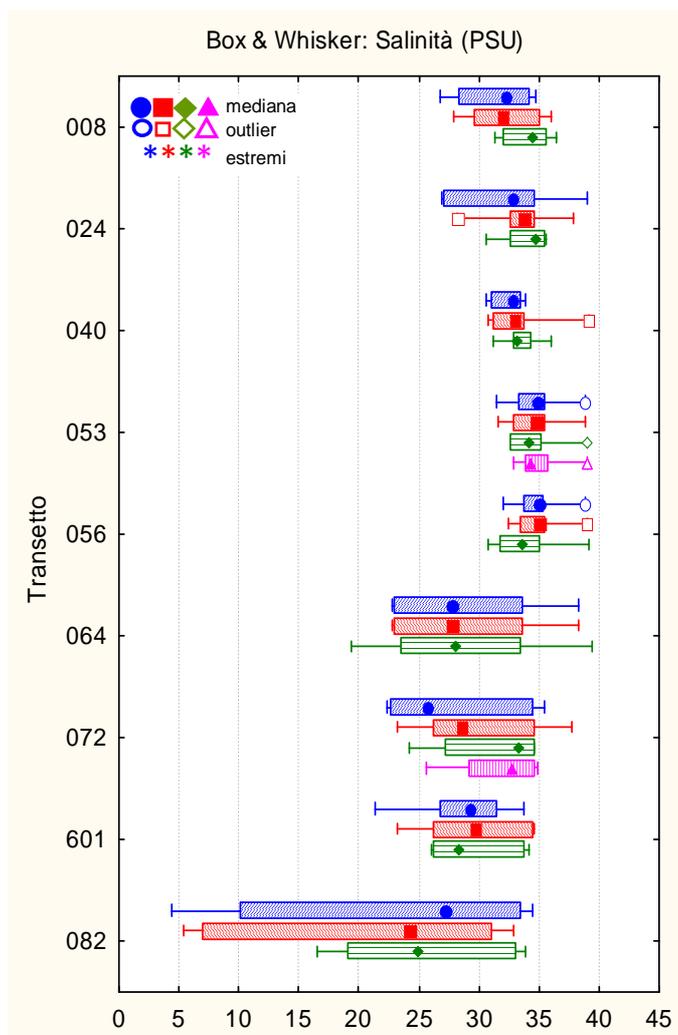


Figura 8: Distribuzione dei valori di salinità (PSU) per transetto (da nord a sud) e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

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 8.54 (stazione 10640 a luglio) ed un minimo di 7.88 (stazione 30080 a marzo). Al fondo, presso le stazioni al largo, la media è stata pari a 8.08 unità di pH variando da un minimo di 7.84 (stazione 36010 a luglio) ad un massimo di 8.30 (stazione 30530 a febbraio).

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).

In figura 9 si riporta la distribuzione dei valori medi di pH calcolati in superficie e al fondo per le stazioni a 3704 m dalla linea di costa e quelle dei due corpi idrici esterni; nelle campagne estive i valori medi di fondo risultano decisamente inferiori a quelli di superficie (luglio, agosto e settembre); a causa di problemi al sensore i dati di giugno sono assenti, mentre nel mese di settembre i rilievi sono stati effettuati lungo la colonna d'acqua su due sole stazioni.

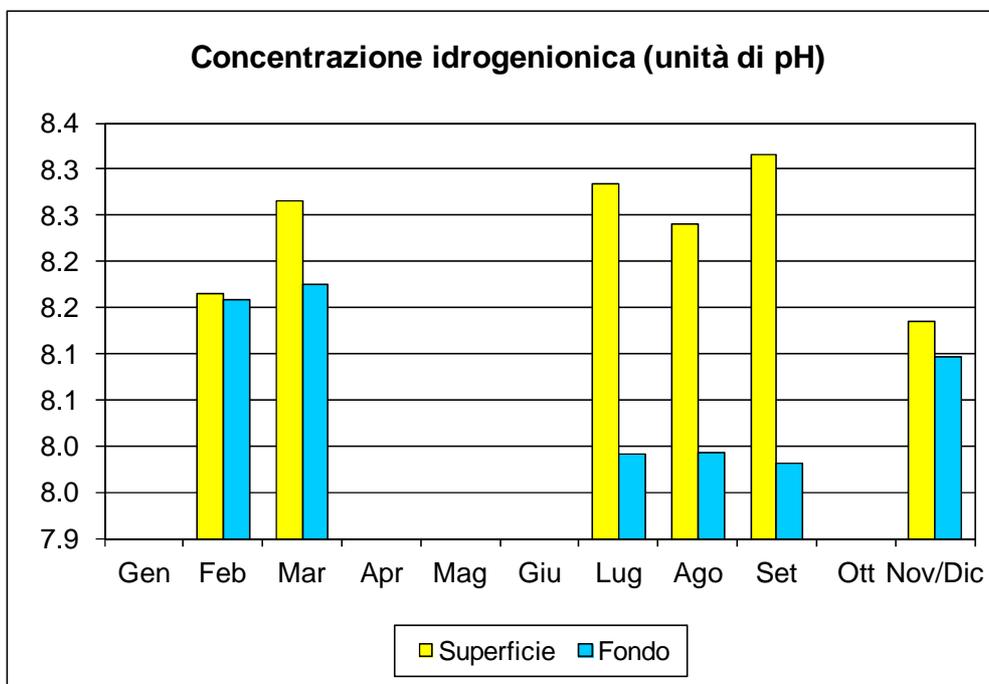


Figura 9: Valori medi di pH in superficie e al fondo, registrati presso le stazioni al largo.

In figura 10 si riporta la distribuzione dei valori rilevati in superficie per ciascuna stazione in forma di Box & Whisker Plots: rispetto agli anni precedenti si può osservare come la dispersione dei valori di concentrazione idrogenionica attorno alla mediana sia ampia in tutti i transetti e alle diverse distanze dalla costa.

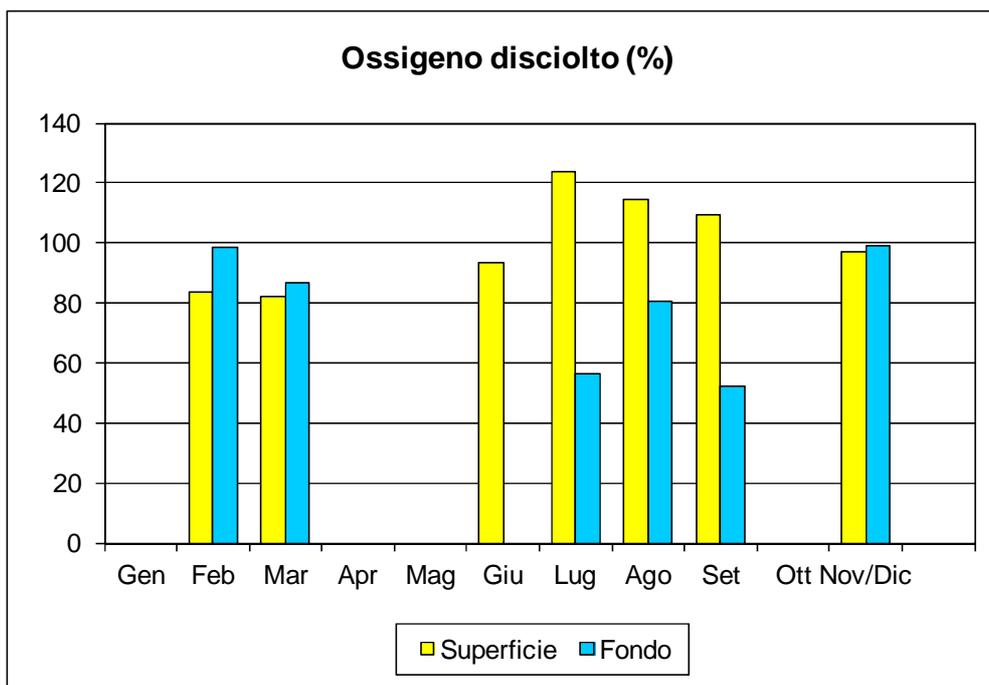


Figura 11: Valori medi di ossigeno disciolto (%) in superficie e al fondo presso le stazioni a 3704 m.

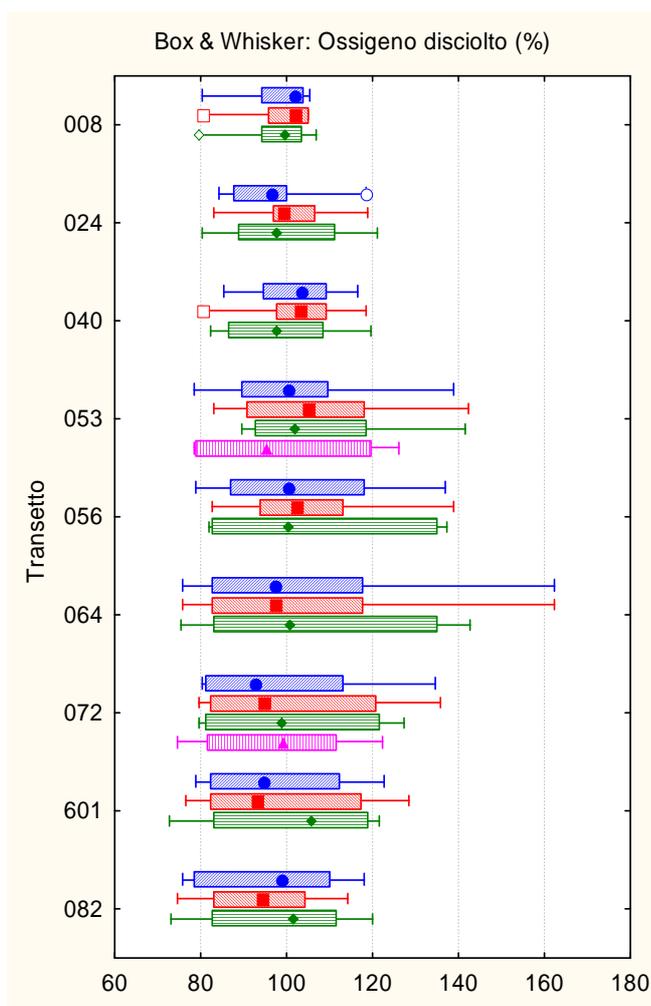


Figura 12: Distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.6 AZOTO AMMONIACALE

In superficie il valore massimo pari a 206.17 µg/l è stato registrato alla stazione 20720 nel mese di marzo; la concentrazione media di azoto ammoniacale nelle campagne effettuate è stata pari a 27,68 µg/l con un numero di campioni con valore inferiore al limite di quantificazione (7.75 µg/l) pari al 4,9% dei campioni totali (10 casi su 203 campioni), ben inferiore alla percentuale dell'anno precedente (37.2%).

In generale la scelta del criterio con cui considerare i dati inferiori al Limite di Quantificazione (LOQ), soprattutto in casi di percentuali 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 quantificazione.

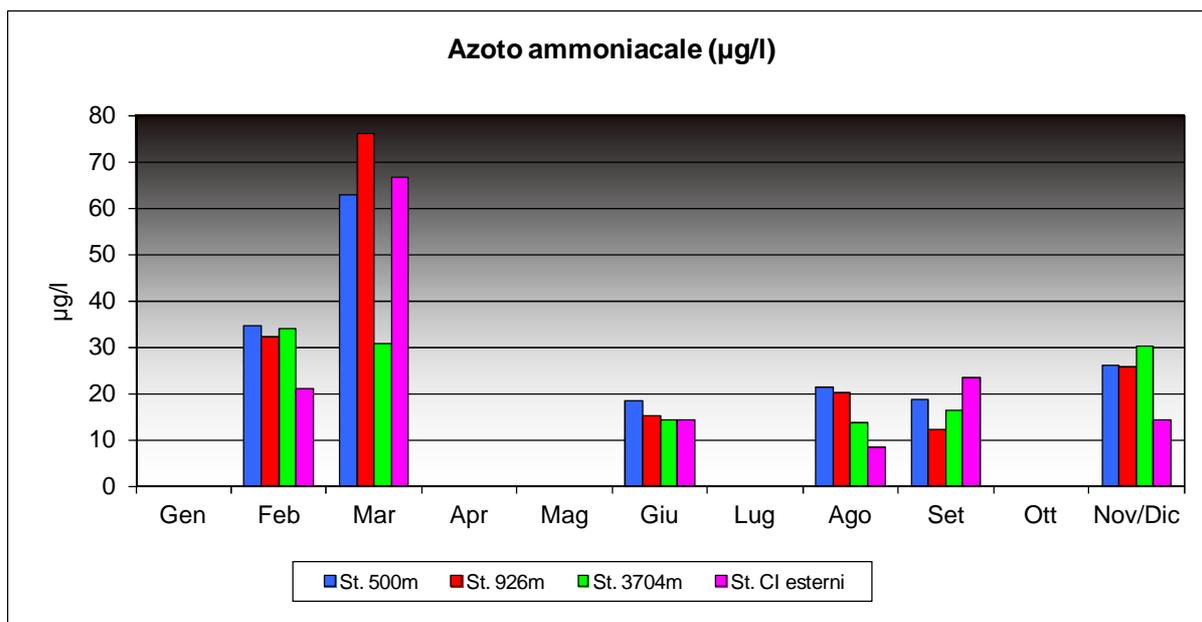


Figura 13: Valori medi di azoto ammoniacale ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa.

In figura 13 si riportano i valori medi calcolati sulle stazioni poste alle diverse distanze dalla linea di costa in ciascuna campagna di campionamento; risulta evidente il notevole carico di sostanze nutritive giunto a mare con gli importanti apporti del mese di marzo (Fig. 6). 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, maggiormente influenzata da apporti fluviali. Particolarmente elevate risultano le concentrazioni al transetto 072 (sottoposto all'influenza degli apporti di Bacchiglione-Brenta, Adige e Fissero-Tartaro-Canalbianco), soprattutto la stazione a 926m dalla costa che ha registrato la massima concentrazione a marzo.

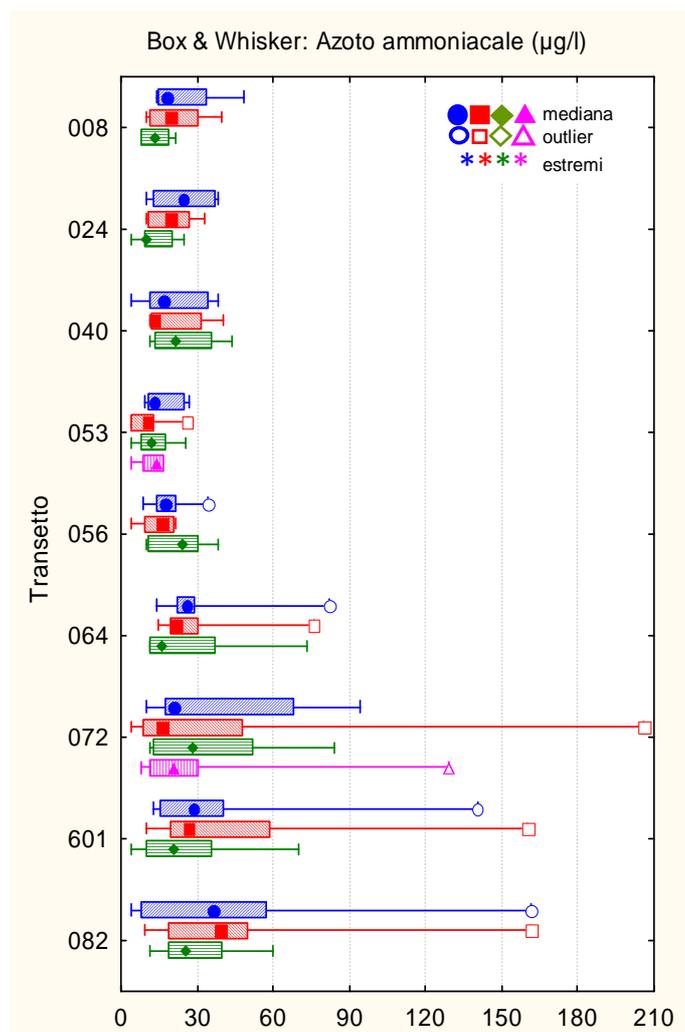


Figura 14: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.7 AZOTO NITRICO

In superficie nel 2013 la concentrazione media di azoto nitrico è stata pari a $383.53 \mu\text{g/l}$, notevolmente più elevata rispetto all'anno precedente ($100.43 \mu\text{g/l}$), con valori minimi inferiori al limite di quantificazione ($11.30 \mu\text{g/l}$) nel 7.4% dei casi (15 su 203 campioni); il valore massimo pari a $2671.97 \mu\text{g/l}$ è stato misurato alla stazione 20720 (a 926m al largo di Rosolina) nel mese di marzo. In figura 15 sono rappresentate le concentrazioni medie mensili di azoto nitrico calcolate alle varie distanze dalla costa, come già visto per l'azoto ammoniacale il mese di marzo presenta i maggiori carichi di questo nutriente.

