



*Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero  
nella Regione Abruzzo*



**Analisi dei dati osservati nell'anno 2010**

**Pescara, giugno 2012**

---

## INDICE

Premessa .....	pg	5
1 La rete di monitoraggio delle acque marino-costiere .....	pg	6
2 Gestione del monitoraggio .....	pg	8
2.1 Campionamento .....	pg	8
2.2 Analisi .....	pg	9
2.3 Gestione dati .....	pg	10
3 Parametri indagati .....	pg	10
4. Analisi dei risultati .....	pg	18
4.1 Acqua .....	pg	18
4.1.1 Fitoplancton .....	pg	37
4.3 Macrobenthos .....	pg	50
4.4 Sedimento .....	pg	64
4.4.1 Saggi tossicologici .....	pg	76
4.6 Biota .....	pg	87
5. Considerazioni conclusive .....	pg	88
BIBLIOGRAFIA .....	pg	91



## PARTECIPANTI AL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

### *Responsabili del Programma*

- *Responsabile regionale*

**Dott. Nicola Caporale**

Regione Abruzzo - Direzione Opere Marittime

Pescara

- *Ente attuatore*

**Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente dell'Abruzzo**

Distretto Provinciale di Pescara

V.le Marconi, 51 – 65126 Pescara

- *Responsabile tecnico*

**Dott.ssa Angela Del Vecchio**

Direttore Distretto Provinciale ARTA di Pescara

---

- *Partecipanti alle attività di monitoraggio*

*Responsabile Motonave Laboratorio "Ermione":* G. Ferrandino

*Equipaggio Motonave Laboratorio "Ermione":* P. De Iure, N. Febo

*Campionamenti in mare:* A. Arizzi Novelli, E. Nardi, B. Filareto, P. De Iure, P. Cecamore

*Riprese subacquee:* P. De Iure

*Batimetrie e restituzioni cartografiche:* R. Cacciatore

*Responsabile della gestione del programma, elaborazione dati:* G. Martella

*Attività analitica:*

- *Analisi chimiche:* E. Scamosci, S. Bianco, B. Filareto, F. Caporale, M. Di Nino, L. Capriotti, S. Palestini, L. Manente, F. Scorrano
- *Analisi tossicologiche:* A. Arizzi Novelli, E. Nardi
- *Analisi granulometriche:* N. Di Deo
- *Analisi biologiche:* G. Martella, A. Cellini

*Elaborazione rapporto conclusivo:* G. Martella, A. Arizzi Novelli, N. Di Deo, A. Salini

---

## Premessa

Nell'anno 2010 l' ARTA Abruzzo ha svolto le attività di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero sulla Rete Regionale della Regione Abruzzo con i seguenti obiettivi:

1. proseguimento del Programma di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero per la classificazione ecologico-ambientale delle acque marine in applicazione del D.lgs 152/06, da parte della Regione Abruzzo.

Le attività attuate nell'ambito del monitoraggio possono essere così schematizzate:

- rilevazione dei parametri meteo marini
- acquisizione dati fisico-chimici delle acque tramite sonda multiparametrica, lungo la colonna d'acqua
- determinazione della concentrazione dei nutrienti e dei microinquinanti chimici sull'acqua
- analisi della comunità fitoplanctonica
- analisi delle biocenosi di fondo (macrobenthos)
- analisi granulometrica dei sedimenti
- bioaccumulo e sedimentazione di microinquinanti nel biota (*M. galloprovincialis*) e nel sedimento
- test ecotossicologici sui sedimenti

## 1. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE

La rete di monitoraggio delle acque marino-costiere è costituita da un reticolo di quattordici stazioni per il campionamento delle varie matrici, distribuite su sette transetti perpendicolari alla costa e poste rispettivamente a 500 m e 3000 m dalla costa (Tab. 1 e Fig. 1).

AREA	Cod. Punto	LAT Nord	LONG Est	PROFONDITA' m
<b>ALBA ADRIATICA</b> zona antistante F. Vibrata	<b>AL13</b>	42°50'22"	13°56'21"	4,3
	<b>AL15</b>	42°50'44"	13°58'07"	11,8
<b>GIULIANOVA</b> 500 m a Sud molo Sud porto	<b>GU01</b>	42°44'52"	13°58'55"	4,7
	<b>GU03</b>	42°45'14"	14°00'41"	12,2
<b>PINETO 300 m a Sud</b> F. Vomano	<b>PI16</b>	42°39'14"	14°02'43"	4,5
	<b>PI18</b>	42°39'45"	14°04'24"	12,0
<b>PESCARA</b> zona antistante Via Cadorna	<b>PE04</b>	42°29'18"	14°12'06"	5,6
	<b>PE06</b>	42°30'04"	14°13'37"	14,4
<b>ORTONA</b> punta Acquabella	<b>OR07</b>	42°20'16"	14°25'41"	6,9
	<b>OR09</b>	42°21'06"	14°27'11"	17,0
<b>VASTO</b> punta Aderci	<b>VA10</b>	42°11'02"	14°41'09"	7,8
	<b>VA12</b>	42°12'08"	14°42'12"	19,8
<b>SAN SALVO 100 m a</b> Sud t. Buonanotte	<b>SS01</b>	42°05'01"	14°45'25"	4,2
	<b>SS02</b>	42°06'10"	14°46'20"	11,0

Tab. 1 – Elenco delle stazioni di campionamento



---

## 2. GESTIONE DEL MONITORAGGIO

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

Matrici	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
	N. CAMPIONI / MESE											
Dati sonda multiparametrica	4		14		14		14		14		14	
ACQUA (nutrienti)	4		14		14		14		14		14	
ACQUA (inquinanti)			7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
FITOPLANCTON	4		14		14	14	14	14	14		14	
SEDIMENTI		12		21							21	
BIOTA						7						
MACROBENTHOS					42					42		

Tab. 2: Campagna di monitoraggio effettuata nel 2010 sulla Rete Regionale

- **CAMPIONAMENTO**

L'Agenzia dispone di un mezzo nautico, la motonave "Ermione", che viene utilizzata per tutte le attività effettuate in mare.

Le attività operative di campionamento riguardano l'acquisizione di dati e il prelievo di campioni delle diverse matrici.

In ciascuna stazione sono state effettuate: rilevazioni fisiche e chimiche (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH e clorofilla "a") con sonda multiparametrica e nella colonna d'acqua; prelievo di campioni d'acqua su cui successivamente sono state eseguite le analisi previste.

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

Ogni campagna mensile viene realizzata nei primi giorni del mese ed ha la durata media di 2-3 gg. salvo condizioni meteo-marine avverse; ad eccezione per il prelievo del macrobenthos che prevede tempi più lunghi.

L'acquisizione dei valori delle variabili chimico-fisiche nella colonna d'acqua viene effettuata ad ogni metro di profondità, da 50 cm dalla superficie a 50 cm dal fondo con

---

individuazione del termoclino, se esistente; l'acquisizione dati avviene mediante sonda multiparametrica "Idronaut mod. Ocean Seven 316 plus" che, azionata da un verricello, viene calata sulla verticale a velocità costante. Per i profili verticali della clorofilla "a" si utilizza un fluorimetro della "Sea Teck" abbinato alla sonda multiparametrica.

La funzionalità della sonda è certificata annualmente dalla ditta fornitrice attraverso intercalibrazione con una sonda di riferimento.

I campioni di *acqua* sono prelevati a 50 cm dalla superficie con bottiglia Niskin, per l'analisi dei nutrienti (Azoto totale, Fosforo totale e Ortofosfati, Silicati, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico) e