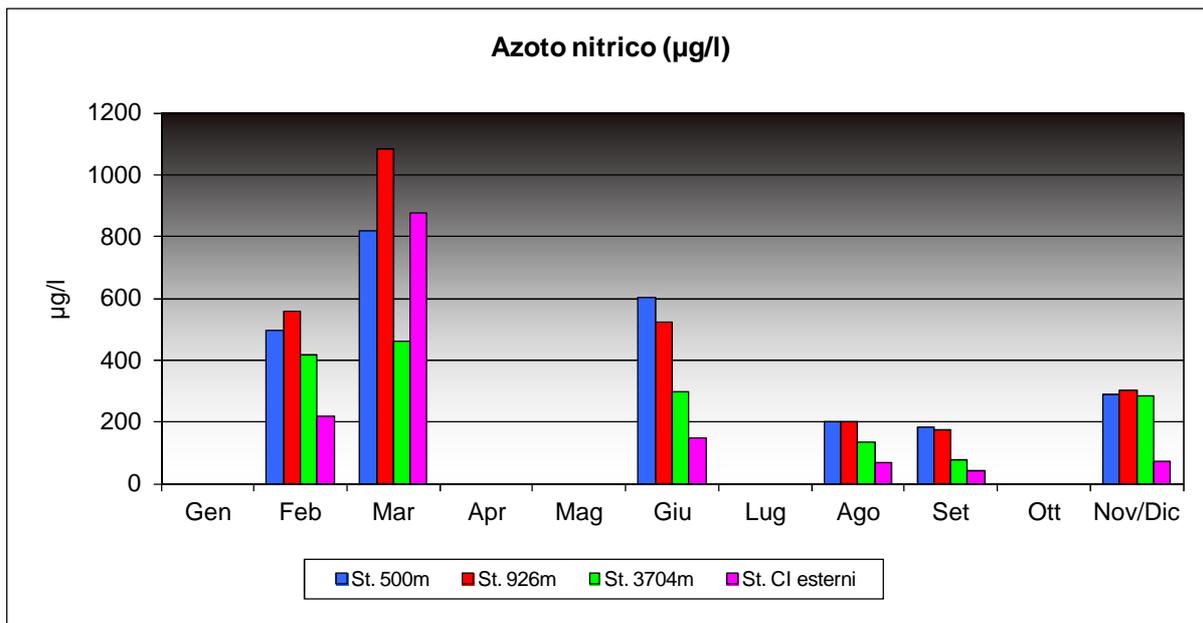


Figura 15: Valori medi di azoto nitrico ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa.

In figura 16 è riportata la distribuzione dei valori rilevati in superficie in tutte le stazioni, dal box plot risulta evidente come i valori di concentrazione più bassi siano stati rilevati nell'area antistante la laguna di Venezia (trasetti 053 e 056), mentre si assiste ad un forte aumento delle concentrazioni di questo nutriente nel tratto meridionale di costa, con valori particolarmente elevati nella zona 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 nelle aree antistanti la foce del Livenza (trasetto 024) e la foce del Sile (trasetto 040).

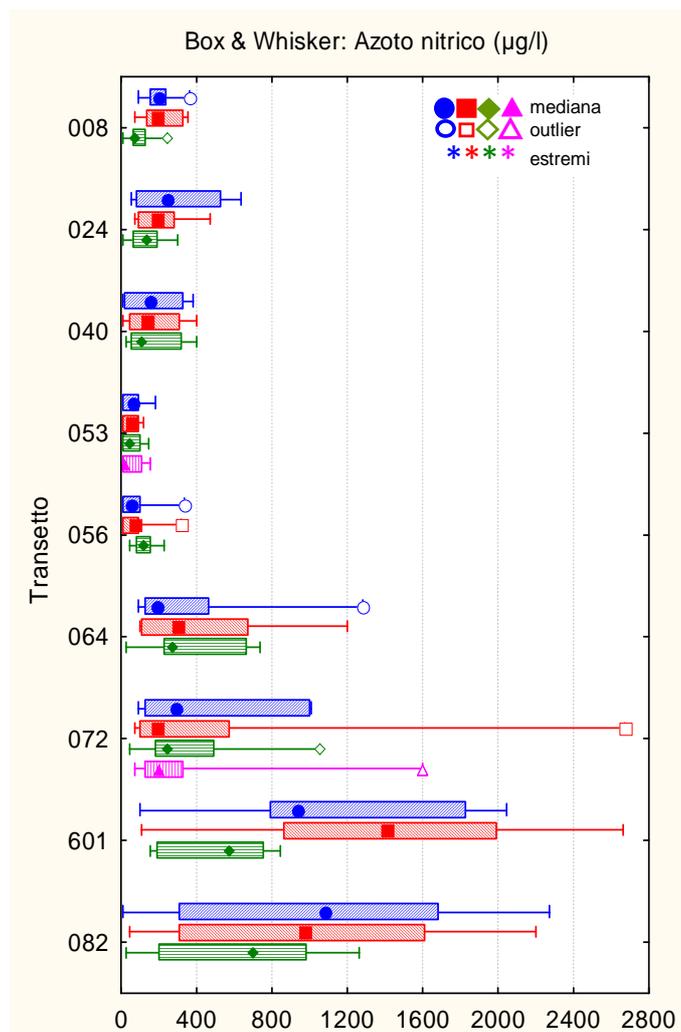


Figura 16: Distribuzione dei valori di azoto nitrico (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.8 AZOTO NITROSO

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di 7.43 µg/l con valori minimi inferiori al limite di quantificazione (1.52 µg/l) nel 5.4% dei casi (11 su 203 campioni) ed un valore massimo di 29.57 µg/l nella stazione 26010 (a 926m dalla foce del Po di Pila) a marzo. Marzo, seguito da febbraio e dicembre, è anche in questo caso il mese con il maggiore carico di azoto nitroso, come si può osservare dal grafico riportato in figura 17.

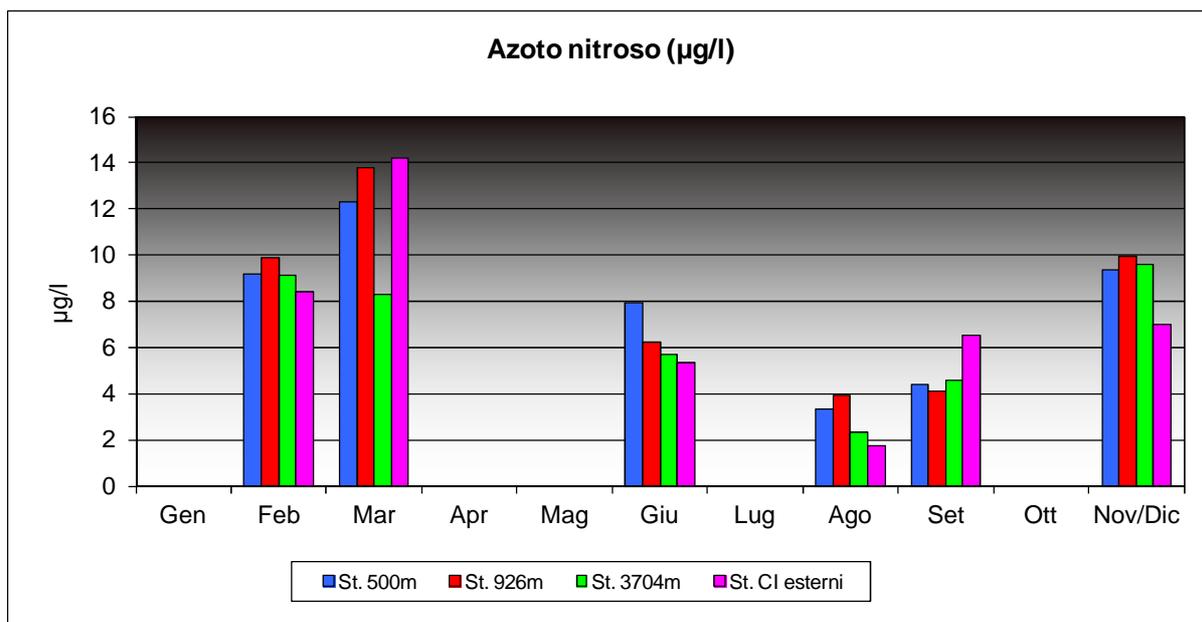


Figura 17: Valori medi di azoto nitroso (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa.

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 la foce del Fissero-Tartaro-Canalbiano (transetto 072) e il delta del Po (transetti 601 e 082), che presentano una più ampia dispersione dei dati attorno alla mediana.

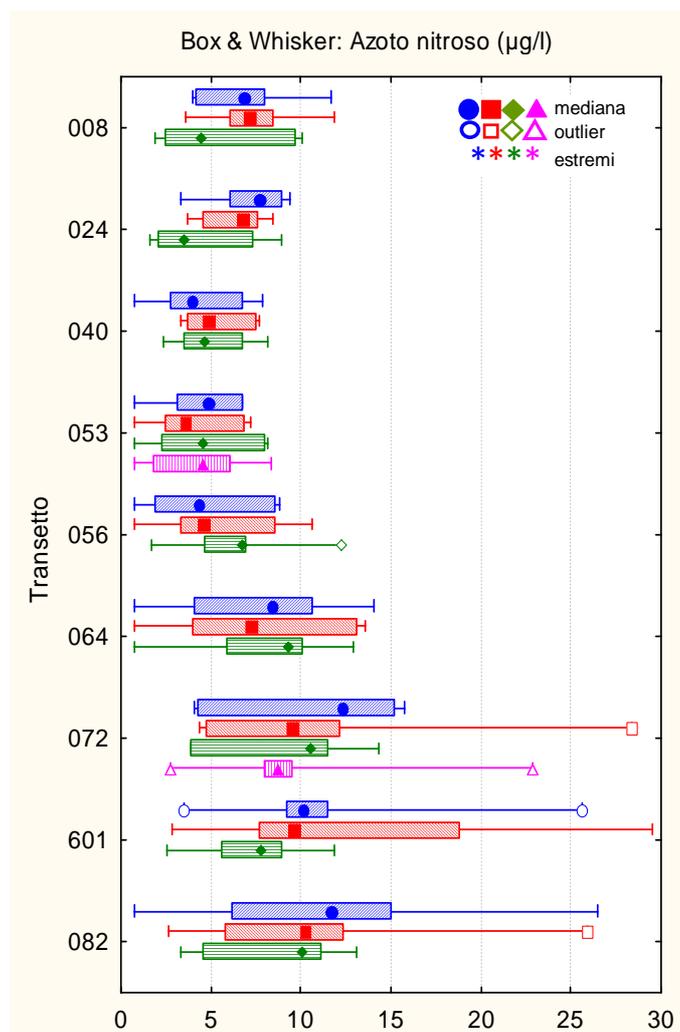


Figura 18: Distribuzione dei valori di azoto nitroso ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.9 AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di $639.52 \mu\text{g/l}$, con un valore minimo pari a $48.2 \mu\text{g/l}$ registrato alla stazione 40530 a novembre (stazione posta a oltre 8km al largo della località di S.Pietro in Volta a Pellestrina-Venezia) ed un valore massimo di $3114.25 \mu\text{g/l}$ nella stazione 26010 (a 926m dalla foce del Po di Pila) a marzo. La distribuzione dei valori medi mensili per ciascuna distanza e per campagna di misurazione, riportate in figura 19, mostra sempre a marzo le maggiori concentrazioni, come conseguenza dei notevoli apporti giunti al mare, a tutte le distanze da costa; è evidente nelle restanti campagne il gradiente negativo con l'allontanamento 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, nel tratto meridionale di costa, e soprattutto in quelli localizzati nell'area antistante il delta del Po (transetti 601 e 082).

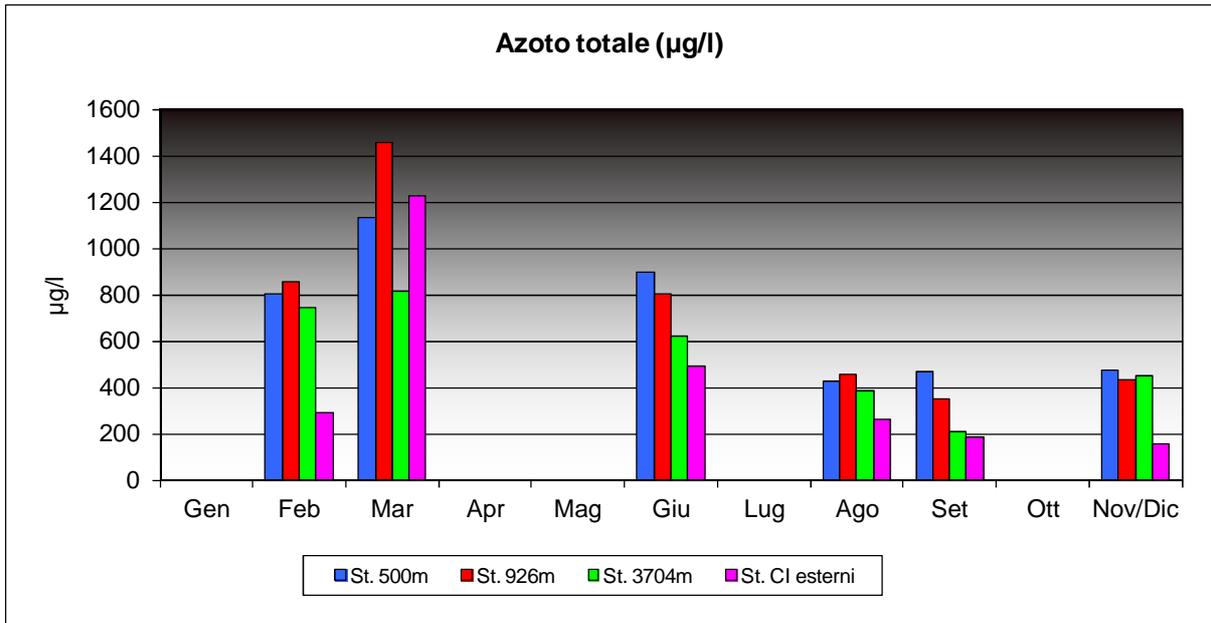


Figura 19: Valori medi di azoto totale (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa.

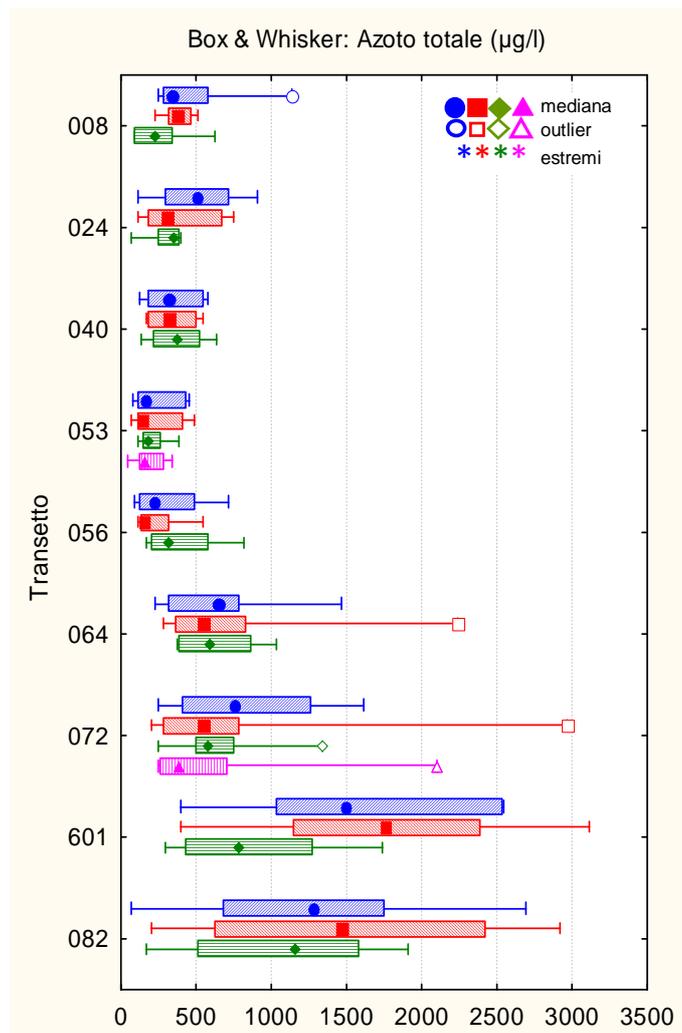


Figura 20: Distribuzione dei valori di azoto totale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.10 FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di 8.55 µg/l con un massimo pari a 73.11 µg/l misurato alla stazione 26010 a marzo (al largo del Po di Pila); i valori minimi, inferiori al limite di quantificazione (1.0 µg/l), sono stati registrati nel 8.9% dei casi (18 su 203 campioni). Come per i sali azotati, anche qui i valori medi massimi sono registrati nel mese di marzo, come si può osservare dal grafico di medie di figura 21.

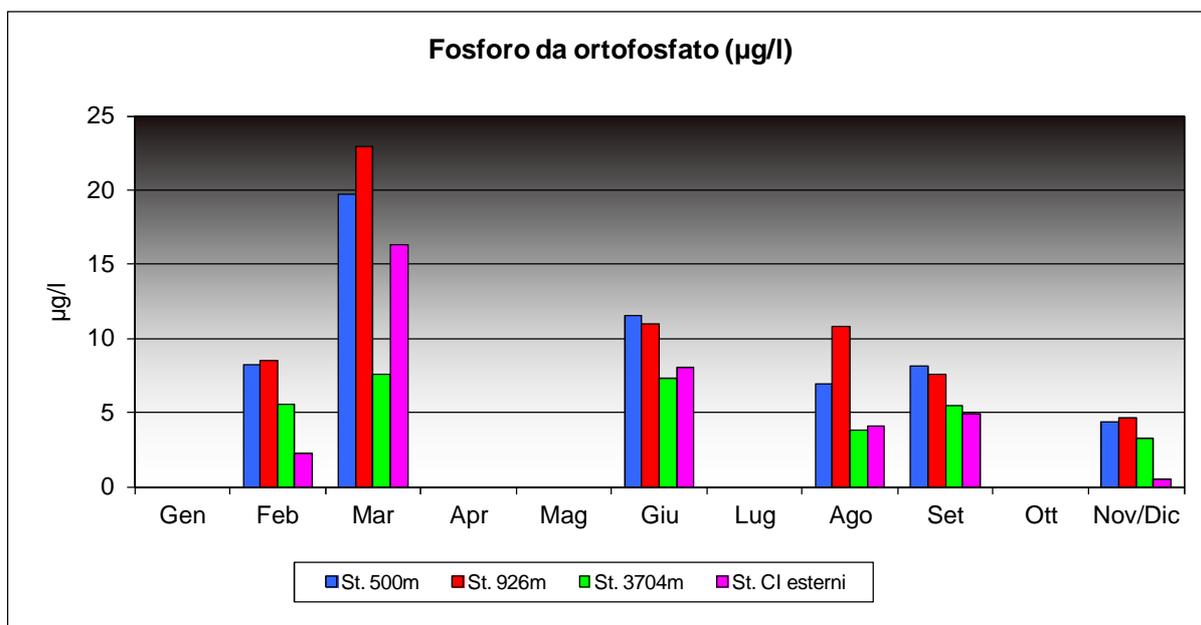


Figura 21: Valori medi di fosforo da ortofosfati (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa.

La distribuzione delle concentrazioni di ortofosfato lungo la costa alle diverse distanze evidenzia sempre valori più elevati e maggiore dispersione ancora una volta nella zona costiera antistante il delta del Po, in particolare presso i transetti 601 e 082 (Fig. 22), in linea con quanto già visto per gli altri sali nutritivi.

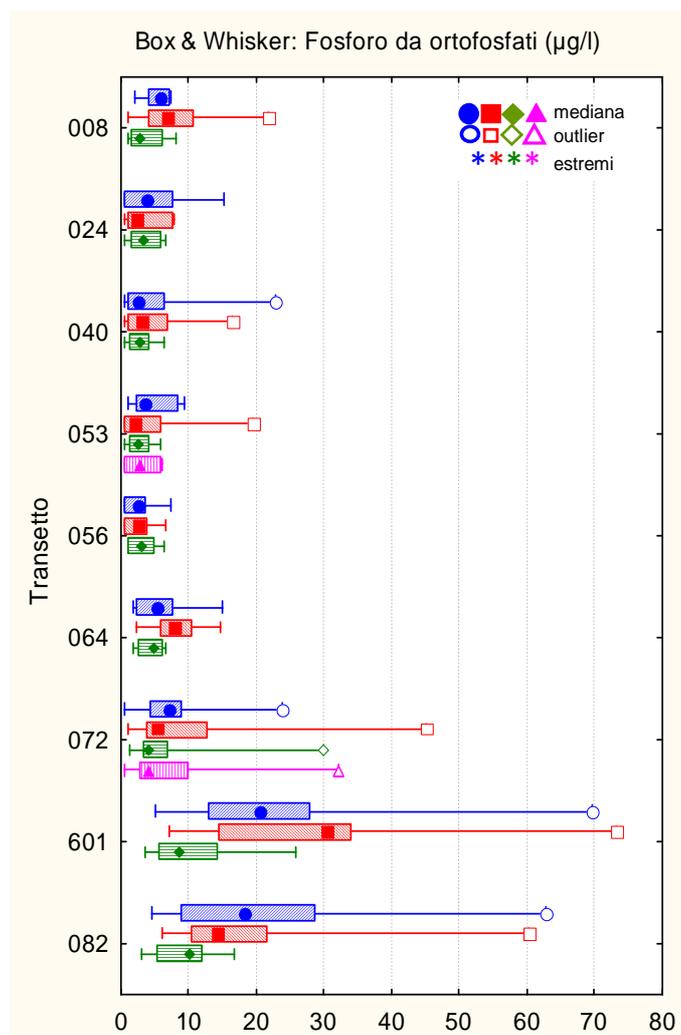


Figura 22: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.11 FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 29.27 µg/l con un massimo di 132.02 µg/l alla stazione 30530 (a 3704m da S. Pietro in Volta Pellestrina – Venezia) a giugno e un valore minimo pari 1.5 µg/l misurato alla stazione 30560 (a 3704m da Ca' Roman Pellestrina – Venezia) nella campagna di dicembre. La distribuzione dei valori medi per distanza dalla costa in ciascuna campagna (Fig. 23) mostra i valori più elevati in tutte le stazioni nel mese di giugno, contrariamente a quanto osservato per i composti azotati, ma anche marzo mostra concentrazioni importanti soprattutto in vicinanza dalla costa con un gradiente costa largo ben delineato.

Come per gli altri nutrienti, la distribuzione da nord a sud evidenzia valori maggiori 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).

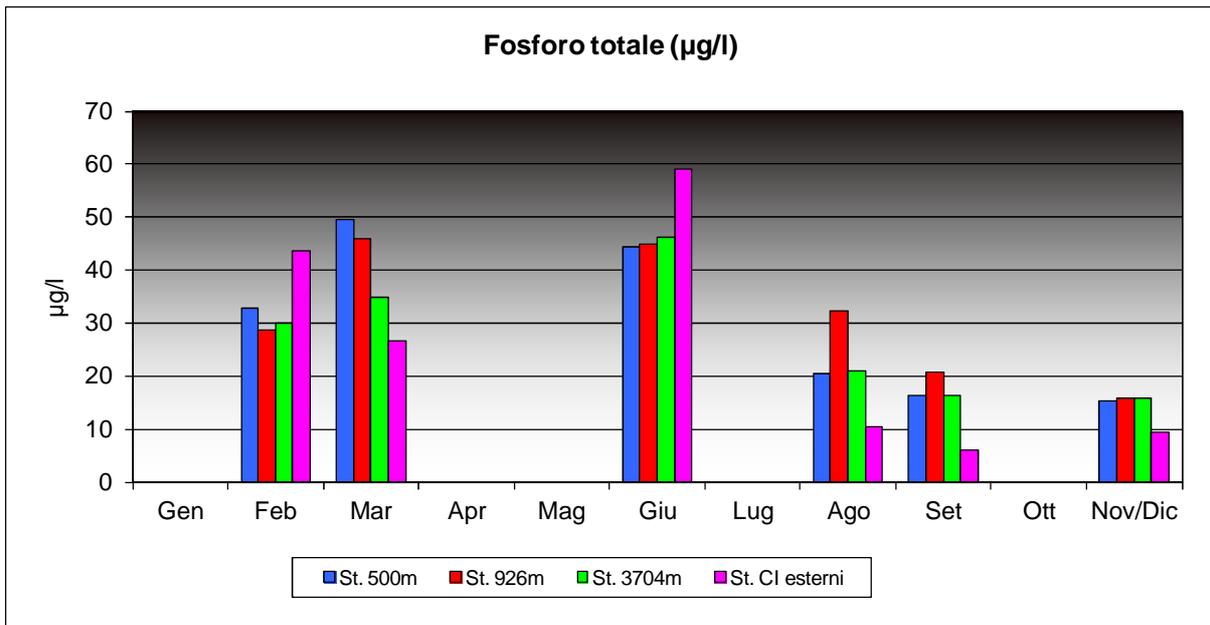


Figura 23: Valori medi di fosforo totale (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa.

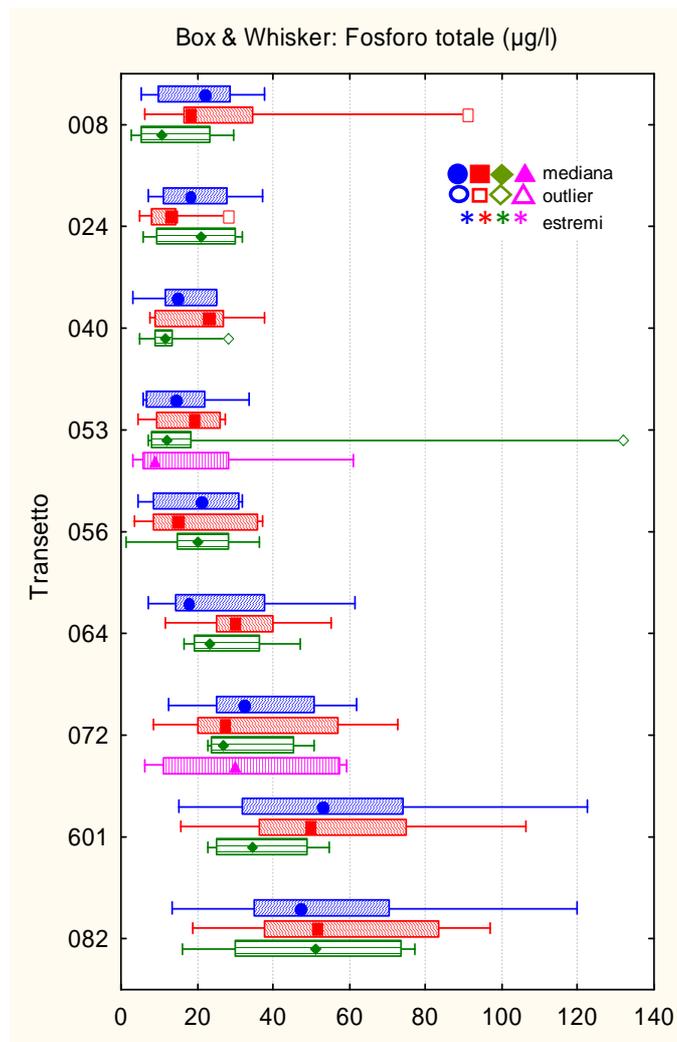


Figura 24: Distribuzione dei valori di fosforo totale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.12 SILICIO DA ORTOSILICATI

L'analisi di Silicio da ortosilicati viene eseguita nei campioni di acqua in cui vengono determinate le popolazioni fitoplanctoniche, quindi solo presso le stazioni a 500m dei corpi idrici costieri e nelle due stazioni al largo dei due corpi idrici marini. In superficie il silicio ha presentato una concentrazione media pari a 400.02 $\mu\text{g/l}$, variando tra un massimo di 2514.00 $\mu\text{g/l}$, osservato a marzo alla stazione 10820 e tre minimi inferiori all'LOQ (1.5% dei campioni). Nella campagna di marzo sono risultate concentrazioni molto elevate sia nelle stazioni a 500m che nelle due più esterne, come si può vedere dal grafico di figura 25; anche a giugno si osservano valori alti di concentrazione ma solo sottocosta.

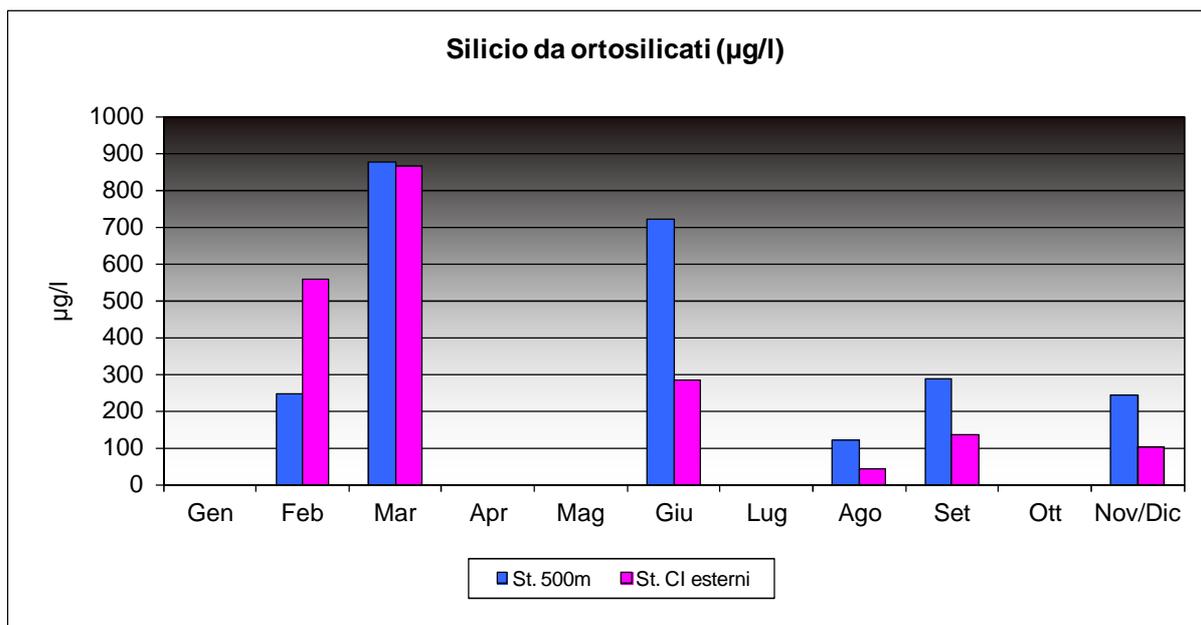


Figura 25: Valori medi di silicio da ortosilicati ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa.

In figura 26 si riportano le concentrazioni misurate presso le stazioni a 500m e le due esterne nel 2012: dal grafico Box & Whisker Plots si evidenzia come l'area antistante la laguna di Venezia presenti i valori più bassi di concentrazione e la minore variabilità, come consueto, mentre la zona meridionale di costa, fortemente condizionata da cospicui apporti fluviali, mostra un'ampia variabilità attorno ai valori di mediana, decisamente più alti nell'area di influenza del Po.

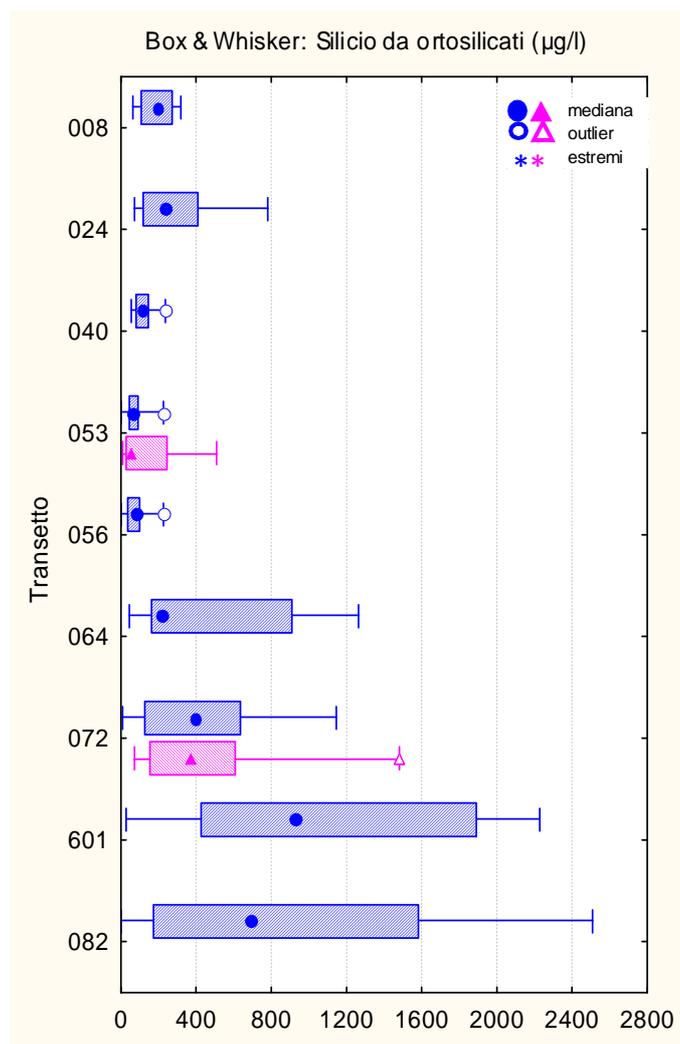


Figura 26: Distribuzione dei valori di silicio da ortosilicati (µg/l) per stazione (in blu le stazioni a 500 m; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.13 CLOROFILLA *a*

In superficie la concentrazione media di clorofilla *a*, misurata *in situ* tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 2.14µg/l, con un valore minimo pari a 0.33µg/l alla stazione 20080 (Caorle) nella campagna di febbraio ed un massimo di 13.79 µg/l rilevato a febbraio presso la stazione 10820, probabilmente per una fioritura di *Skeletonema* sp. tipica del periodo (oltre 1.77 milioni di cell/l), con valori molto alti anche nelle due stazioni al largo dello stesso transetto. La misura di clorofilla *a* con il metodo analitico è stata effettuata solo sui campioni ove si effettua la determinazione quali-quantitativa di fitoplancton (le stazioni a 500 m e le due esterne); nel 2013 è stato osservato un valore medio pari a 1.97 µg/l con valori compresi tra un minimo di 0.02 µg/l (alla stazione 10080 a marzo) ed un massimo di 8.86 µg/l rilevato nella campagna di giugno alla stazione 10720.

Nella figura 27 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; risultano evidenti le discrepanze tra le due tipologie di misura, con una notevole differenza tra valori rilevati in loco tramite CTD e le concentrazioni risultanti dalla attività analitica in quasi tutte le campagne.

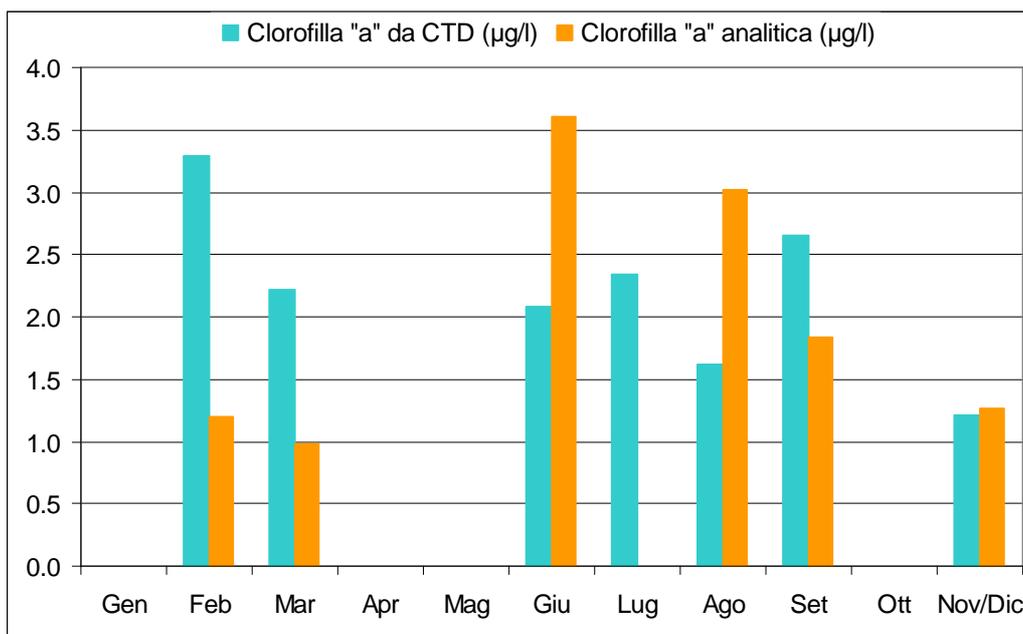


Figura 27: Valori medi di clorofilla *a* (misure con sonda e con metodo analitico) presso le stazioni a 500 m per campagna di rilevamento.

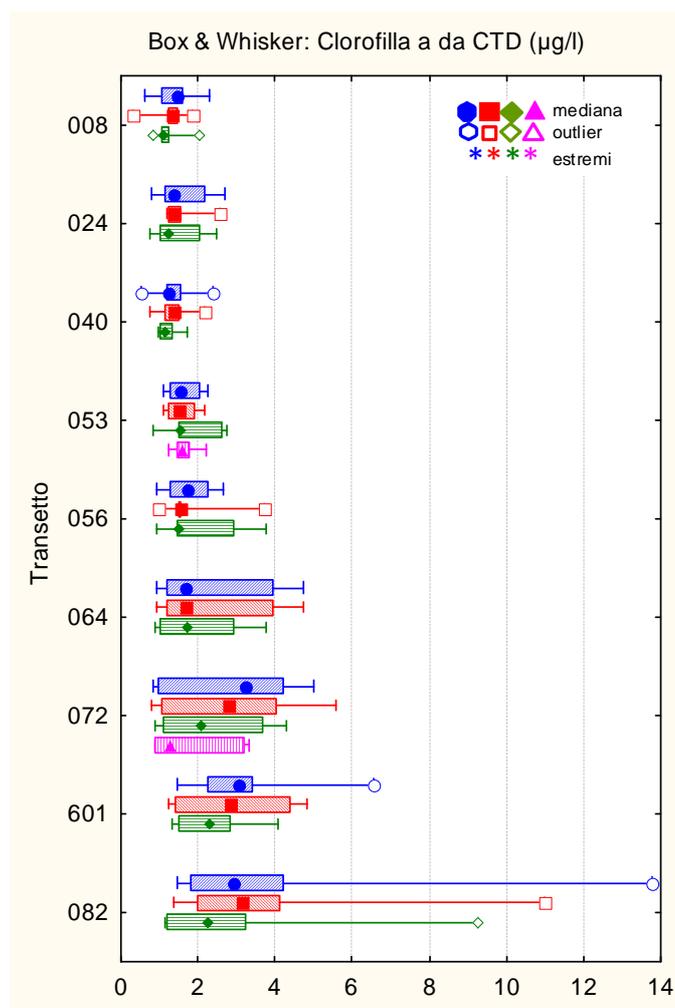


Figura 28: Distribuzione dei valori di clorofilla *a* (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

In figura 28, invece, sono riportate le distribuzioni delle concentrazioni per transetto alle diverse distanze dalla costa per la clorofilla misurata *in situ* con sonda. Si può osservare, dalla posizione delle mediane, come le concentrazioni e le dispersioni dei valori risultino relativamente ridotte in tutte le stazioni e in tutti i transetti; solo nell'area meridionale da Rosolina (transetto 072) in poi i valori delle mediane risultano superiori e aumenta la dispersione dei valori di concentrazione.

5.1.14 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 di tutta la zona antistante il Veneto un valore medio di indice trofico pari a 5.23 (classe "mediocre") con un minimo di 2.53 (stazione 10530, campagna di settembre) ed un massimo di 7.48 (stazione 10820, a giugno).

In figura 29 sono riportati i valori medi dell'indice trofico calcolato sulle sole stazioni a 500 m dalla costa, per ciascun transetto; osservando il grafico si nota che le due distribuzioni risultano pressoché sovrapponibili, inoltre è evidente che i transetti localizzati nel tratto meridionale di costa

siano, come sempre, quelli maggiormente interessati dai carichi trofici con superamento del valore soglia pari a 5, indicato dal D.M. 260/2010 come limite nella classificazione ecologica per le acque fortemente influenzate da apporti fluviali.

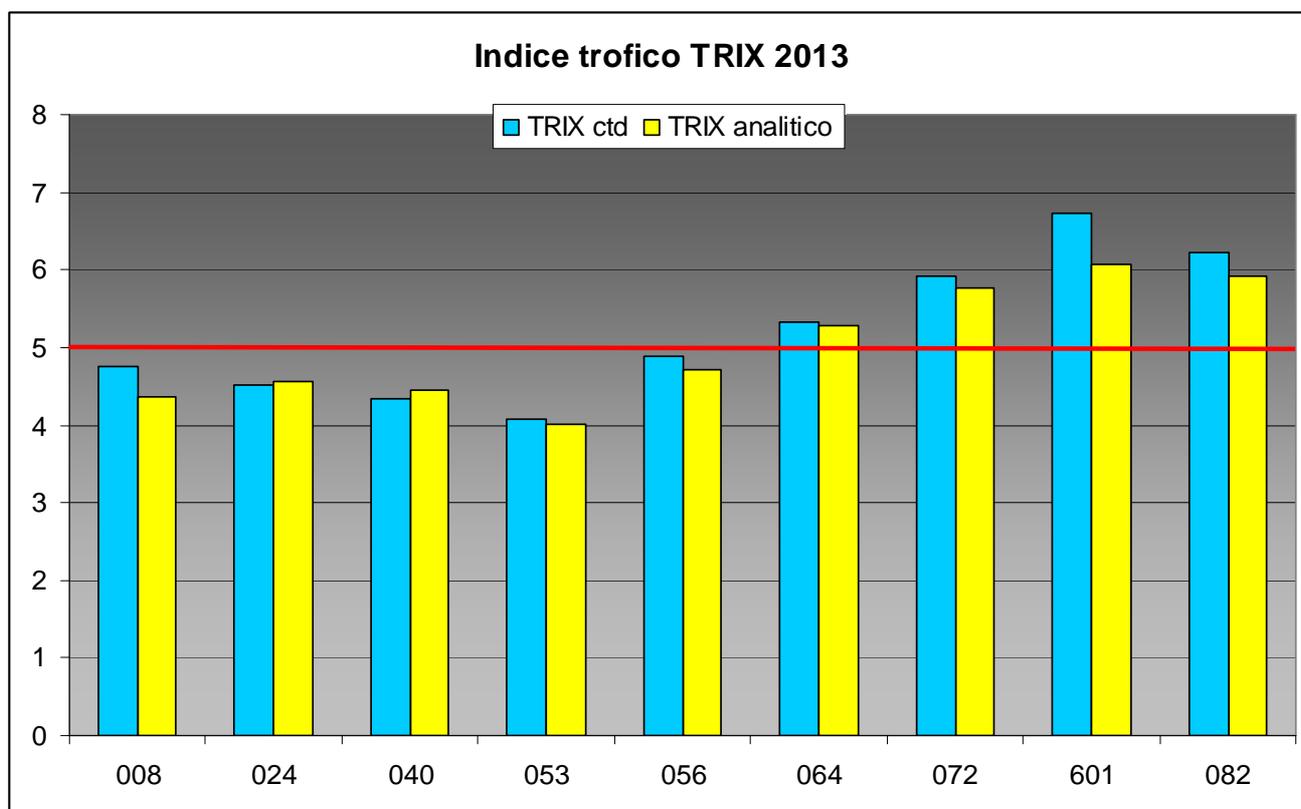


Figura 29: Valori medi annui di TRIX (calcolato con clorofilla rilevata con CTD e con metodo analitico) in superficie alle stazioni a 500 m dalla costa.

I valori di TRIX calcolati, utilizzando la clorofilla *a* misurata *in situ* con sonda, su tutte le stazioni e visualizzati per ciascun transetto (Fig. 30) mostrano ancora come l'area a sud del Porto di Chioggia (corrispondente ai transetti 064, 072, 601 e 082) risulti caratterizzata da valori medi di indice trofico più elevati rispetto al resto della costa, con superamento del limite dato dal D.M. 210/2010 per le acque fortemente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo I, TRIX pari a 5) per tutti i transetti. Per quanto riguarda le zone settentrionale e centrale della costa, i valori di TRIX risultano più bassi, solo in alcune stazioni al largo si verifica il superamento del limite sopra indicato; per le acque dei due corpi idrici al largo, mediamente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo II) il limite indicato dal D.M. 260/2010 (4.5) è superato da entrambe le stazioni.

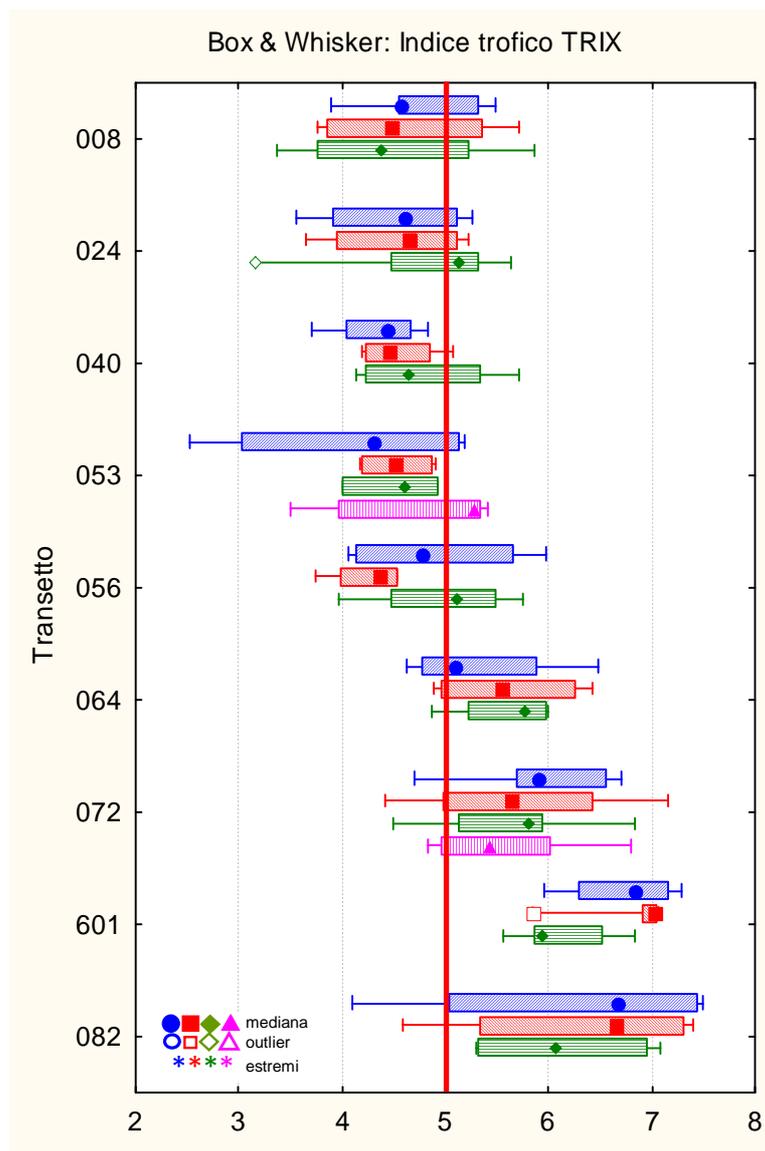


Figura 30: Distribuzione dei valori di TRIX per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

In figura 31 si osservano nello specifico le mappe di distribuzione dei valori di TRIX (calcolati utilizzando clorofilla *a* rilevata con sonda) nelle campagne realizzate nel 2013 (nel mese di giugno e agosto problemi tecnici hanno impedito il rilevamento rispettivamente di ossigeno e clorofilla *a* in molte stazioni). Dalla figura si evidenzia come la fascia costiera settentrionale e quella antistante la laguna di Venezia (corpi idrici CE1_1 e CE1_2), che presenta solitamente valori di indice trofico compresi tra le classi “elevato” (TRIX tra 3 e 4) e “buono” (tra 4 e 5), mostri (soprattutto la zona centrale) valori superiori a 5, corrispondente alla classe “superiore” nelle prime campagne dell’anno (febbraio, marzo e giugno) come conseguenza delle notevoli concentrazioni di sali nutrienti rilevate. La situazione nella fascia costiera a sud vede i corpi idrici CE1_3 (transetti 064, 072, foci di Brenta-Bacchiglione, Adige e Fissero-Tartaro) e CE1_4 (transetti 601 e 082, delta del Po) si presenta decisamente diversa con valori di indice trofico ricompresi nelle classi “mediocre” e “scadente”. Nel complesso, nel 2013, tutta l’area ha presentato un aumento dei valori medi di TRIX rispetto agli anni precedenti, plausibilmente per le accresciute concentrazioni dei sali azotati conseguenti all’aumento degli apporti fluviali soprattutto nella prima metà dell’anno.

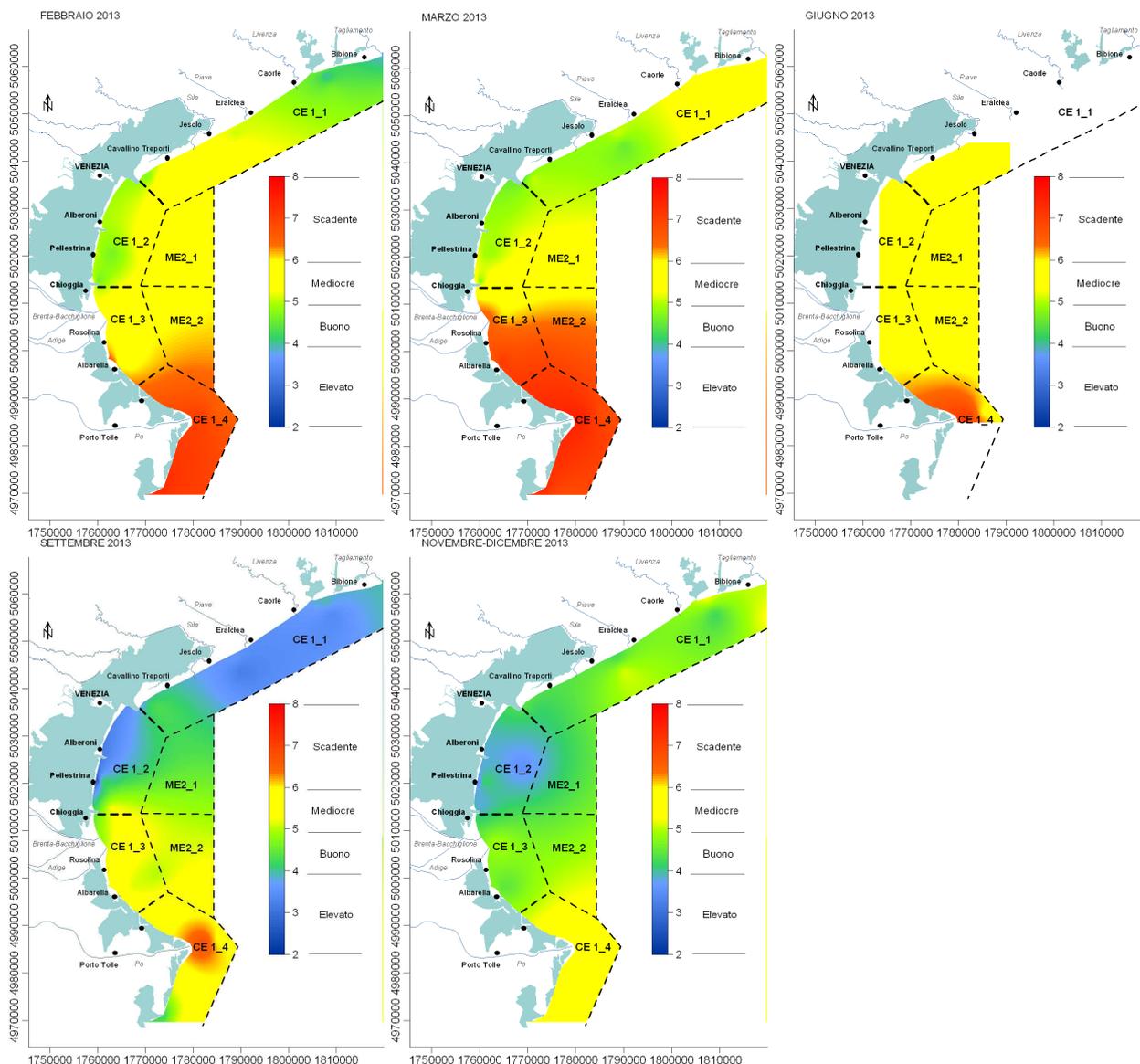


Figura 31: Distribuzione dei valori medi di TRIX calcolati nelle varie campagne dell'anno 2013.

5.1.15 FITOPLANCTON

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite, nei corpi idrici costieri, su campioni prelevati alle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa e, nei c.i. marini, sulle corrispondenti stazioni. Per quanto concerne il fitoplancton totale l'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un massimo assoluto di 4.404.029 cell/l (rinvenuto nella stazione 10720 a giugno) ed un minimo assoluto pari a 19.760 cell/l (rinvenuto nella stazione 10530 a febbraio). Il numero esiguo di campagne realizzate con frequenza ridotta e tra loro distanziate nel tempo non permette certo una valutazione significativa sui dati del monitoraggio, si può comunque osservare che rispetto all'anno precedente il valore massimo è quasi la metà e le abbondanze mediate in termini spaziali e temporali appaiono inferiori.

Nella figura 32 vengono riportate le distribuzioni delle abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinoficee, del gruppo Altro fitoplancton e di Nanoflagellati nelle campagne 2013. Dal confronto si nota come il Fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla

componente Diatomee e, a seguire, dalla componente Altro fitoplancton che diviene preponderante nella campagna di settembre; sono molto modeste le abbondanze di Dinoflagellate e Nanoflagellati.

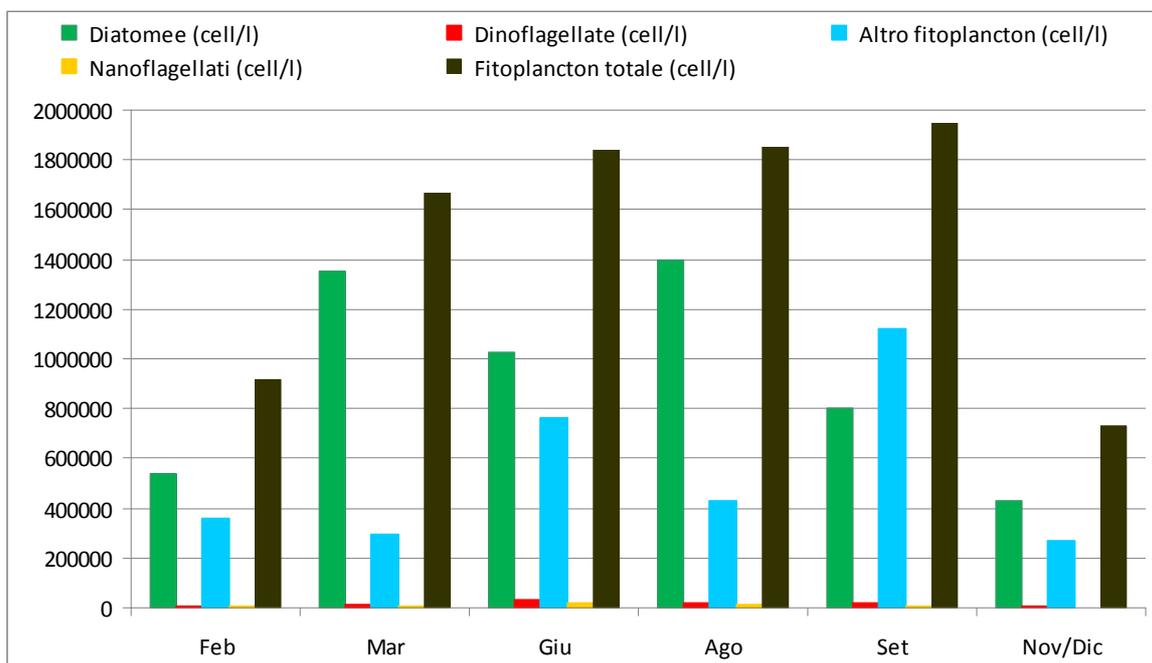


Figura 32: Valori medi per campagna delle abbondanze fitoplanctoniche (cell/l).

In dettaglio, i valori medi di abbondanze maggiori sono osservabili nelle campagne tra marzo e settembre. A marzo (nei giorni 21, 22 e 28) i valori maggiori di abbondanze sono stati osservati nell'area centro-meridionale del golfo veneto, con oltre 3.7 milioni di cell/l di fitoplancton totale alla stazione 10530 di S. Pietro in Volta Pellestrina – Venezia; di questi circa 2.8 sono diatomee, prevalentemente *Chaetoceros* sp. (1.5 mil.) e *Skeletonema* spp. (1 mil.). Nel mese di giugno si registra il valore massimo alla stazione 10720 di Rosolina, con 4.4 milioni di cell/l, la composizione presenta una preponderanza di Prasinophyceae indet. (oltre 1.1 milione di cell/l) e Cryptophyceae indet. (poco meno di 1 milione) del raggruppamento indicato come Altro fitoplancton; anche la stazione più al largo lungo la stessa direttrice, la 40720, presenta abbondanze elevate con oltre 2.9 milioni di cell/l. La campagna di agosto, iniziata a metà del mese, si è protratta per cause varie costringendo al recupero di alcuni campionamenti nei primi giorni di settembre (13, 28, 29 agosto + 4, 5 settembre), di conseguenza i dati relativi alle abbondanze fitoplanctoniche risultano temporalmente non raffrontabili; il massimo riscontrato nella campagna è alla stazione 16010 (Po di Pila) a fine mese con oltre 3.8 milioni di cell/l, in prevalenza specie di *Chaetoceros* (1.6 mil.) e *Dactyliosolen fragilissimus* (1.3 mil.). Nel mese di settembre i valori di abbondanza risultano elevati presso quasi tutte le stazioni indagate, con massimi alle stazioni 10720 e 16010, rispettivamente con oltre 3.8 e 3.0 milioni di cell/l. Scendono, ovviamente, le abbondanze di tutti i gruppi nel mese di dicembre.

La figura 33 mostra le mappe di distribuzione di alcuni dei parametri nella campagna di marzo, rispettivamente silicio da ortosilicati, azoto ammoniacale e nitrico, fosforo da ortofosfati, clorofilla *a* (tutti espressi in $\mu\text{g/l}$) e salinità (PSU). In tutte le mappe risulta evidente la diversa situazione dei corpi idrici a sud di Chioggia fino all'area antistante il delta del Po, rispetto al resto della costa: importanti concentrazioni di nutrienti di origine esogena, ridotte salinità delle acque superficiali.

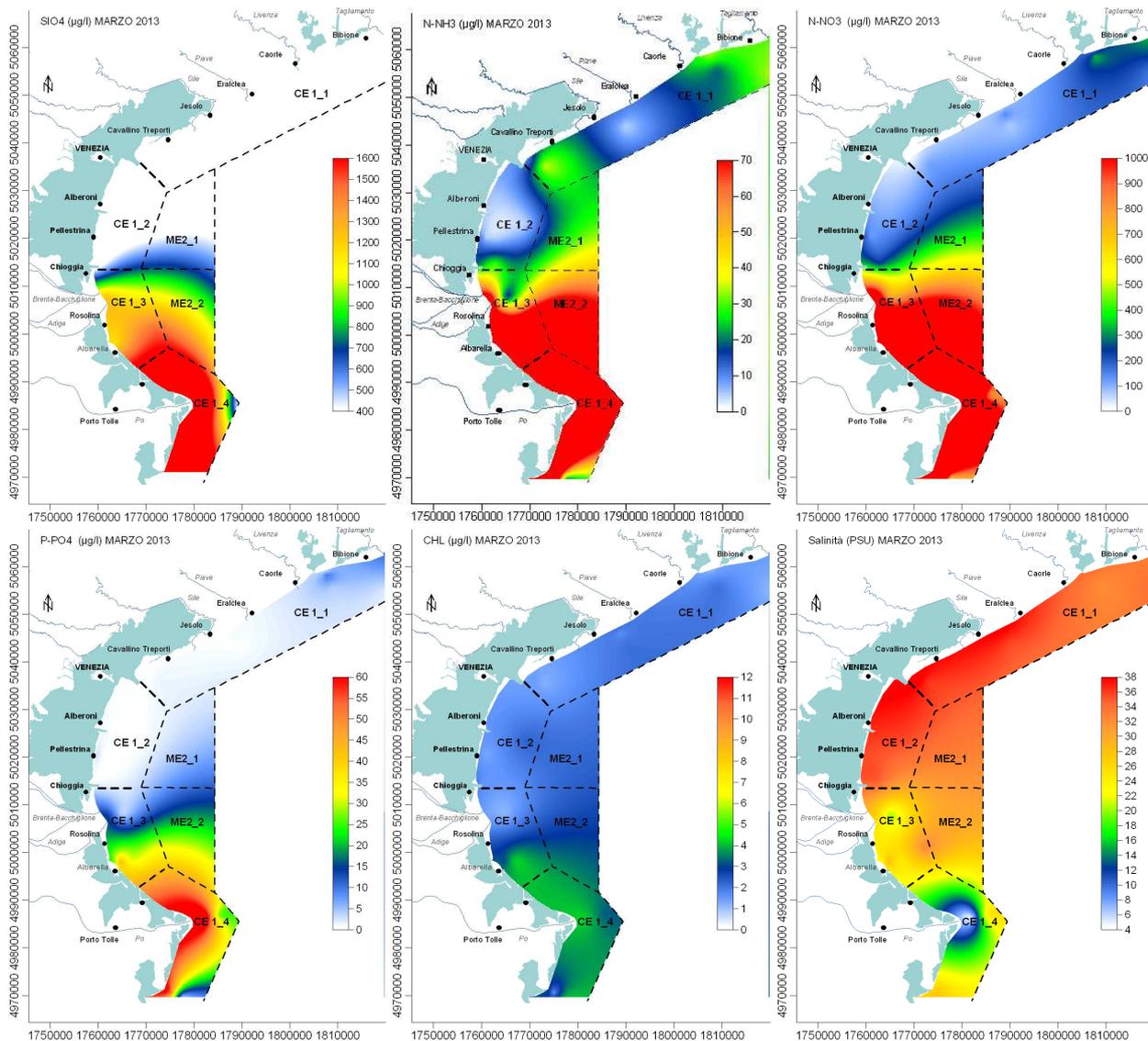


Figura 33: Mappe di distribuzione dei valori di silicio da ortosilicati ($\mu\text{g/l}$), azoto ammoniacale e nitrico ($\mu\text{g/l}$), fosforo da ortofosfati ($\mu\text{g/l}$), clorofilla *a* ($\mu\text{g/l}$) e salinità (PSU) rilevati in superficie nella campagna di marzo 2013.

In figura 34 sono riportate invece le abbondanze medie dei diversi raggruppamenti per singola stazione di campionamento nell'anno 2013, comprese le stazioni dei due corpi idrici esterni. Come più volte sottolineato, le abbondanze sono relative alle sole campagne effettuate: si può notare comunque come le abbondanze maggiori si riscontrino in quelle stazioni lungo la costa più influenzate dagli apporti fluviali e di conseguenza più ricche in sostanze nutritive (10720, 16010 e 10820), ma anche a diversa distanza dalla costa si possono rilevare abbondanze confrontabili come si vede in figura per la stazione 40720 posta a circa 7 km dalla costa lungo il transetto 072. Il contributo al fitoplancton totale risulta prevalentemente legato alla componente Diatomee, solo nelle stazioni del tratto settentrionale di costa (10080, 10240 e 10400) prevale la componente Altro fitoplancton.

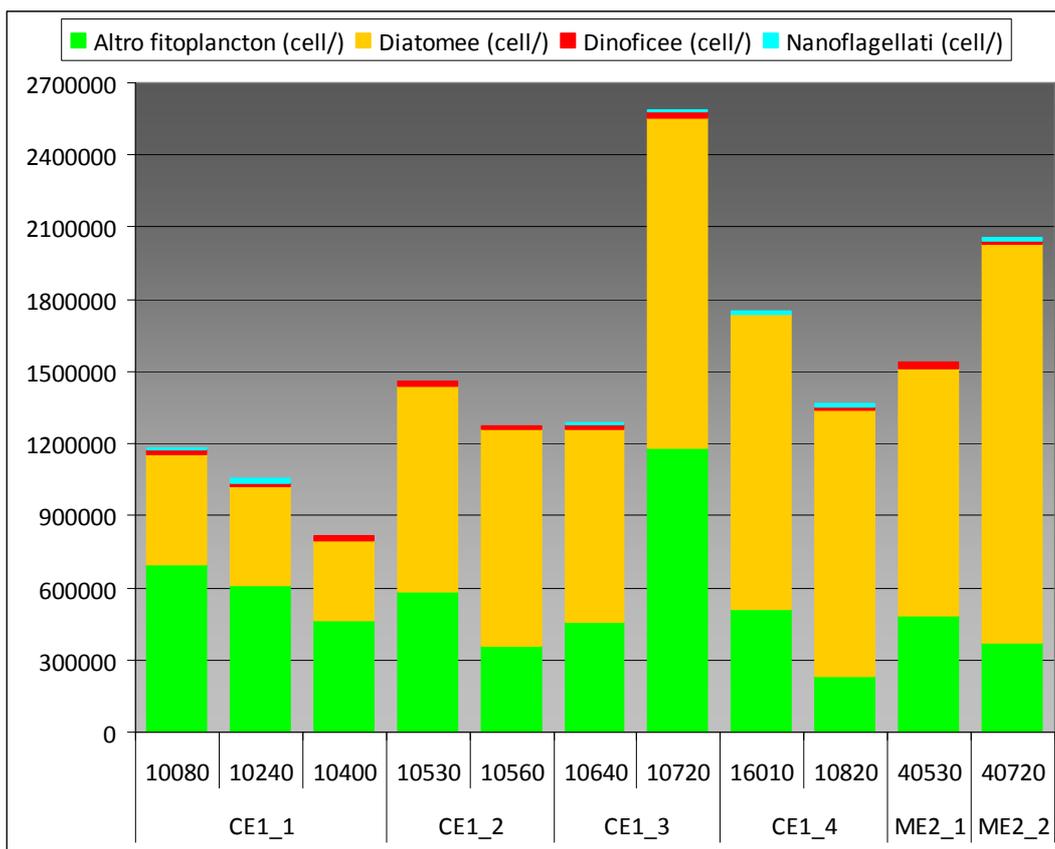


Figura 34: Valori medi annui delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per stazione di campionamento.

Nell'anno 2013 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

DIATOMEE	
Achnanthes sp.	Eucampia cornuta
Amphora sp.	Eucampia spp.
Asterionella formosa	Fragilaria capucina
Asterionella gracillima	Fragilaria crotonensis
Asterionellopsis glacialis	Guinardia flaccida
Bacillariales indet.	Guinardia striata
Bacillariophyceae indet.	Gyrosigma sp.
Bacteriastrum sp.	Haslea sp.
Cerataulina pelagica	Haslea wawrikan
Ceratium candelabrum	Hemiaulus hauckii
Ceratium furca	Hemiaulus sinensis
Ceratium fusus	Lauderia annulata
Ceratium trichoceros	Lauderia sp.
Ceratium tripos	Leptocylindrus danicus
Chaetoceros affinis	Leptocylindrus minimus
Chaetoceros brevis	Leptocylindrus sp.
Chaetoceros costatus	Licmophora gracilis
Chaetoceros curvisetus	Licmophora sp.

DIATOMEE

Chaetoceros dadayi	Lioloma sp.
Chaetoceros danicus	Melosira sp.
Chaetoceros decipiens	Navicula delicatula
Chaetoceros diversus	Navicula sp.
Chaetoceros lorenzianus	Nitzschia longissima
Chaetoceros simplex	Nitzschia sp.
Chaetoceros sp.	Plagiotropis sp.
Chaetoceros tenuissimus	Pleurosigma sp.
Cocconeis scutellum	Proboscia alata
Cocconeis sp.	Pseudo-nitzschia multistriata
Coscinodiscus sp.	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Cyclotella glomerata	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Cyclotella meneghiniana	Pseudosolenia calcar-avis
Cyclotella sp.	Rhizosolenia imbricata
Cyclotella striata	Rhizosolenia setigera
Cylindrotheca closterium	Rhizosolenia sp.
Dactyliosolen blavyanus	Skeletonema sp.
Dactyliosolen fragilissimus	Surirella sp.
Dactyliosolen sp.	Synedra sp.
Denotula sp.	Thalassionema nitzschioides
Diatoma sp.	Thalassionema sp.
Diploneis sp.	Thalassiosira rotula
Ditylum brightwellii	Thalassiosira sp.

DINOFICEE

Alexandrium minutum	Minuscola bipes
Alexandrium sp.	Noctiluca scintillans
Dinophyceae indet.	Oxytoxum sp.
Dinophysis caudata	Peridinium quinquecorne
Dinophysis rotundata	Prorocentrum gracile
Dinophysis sacculus	Prorocentrum micans
Diplopsalis group	Prorocentrum minimum
Diplopsalis sp.	Prorocentrum sp.
Gonyaulax polygramma	Proto-peridinium diabolium
Gonyaulax sp.	Proto-peridinium divergens
Gymnodinium sp.	Proto-peridinium minutum
Gyrodinium fusiforme	Proto-peridinium sp.
Gyrodinium sp.	Proto-peridinium steinii
Heterocapsa minima	Scrippsiella sp.
Heterocapsa sp.	Scrippsiella trochoidea
Katodinium sp.	Torodinium robustum

ALTRO FITOPLANCTON	
Actinastrum sp.	Eutreptiella sp.
Altro Fitoplancton indet.	Hermesinum adriaticum
Ankistrodesmus sp.	Leucocryptos marina
Apedinella spinifera	Limnotrichoidea sp.
Chrysochromulina sp.	Meringosphaera sp.
Coccolitoforidi indet.	Merismopedia sp.
Crucigenia sp.	Micractinium sp.
Crucigenia tetrapedia	Oltmannsiella lineata
Cryptophyceae indet.	Oscillatoria sp.
Crysophyceae indet.	Pediastrum sp.
Dictyocha crux	Prasinophyceae indet.
Dictyocha sp.	Prymnesiophyceae indet.
Dinobryon coalescens	Scenedesmus quadricauda
Dinobryon sp.	Scenedesmus sp.
Euglena sp.	Tetraselmis sp.
Euglenophyceae indet.	
Eutreptia sp.	Nanoflagellati indet.

Sono state rinvenute, nelle campagne realizzate nel 2013, 147 varietà di fitoplancton di cui 135 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	82	55.8%
Dinoflagellate	32	21.8%
Altro fitoplancton	33	22.4%

5.1.16 RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE

Su tutti i campioni indagati per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton prelevati presso le stazioni a 500 m dalla costa, viene anche effettuata la ricerca di alghe potenzialmente tossiche, in adempimento delle normative vigenti in materia di acque per molluschicoltura e di balneazione.

L'attività di sorveglianza algale lungo la costa veneta ha previsto la ricerca delle seguenti specie potenzialmente tossiche:

Alexandrium minutum

Alexandrium tamarense

Dinophysis spp.

Gymnodinium catenatum

Lingulodinium polyedrum

Protoceratium reticulatum (ex *Gonyaulax grindley*)

Pseudo-nitzschia seriata complex

Pseudo-nitzschia spp.

A queste si è aggiunta al ricerca di *Ostreopsis ovata*, ricercata anche nelle acque del Veneto dal 2005, al fine di determinarne l'eventuale presenza in tali aree, facendo seguito alla necessità di tutela dei bagnanti, dopo gli avvenimenti verificatisi negli ultimi anni in altre zone costiere italiane. Delle specie sopra elencate, nei campioni analizzati nel corso dell'anno 2013 sono stati rilevati *Alexandrium minutum* e *Dinophysis spp.* in modo sporadico, *Alexandrium tamarense* e *Lingulodinium polyedrum* in un solo campione su 54 (stazione 10820 ad agosto), mentre *Gymnodinium catenatum*, *Protoceratium reticulatum* e *Ostreopsis ovata* non sono mai stati individuati. *Pseudo-nitzschia spp.* e *Pseudo-nitzschia seriata complex* sono le specie più frequentemente ritrovate nei campioni analizzati.

Alexandrium minutum è stato rinvenuto in 19 campioni su 54 (circa 35%), prevalentemente nel periodo estivo, con un massimo di abbondanza di 240 cell/l alla stazione 10720 (Rosolina) a giugno; la presenza di *Dinophysis spp.* è stato riscontrata in 15 campioni (27%), sempre nel periodo estivo, con un massimo di 200 cell/l alla stazione 10080 (Caorle) a giugno. Per quanto riguarda invece la specie *Pseudo-nitzschia seriata* era presente in 34 campioni (63% dei casi) e la maggiore abbondanza è stata registrata ad agosto presso la stazione 10640 di Chioggia con 59560 cell/l, mentre *Pseudo-nitzschia spp.*, rilevata in tutte le campagne, ha mostrato abbondanze elevate nei mesi di agosto e settembre in tutte le stazioni, con un massimo di 150000 cell/l alla stazione 10560 di Venezia S.Pietro in Volta ad agosto. E' da evidenziare, in relazione alle abbondanze di questa alga, che nel fitoplancton dell'Adriatico cellule del genere *Pseudo-nitzschia* sono comunemente presenti. Nel corso del 2013 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), non è mai stato raggiunto; 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.

5.1.17 RICERCA DI SOSTANZE PRIORITARIE E PERICOLOSE PRIORITARIE E ALTRI INQUINANTI SPECIFICI IN ACQUA (TABB. 1A E 1B DEL D.M. 206/2010)

Nell'anno 2013 sono proseguite le indagini volte alla ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie per valutare l'eventuale presenza di inquinamento chimico delle acque di superficie; tale valutazione risulta indispensabile affinché vengano adottate le misure necessarie al fine di ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze prioritarie e arrestare o eliminare gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite di sostanze pericolose prioritarie.

Solo pochi parametri non sono analizzati e per alcuni di quelli analizzati l'LOQ non è conforme a quanto richiesto dalla normativa; in tutti i casi sono state comunque utilizzate le migliori tecniche analitiche certificate e standardizzate disponibili, a costi sostenibili (D.M. 260/2010 A 2.8. Punto 17). Come per il triennio precedente, a scopo cautelativo si è ritenuto opportuno determinare, per i parametri di tab. 1/A del D.M. 260/2010, la media aritmetica delle concentrazioni rilevate nei diversi periodi dell'anno per ogni sito di campionamento, come indica la Direttiva 2008/105/CE.

L'analisi dei dati rilevati nel 2013 mostra una situazione piuttosto buona, in quanto tutti i valori medi annui calcolati per ogni singola stazione risultano conformi agli SQA-MA eccetto per il parametro Para-terz-ottifenolo [tert-Ottifenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)] che presenta il superamento dell'SQA-MA (0.01µg/l) alla stazione 10820 (localizzata di fronte al Po di Tolle); non è stato registrato, infine, alcun superamento degli SQA_CMA indicati dal decreto per alcune delle sostanze di Tab. 1/A.

Nel caso degli inquinanti specifici non si è rilevato alcun superamento rispetto agli SQA di tabella 1/B, mentre invece si riscontra la presenza (superamento del relativo LOQ) per l'arsenico, ubiquitario, e per alcuni fitofarmaci (Metolachlor, terbutilazina, etc.).

5.2 **MATRICE BIOTA**

5.2.1 ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI

Nel corso del 2013 è proseguito 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 2013, 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 RICERCA DI SOSTANZE BIOACCUMULABILI - STATO CHIMICO

Il D.M. 260/2010 individua, alla tabella 3/A, standard di qualità ambientale anche per la matrice biota; infatti analisi supplementari possono essere eseguite nell'organismo bioaccumulatore di riferimento per le acque marino costiere (il *Mytilus galloprovincialis*) al fine di acquisire ulteriori elementi conoscitivi utili a determinare cause di degrado del corpo idrico e fenomeni di bioaccumulo.

In riferimento al D.M. 260/2010, i parametri indagati sono mercurio, 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 D.M. 260/2010, per il mercurio su 8 analisi quattro sono risultate superiori al limite (20 µg/kg p.f.): si tratta dei campioni prelevati a luglio e settembre alle stazioni 10241 di Jesolo e 10401 di Cavallino – Treporti, mentre nelle due stazioni del tratto meridionale di costa (10641 a Chioggia e 10721 a Rosolina) non vi sono superamenti. Si sottolinea comunque la incongruità dell'SQA 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 260/2010. La collocazione delle stazioni in cui vengono attuati i controlli su sedimento, a suo tempo individuata ai sensi del Programma di controllo delle acque marine costiere per la 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"), è stata adeguata alla recente individuazione dei corpi idrici in adempimento alla Direttiva 2000/60/CE e D.Lgs. 152/2006. Alcune delle stazioni per il sedimento sono state riposizionate lungo ciascun transetto entro le due miglia nautiche dalla costa (in dettaglio le stazioni 30532, 30642 e 30722 rispettivamente nei transetti 053, 064 e 072), mentre due stazioni della precedente rete di monitoraggio (10532 e 10722) rappresentano i due corpi idrici al largo (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)	Corpo idrico
10082	Caorle-VE (Foce canale dei Lovi)	3704.0	13.0	CE1_1
10242	Jesolo-VE (Foce del Piave)	3518.8	14.0	
30402	Cavallino Treporti-VE (Porto Lido Nord)	3704.4	13.0	
30532	Venezia - S. Pietro in Volta-VE (Lido Pellestrina)	3704.0	14.0	CE1_2
10562	Venezia - Pellestrina-VE (Ca' Roman)	3333.6	16.0	CE1_3
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	CE1_4
10822	Porto Tolle-RO (Po di Tolle)	3706.0	15.0	
10532	Venezia - S. Pietro in Volta- VE	8334.0	18.0	ME2_1
10722	Rosolina-RO (Porto Caleri)	7233.0	21.0	ME2_2

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 2013 presso le stazioni dei corpi idrici veneti, per la maggior parte delle sostanze non sono state osservate concentrazioni superiori agli standard di riferimento indicati dal D.M. 260/2010, 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 tabella 9 si riportano in dettaglio le situazioni rilevate nelle singole stazioni dei diversi corpi idrici, per quanto riguarda i parametri delle tabb. 2/A e 3/B del D.M. 260/2010.

STAZIONI	C.I.	TAB. 2/A		TAB. 3/B	
		>SQA	>SQA+20%	>SQA	>SQA+20%
10082 - S - CAORLE	CE1_1		Hg		
10242 - S - JESOLO			Hg		
30402 - S - CAVALLINO TREPORTI			Hg		
30532 - S - VENEZIA - PELLESTRINA	CE1_2				
10562 - S - VENEZIA - PELLESTRINA - CAROMAN					
30642 - S - CHIOGGIA	CE1_3	Cr	Cd, Hg		Diossine
30722 - S - ROSOLINA			Cd, Cr, Hg, Ni		
16012 - S - PORTO TOLLE - PO PILA	CE1_4		Cd, Cr, Ni	Diossine	
10822 - S - PORTO TOLLE - PO TOLLE				Cr, Ni	PCB totali
10532 - S - VENEZIA - PELLESTRINA - S.PIETRO IN V.	ME2_1		Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Benzo(k)fluorantene, Cd, Fluorantene, Hg	As	Esaclorobenzene, IPA totali, Diossine
10722 - S - ROSOLINA	ME2_2	Benzo(b)fluorantene	Benzo(a)pirene, Cd, Cr, Hg		Diossine

Tabella 9: Superamenti di iSQA e di SQA+20% per i parametri chimici in sedimento presso le stazioni di monitoraggio.

Le batterie di saggi associate alle indagini chimiche (Saggio algale su *Dunaliella tertiolecta*; saggio con *Brachionus plicatilis*; test *Vibrio fischeri* su fase solida) hanno sempre evidenziato assenza di tossicità; solamente il saggio con *Vibrio fischeri* su fase solida (Sediment Toxicity Index) ha mostrato presenza di lieve tossicità alle stazioni 10082 di Caorle (c.i. CE1_1) e 10722 al largo di Rosolina (c.i. ME2_2).

6 STATO CHIMICO E STATO ECOLOGICO: VALUTAZIONE PARZIALE 2013

6.1 AGGIORNAMENTO STATO CHIMICO

Come per il triennio precedente, a scopo cautelativo si è ritenuto opportuno determinare, per i parametri di tab. 1/A del D.M. 260/2010, la media aritmetica delle concentrazioni rilevate nei diversi periodi dell'anno per ogni sito di campionamento, come indica la Direttiva 2008/105/CE. Nella tabella 10 sottostante si riportano gli esiti del monitoraggio effettuato presso le stazioni dei corpi idrici afferenti ai due Distretti (Alpi Orientali e Padano).

CORPO IDRICO	STAZIONE	>LOQ (presenza)	>SQA-MA	>SQA-CMA	STATO 2013
CE1_1	10080	Nichel,			BUONO
CE1_1	10240	Diuron, Para-terz-ottilfenolo			
CE1_1	10400				
CE1_2	10530	Nichel,			BUONO
CE1_2	10560	Cadmio, Nichel			
CE1_3	10640	Nichel			BUONO
CE1_3	10720	Nichel, Piombo, Tetracloroetilene, Para-terz-ottilfenolo			
CE1_4	16010	Nichel, Para-terz-ottilfenolo			NON BUONO
CE1_4	10820	Nichel	Para-terz-ottilfenolo		
ME2_1	40530				BUONO
ME2_2	40720				BUONO

Tabella 10 – Situazione di stato chimico parziale per stazione e c.i. nell'anno 2013.

Per il parametro Para-terz-ottilfenolo [tert-Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)] va aggiunto quanto segue:

- il valore medio calcolato alla stazione 10720 del c.i. CE1_3 (da Chioggia a Po di Maistra) risulta (utilizzando per le concentrazioni <LOQ la metà del limite e l'arrotondamento al numero di cifre decimali dell'SQA come indicato dalla norma) al limite del relativo SQA (0.01µg/l)
- il valore medio calcolato ad una delle stazioni del c.i. CE1_2 del Distretto Padano pone automaticamente tale c.i. in stato NON BUONO.

6.2 AGGIORNAMENTO STATO ECOLOGICO

6.2.1 ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA

Nel 2013 è stato monitorato l'EQB Fitoplancton che, come indica il D.M. 260/2010, nel monitoraggio operativo deve essere previsto tutti gli anni, mentre l'EQB macroinvertebrati bentonici è previsto nel 2014. Il parametro utilizzato, in quanto indicatore della biomassa fitoplanctonica, è la concentrazione di "Clorofilla a" (misurata in superficie); per il calcolo del valore sono previste due metriche, a seconda del macrotipo marino-costiero:

- per i macrotipi caratterizzati da “media stabilità” e “bassa stabilità” si calcola il 90° percentile della distribuzione normalizzata dei dati di clorofilla; tale metrica viene applicata ai c.i. costieri CE1_1, CE1_2, CE1_3 e CE1_4.
- per il macrotipo “alta stabilità” si calcola la media geometrica; tale metrica viene applicata ai due c.i. marini ME2_1 e ME2_2.

In entrambi i casi la classe può essere espressa sia come concentrazione di clorofilla che in termini di rapporto di qualità ecologica (RQE); nella seguente tabella 11 la classe è calcolata in ambedue le modalità.

DISTRETTO	CORPO IDRICO	MACROTIPO	METRICA	VALORE DI RIFERIMENTO (mg/m ³)	2013			
					CONCENTRAZIONE CLOROFILLA (mg/m ³)	CLASSE IN BASE A CONCENTRAZIONE	RQE	CLASSE IN BASE A RQE
Alpi Orientali	CE1_1	MACROTIPO I	Media geometrica	1.8	0.8	ELEVATO	2.3	ELEVATO
Alpi Orientali	CE1_2	MACROTIPO I	Media geometrica	1.8	1.2	ELEVATO	1.5	ELEVATO
Alpi Orientali	CE1_3	MACROTIPO I	Media geometrica	1.8	2.1	ELEVATO	0.8	ELEVATO
Padano	CE1_4	MACROTIPO I	Media geometrica	1.8	2.4	ELEVATO	0.8	ELEVATO
Alpi Orientali	ME2_1	MACROTIPO II	90°percentile	1.9	2.5	BUONO	0.8	BUONO
Alpi Orientali	ME2_2	MACROTIPO II	90°percentile	1.9	4.9	SUFFICIENTE	0.4	SUFFICIENTE

Tabella 11 – Esiti dell’EQB Fitoplancton (clorofilla a) per corpo idrico nel 2013.

Tutti i corpi idrici costieri risultano in stato elevato, mentre dei due al largo quello a nord è in stato buono, quello a sud sufficiente.

6.2.2 ELEMENTI CHIMICO-FISICI A SUPPORTO

Gli elementi chimico-fisici a supporto (ossigeno disciolto, azoto inorganico disciolto, fosforo totale) nella definizione dello stato ecologico vengono utilizzati per il calcolo dell’indice trofico TRIX, unitamente al parametro clorofilla *a*. A causa di problemi tecnici con la sonda multiparametrica non è stato possibile, in alcuni casi, assicurare il numero minimo di dati richiesti dalla norma per carenza dei dati di ossigeno disciolto e di clorofilla.

Di seguito (Tab. 12) si riportano i valori medi annui di indice TRIX calcolati per ciascun corpo idrico e la situazione rispetto ai valori soglia per ciascun macrotipo di acque. Il limite viene superato dai corpi idrici (due costieri e uno al largo) localizzati nella parte meridionale di mare (stato sufficiente), interessata dai maggiori apporti di sostanze nutritive.

DISTRETTO	CORPO IDRICO	MACROTIPO	LIMITE DI CLASSE	VALORE MEDIO TRIX	STATO 2013
Alpi Orientali	CE1_1	MACROTIPO I	5.0	4.5	BUONO
Alpi Orientali	CE1_2	MACROTIPO I	5.0	4.4	BUONO
Alpi Orientali	CE1_3	MACROTIPO I	5.0	5.6	SUFFICIENTE
Padano	CE1_4	MACROTIPO I	5.0	6.0	SUFFICIENTE
Alpi Orientali	ME2_1	MACROTIPO II	4.5	4.5	BUONO
Alpi Orientali	ME2_2	MACROTIPO II	4.5	5.4	SUFFICIENTE

Tabella 12 – Stato degli elementi chimico fisici a supporto per ciascun corpo idrico nel 2013.

6.2.3 ESITO DEL PROCESSO DI CLASSIFICAZIONE ECOLOGICA – FASE I

Come si osserva in tabella 13, pur in presenza di EQB in stato elevato il superamento della soglia per gli elementi chimico fisici a sostegno penalizza lo stato del corpo idrico (in questo caso CE1_3 e CE1_4).

DISTRETTO	CORPO IDRICO	EQB FITOPLANCTON	TRIX	GIUDIZIO FASE I
Alpi Orientali	CE1_1	ELEVATO	BUONO	ELEVATO
Alpi Orientali	CE1_2	ELEVATO	BUONO	ELEVATO
Alpi Orientali	CE1_3	ELEVATO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
Padano	CE1_4	ELEVATO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
Alpi Orientali	ME2_1	BUONO	BUONO	BUONO
Alpi Orientali	ME2_2	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE

Tabella 13 – Esito della prima fase di classificazione ecologica.

6.2.4 ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO

Come anticipato in precedenza, non si è rilevato alcun superamento rispetto agli SQA di tabella 1/B (inquinanti specifici), mentre si conferma la presenza (superamento del relativo LOQ) per l'arsenico, ubiquitario, e per alcuni fitofarmaci.

Nella tabella 14 si riportano presenze, superamenti e stato nel 2013 per ciascuna stazione dei corpi idrici del Distretto.

CORPO IDRICO	STAZIONE	>LOQ (presenza)	>SQA-MA	STATO 2013
CE1_1	10080	Arsenico, Dicamba, Dimetomorf, Metalaxil-M, Metolachlor, Metossifenozone, Nicosulfuron, Terbutilazina e metabolita		BUONO
	10240	Arsenico, Dimetomorf, Linuron, Metalaxil-M, Metalaxil, Metolachlor, Nicosulfuron, Terbutilazina e metabolita, Toluene		BUONO
	10400	Arsenico, Dimetomorf, Metolachlor, Terbutilazina e metabolita, Toluene		BUONO
CE1_2	10530	Arsenico, Metolachlor, Terbutilazina e metabolita, Toluene		BUONO
	10560	Arsenico, Metolachlor, Terbutilazina e metabolita		BUONO
CE1_3	10640	Arsenico, Dimetomorf, Metolachlor, Nicosulfuron, Terbutilazina e metabolita, Toluene		BUONO
	10720	Arsenico, Metolachlor, Terbutilazina e metabolita, Toluene, Xilene (o+m+p)		BUONO
CE1_4	16010	Arsenico, Metolachlor, Oxadiazon, Terbutilazina e metabolita		BUONO
	10820	Arsenico, Metolachlor, Oxadiazon, Terbutilazina		BUONO
ME2_1	40530	Arsenico, Metolachlor, Terbutilazina e metabolita, Toluene, Xilene (o+m+p)		BUONO
ME2_2	40720	Arsenico, Metolachlor, Terbutilazina e metabolita		BUONO

Tabella 14 – Situazione delle diverse stazioni dei corpi idrici relativamente agli altri inquinanti specifici nel 2013.

6.2.5 ESITO DEL PROCESSO DI CLASSIFICAZIONE ECOLOGICA – FASE II – STATO CHIMICO

In tabella 15 l'esito della Fase I viene integrato dalle risultanze delle indagini chimiche per la definizione dello stato ecologico.

DISTRETTO	CORPO IDRICO	GIUDIZIO FASE I	ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO	STATO ECOLOGICO
Alpi Orientali	CE1_1	ELEVATO	BUONO	BUONO
Alpi Orientali	CE1_2	ELEVATO	BUONO	BUONO
Alpi Orientali	CE1_3	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE
Padano	CE1_4	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE
Alpi Orientali	ME2_1	BUONO	BUONO	BUONO
Alpi Orientali	ME2_2	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE

Tabella 15 - Esito della seconda fase di classificazione ecologica e stato ecologico parziale nel 2013.

7 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. 14, 18, 20). Tali gradienti sono più evidenti nei transetti localizzati in prossimità di foci fluviali, anche se nel 2013 non sempre si sono resi evidenti. Dall'esame delle figure si nota, inoltre, che le concentrazioni di tali parametri, oltre che della clorofilla *a* e del fitoplancton (Fig. 35, nel grafico è utilizzata la clorofilla *a* determinata analiticamente), sono più elevate soprattutto nel tratto di costa meridionale sotto l'influenza degli apporti dei maggiori fiumi; 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.

Dall'analisi dei risultati relativi alla matrice acqua, riportata nel paragrafo 5.1, emerge dunque un denominatore comune: i valori massimi e la maggiore dispersione di molti parametri chimici e fisici sono stati rilevati presso le stazioni dei transetti più fortemente condizionati dagli apporti fluviali (024 e 040 a nord, 064, 072, 601 e 082 a sud).

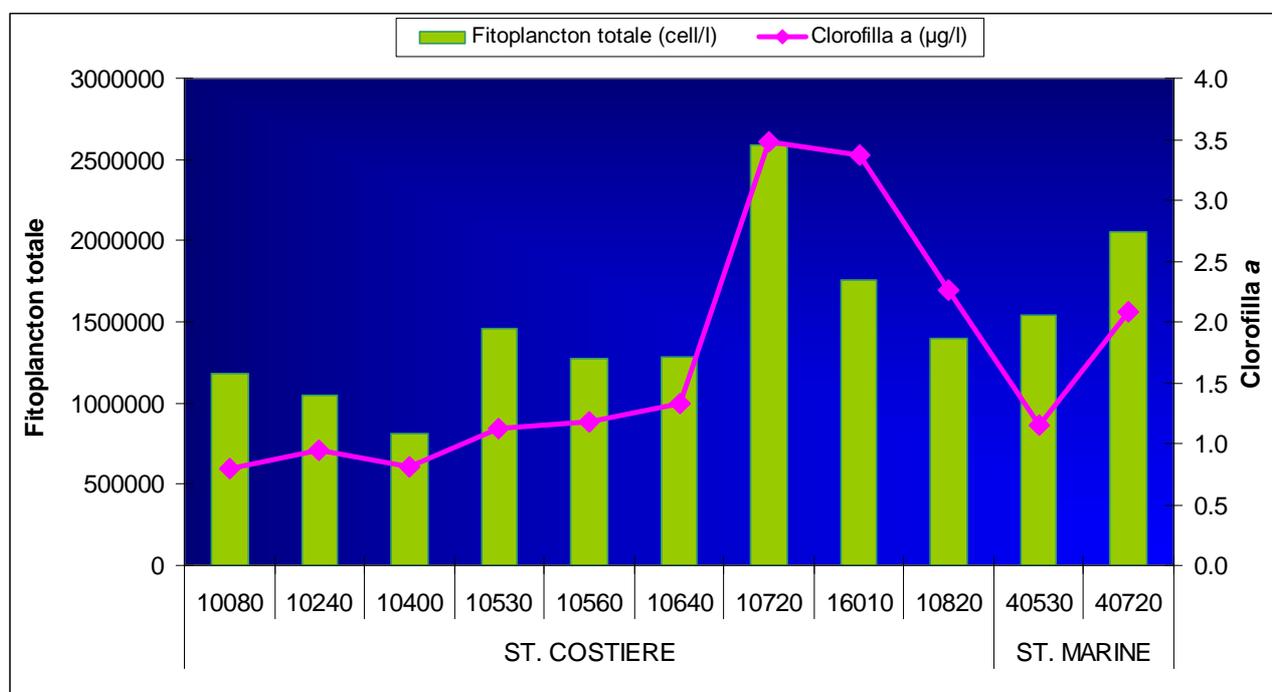


Figura 35: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/L) e della concentrazione media di Clorofilla *a* (µg/L, determinata analiticamente) nell'anno 2013.

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 16 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle tabelle 17 e 18 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). Non sono state considerate le due stazioni esterne, sia per la diversa distanza da costa che per la ridotta numerosità campionaria.

Trasparenza e salinità sono tra loro correlate positivamente solo alle stazioni sottocosta ed entrambe risultano fortemente correlate in senso negativo con i diversi sali nutritivi in tutte le stazioni, comportamento conseguente all'afflusso di acque fluviali che ha condizionato anche al largo i parametri chimico-fisici delle acque; nelle stazioni a 500 m la salinità è risultata inversamente correlata anche al silicio da ortosilicati in modo piuttosto forte (data la provenienza esogena),

mentre non risultano correlazioni significative con le diverse componenti fitoplanctoniche e con la clorofilla.

La presenza di forti correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune; a conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX risulta fortemente correlato con quasi tutte le variabili coinvolte con i meccanismi di produzione e di conseguenza appare inversamente correlato, alle tre distanze dalla costa, con salinità e trasparenza.

	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH ₃ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	Azoto totale (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fosforo totale (µg/l)	Si-SiO ₄ (µg/l)	Diatomee (cell/l)	Dinoflagellate (cell/l)	Altro fitoplancton (cell/l)	Nanoflagellati (cell/l)	Fitoplancton totale	Chl a analitica (µg/l)	TRIX	
Temp. (°C)	-0.15	0.78	0.37	-0.03	0.51	-0.34	-0.53	-0.35	-0.31	-0.16	-0.36	-0.19	-0.09	0.47	0.59	0.21	0.34	0.25	-0.51	
Salin. (PSU)			-0.45	-0.18	0.42	-0.66	-0.59	-0.65	-0.62	-0.70	-0.61	-0.78	-0.15	0.22	-0.17	-0.21	-0.23	-0.22	-0.44	
OD (%)				0.05	0.36	-0.49	-0.56	-0.46	-0.44	-0.29	-0.47	-0.29	-0.27	0.39	0.52	0.22	0.15	0.32	-0.53	
pH					0.63	0.06	0.31	0.19	0.38	0.38	0.47	0.38	0.46	0.43	0.09	0.27	0.14	0.50	0.51	
Chl da CTD (µg/l)						-0.12	0.28	0.31	0.46	0.51	0.41	0.42	0.33	0.39	-0.14	0.21	0.09	0.43	0.53	
Trasp. (m)							-0.48	-0.56	-0.53	-0.42	-0.49	-0.48	-0.09	0.28	0.17	-0.08	0.05	-0.01	-0.62	
N-NH ₃ (µg/l)								0.91	0.91	0.83	0.87	0.89	0.15	-0.40	-0.24	0.18	-0.05	-0.13	0.67	
N-NO ₂ (µg/l)									0.93	0.84	0.84	0.87	0.87	0.24	-0.55	-0.32	0.14	-0.04	0.02	
N-NO ₃ (µg/l)										0.92	0.91	0.93	0.29	-0.42	-0.17	0.22	0.10	0.16	0.82	
Azoto totale (µg/l)											0.83	0.92	0.83	0.27	-0.39	-0.08	0.19	0.15	0.16	
P-PO ₄ (µg/l)												0.91	0.95	0.17	-0.42	-0.10	0.20	0.07	0.11	
Fosforo totale (µg/l)													0.90	0.17	-0.45	-0.16	0.16	0.02	0.02	
Si-SiO ₄ (µg/l)														0.28	-0.38	-0.08	0.23	0.15	0.17	
Diatomee (cell/l)															-0.04	-0.02	0.11	0.74	0.52	
Dinoflagellate (cell/l)																0.42	0.15	0.27	0.11	
Altro fitoplancton (cell/l)																	0.19	0.66	0.44	
Nanoflagellati (cell/l)																		0.22	0.35	
Fitoplancton totale (cell/l)																			0.69	
Chl a analitica (µg/l)																				0.31

Tabella 16: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa. Corr. marcate significative al livello $p < .050$. N=38 (Eliminaz. casewise dati mancanti).

	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH ₃ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	Azoto totale (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fosforo totale (µg/l)	TRIX
Temp. (°C)	-0.07	0.66	0.63	0.12	0.56	-0.34	-0.51	-0.35	-0.34	-0.18	-0.25	-0.34
Salin. (PSU)			0.09	0.10	-0.60	0.25	-0.51	-0.48	-0.57	-0.65	-0.64	-0.69
OD (%)				0.29	-0.01	0.44	-0.52	-0.54	-0.51	-0.51	-0.42	-0.47
pH					0.28	0.36	-0.24	-0.30	-0.11	-0.10	-0.02	-0.07
Chl da CTD (µg/l)							-0.08	0.14	0.15	0.30	0.45	0.33
Trasp. (m)								-0.41	-0.48	-0.47	-0.48	-0.34
N-NH ₃ (µg/l)									0.92	0.92	0.85	0.87
N-NO ₂ (µg/l)										0.92	0.86	0.82
N-NO ₃ (µg/l)											0.97	0.95
Azoto totale (µg/l)											0.91	0.94
P-PO ₄ (µg/l)												0.93
Fosforo totale (µg/l)												0.86

Tabella 17: 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=37 (Eliminaz. casewise dati mancanti).

	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH ₃ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	Azoto totale (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fosforo totale (µg/l)	TRIX
Temp. (°C)	0.01	0.78	0.53	0.06	0.62	-0.41	-0.66	-0.54	-0.51	-0.09	-0.36	-0.40
Salin. (PSU)			0.09	-0.05	0.35	-0.15	-0.41	-0.69	-0.64	-0.54	-0.66	-0.57
OD (%)				0.17	0.47	-0.42	-0.56	-0.62	-0.59	-0.26	-0.53	-0.51
pH					0.14	0.26	-0.13	-0.22	-0.09	-0.13	0.13	0.04
Chl da CTD (µg/l)						-0.12	0.20	0.21	0.50	0.57	0.60	0.59
Trasp. (m)							-0.31	-0.54	-0.60	-0.57	-0.28	-0.56
N-NH ₃ (µg/l)								0.64	0.59	0.49	0.63	0.36
N-NO ₂ (µg/l)									0.76	0.59	0.38	0.54
N-NO ₃ (µg/l)										0.93	0.71	0.83
Azoto totale (µg/l)											0.67	0.86
P-PO ₄ (µg/l)												0.59
Fosforo totale (µg/l)												0.88

Tabella 18: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 2 mn (3704 m) dalla costa. Corr. marcate significative al livello $p < .050$. N=38 (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 2013 presso le stazioni a 500 m (Tab. 19 e Fig. 36), presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale e la clorofilla in laboratorio, considerando tutte le campagne effettuate. Le prime due componenti estratte hanno spiegato quasi il 73% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto del 53.0% di tale varianza (Tab. 19).

	FATTORE 1	FATTORE 2
VARIANZA (%)	53,046	19,810
Temperatura (°C)	-0,424	-0,757
Salinità (PSU)	-0,657	0,506
Ossigeno disciolto (%)	-0,523	-0,581
pH (unità)	0,357	-0,672
Trasparenza (m)	-0,535	0,013
Azoto ammoniacale (µg/l)	0,930	0,067
Azoto nitroso (µg/l)	0,925	0,233
Azoto nitrico (µg/l)	0,971	-0,010
Azoto totale (µg/l)	0,928	-0,055
Fosforo da ortofosfati (µg/l)	0,901	-0,144
Fosforo totale (µg/l)	0,944	-0,025
Silicio da ortosilicati (µg/l)	0,949	-0,124
Fitoplancton totale (cell/l)	0,028	-0,729
Clorofilla <i>a</i> analitica (µg/l)	-0,042	-0,725

Tabella 19: Autovalori e pesi fattoriali relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni a 500 m, in grassetto i valori >0.70.

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 superiore vede collocati campioni di acqua ad elevato contenuto in sali nutrienti (coefficiente di autovettore con segno positivo) e a quello inferiore, seppure con punteggi ridotti, campioni a salinità e trasparenza elevate (coefficiente con segno negativo) (Tab. 19 e Fig. 36). La *seconda componente* individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate. In esso infatti emerge, per il proprio contributo, il Fitoplancton totale e la clorofilla *a*, nonché alcune variabili ad essi associate (ossigeno disciolto, temperatura, pH). Come già evidenziato negli anni scorsi, 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; risultante biologica, caratterizzata da fitoplancton totale e clorofilla.

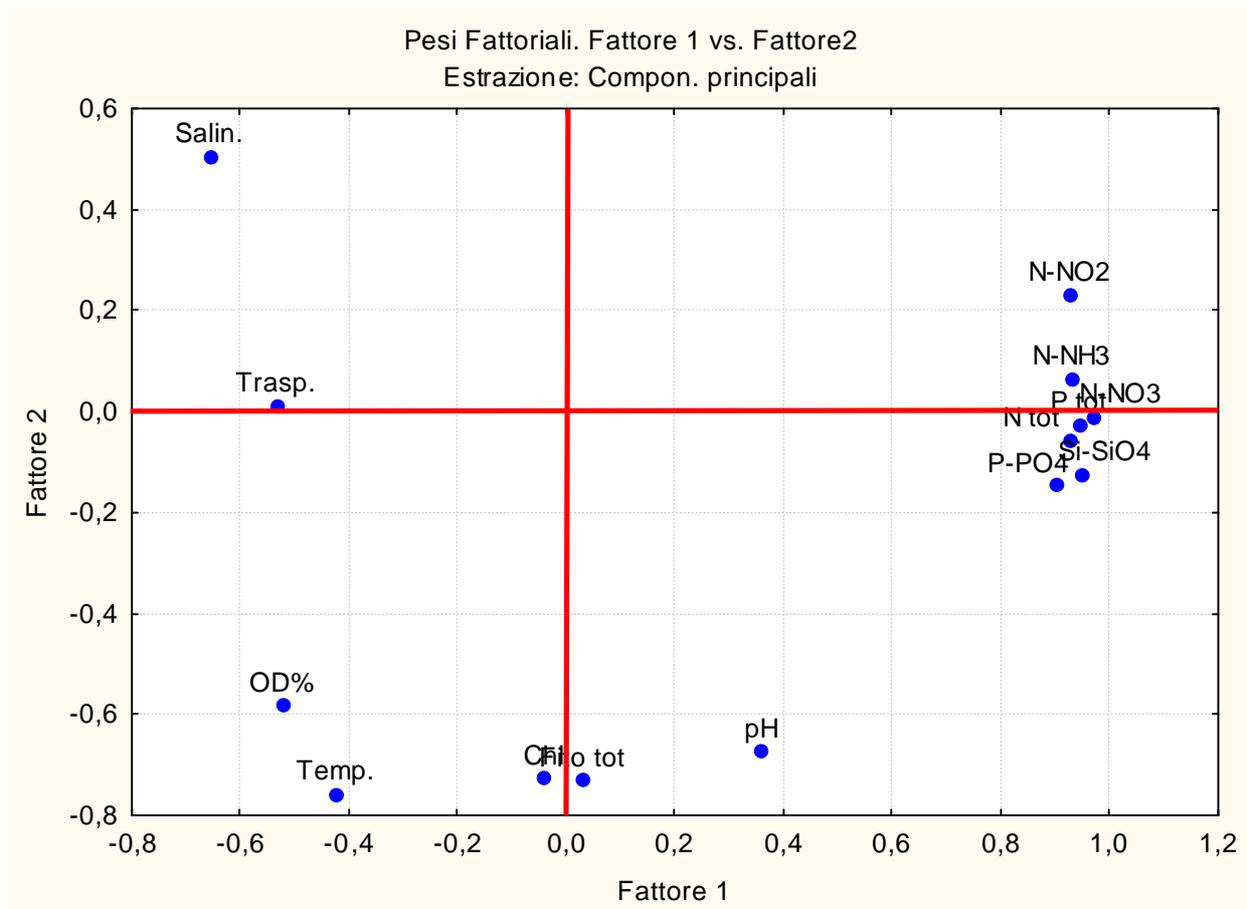


Figura 36: Ordinamento dei parametri fisico-chimici e biologici analizzati nel 2013 (stazioni a 500 m).

8 RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2013

8.1 RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI

Nel corso dell'anno non sono mai state rilevate formazioni di mucillagine in superficie o lungo la colonna d'acqua nella zona costiera monitorata; solo in alcune occasioni le immagini raccolte con la telecamera subacquea hanno permesso di osservare piccoli fiocchi lungo la colonna d'acqua nelle stazioni più lontane dalla linea di costa.

8.2 SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE

Nella campagna di monitoraggio condotta durante il mese di luglio, sono stati avvistati, nell'area di mare compresa tra Caorle, Jesolo e Venezia-Pellestrina numerosi esemplari appartenenti alla specie di meduse non urticanti *Rhizostoma pulmo*, di dimensioni varie: le più piccole presentavano ombrello del diametro di 10-15 cm, le più grandi arrivavano a 30 cm.

Durante la campagna in mare di agosto sono stati avvistati più esemplari della medusa non urticante *Cotylorhiza tuberculata* nella zona settentrionale della costa, di dimensioni considerevoli con ombrello del diametro compreso tra 45 e 60 cm (foto ARPAV in copertina).

Infine nella campagna di settembre sono stati avvistati alcuni esemplari di dimensioni varie di *Rhizostoma pulmo* nell'area antistante Cavallino Treporti e altri esemplari di *Cotylorhiza tuberculata* di dimensione medio grandi di fronte a Porto Caleri.

8.3 FIORITURE ALGALI

Nell'ambito del monitoraggio istituzionale delle acque marino costiere del Veneto effettuato da ARPAV nel mese di luglio durante la campagna di misura effettuata il giorno 23/07/2013 alla stazione 10640 (Chioggia) si è osservata una colorazione dell'acqua verde intenso, i parametri misurati dalla sonda multiparametrica nella zona interessata mostravano valori elevati di ossigeno (150-180%), di clorofilla (da 9 a 12 µg/l) e di pH (8.4-8.5unità). Nella stazione è stato effettuato il prelievo di un campione superficiale per il sospetto di una possibile fioritura algale. Il campione presentava una densità totale di fitoplancton pari a 2006985 cell/l; le specie maggiormente presenti erano *Chaetoceros* spp. (913915 cell/l), *Pseudo-nitzschia* spp. del *Nitzschia seriata complex* (129263 cell/l), *Pseudo-nitzschia* spp. del *Nitzschia delicatissima complex* (151941 cell/l), Prasinophyceae indet. (70301 cell/l), *Dactyliosolen fragilissimus* (52159 cell/l), *Thalassionema nitzschioides* (401397 cell/l).

8.4 FENOMENI IPOSSICI

Nel corso dell'anno 2013 nel corso delle indagini ispettive eseguite sono stati rilevati i seguenti casi:

- durante la campagna di misura di luglio in data 30/07/2013 si è riscontrato un caso di ipossia al fondo della stazione 40720, a oltre 7 km al largo di Albarella, i valori di Ossigeno disciolto espressi in % di saturazione mostravano un progressivo calo passando da 35.7% a 18 m di profondità fino a 18.4% a 21 m;
- durante la campagna di campionamento e misura di agosto in data 13/08/2013 si è riscontrato un caso di ipossia al fondo nella stazione 40530, a oltre 8 km al largo di S. Pietro in Volta – Venezia, scendendo di profondità il valore di Ossigeno, espresso in % di saturazione, calava da 40.7% a 17 m di profondità fino a 28.7% a 18.5 m.

Non è stato possibile in entrambi i casi effettuare il prelievo di campioni di acqua al fondo in quanto il mezzo nautico in uso non era dotato di verricello per calare le bottiglie Niskin, inoltre la presenza di forti correnti ha impedito l'acquisizione del campione con calata manuale dello strumento campionatore.

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività istituzionali che ARPAV conduce sulle acque marino-costiere, l'attività di campionamento nell'anno 2013 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 compatibilmente con le condizioni meteo climatiche (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 su trasparenza e salinità (Figg. 2 e 6B). Il gradiente positivo che si delinea con l'allontanamento dalla costa, particolarmente forte per le stazioni più al largo, rimane sempre ben evidente
- gli apporti fluviali, particolarmente cospicui a marzo e maggio, 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 (Fig. 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, i valori in superficie si sono mantenuti al di sopra del 100% di saturazione nei mesi estivi dell'anno, mentre nei mesi di febbraio e marzo hanno di poco

superato l'80%, con valori al fondo superiori a quelli di superficie, probabilmente conseguenza dell'elevato afflusso di acque dolci in bacino

- 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, 22 e 26)

- come per i nutrienti, anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra abbondanze maggiori nelle stazioni localizzate a sud della foce dell'Adige (in particolare alla stazione a 500 m e a quella più esterna del transetto 072, Figg. 34 e 35) con un massimo assoluto di 4.404.029 cell/l (rinvenuto nella stazione 10720 a giugno)

- non si è verificato alcun superamento sia per quanto riguarda 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) che per 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.

- 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 importanti e rara presenza di mucillagini in forma di fiocchi lungo la colonna d'acqua senza peraltro conseguenze sugli ecosistemi delle aree interessate

- per quanto riguarda gli aspetti chimici, le acque non hanno mai presentato superamenti relativamente agli inquinanti delle Tabb. 1/A e 1/B del D.M. 260/2010, eccetto nel caso del superamento dell'SQA-MA per il parametro "Para-terz-ottilfenolo" alla stazione 10820 (localizzata di fronte al Po di Tolle)

- non altrettanto positiva la situazione del sedimento: mentre l'area settentrionale di costa è caratterizzata dalla presenza oltre il limite dell'SQA +20% di mercurio, la parte meridionale presenta superamenti per altri metalli (Cd, Ni, Cr) e per la sommatoria Diossine, Furani e PCB diossina simili, in tutti i casi i saggi ecotossicologici non evidenziano situazioni di presenza di tossicità. Il corpo idrico ME2_1 si presenta infine sempre contaminato da vari IPA, forse collegato alla presenza di una area di fonda delle navi mercantili.

In linea generale, nelle acque della fascia costiera i cicli stagionali delle diverse variabili ecologiche si differenziano notevolmente rispetto a quelli delle acque di mare aperto, 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.

Le osservazioni emerse dall'analisi condotta sui dati raccolti nel corso delle campagne 2013 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.

Si riconferma nel 2013 l'evidenza dell'estrema variabilità e complessità del sistema costiero indagato, aspetti 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.

10 BIBLIOGRAFIA CITATA E ALTRI DOCUMENTI DI APPROFONDIMENTO

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, 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

Decreto Legislativo, 10 dicembre 2010, n. 219. *Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.* G.U. n. 296 del 20/12/2010

Forni G., Occhipinti Ambrogi 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.

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

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

Istituto Superiore di Sanità, 2004. *Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici*. A cura di E. Menichini e G. Viviano, Rapporto ISTISAN 04/15

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

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

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, 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., Zogno A.R., 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, 2012. *Monitoraggio integrato dell’ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2010. Analisi dei dati osservati nell’anno 2010*. A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., D’Amico M.L., Ancona S., Barbaro J., Berti L., Bon D., Buosi A., Fassina D., Girolimetto A., Guzzinati R., Iacovone V., Lonigo A., Rizzardi S.

Regione del Veneto - ARPAV, 2012. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2011. Analisi dei dati osservati nell'anno 2011.* A cura di Parati P., Zogno A.R., D'Amico M.L., Fassina D.

Regione del Veneto - ARPAV, 2013. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2012. Analisi dei dati osservati nell'anno 2012.* A cura di Parati P., Zogno A.R., Fassina D., Marchesini V.

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

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.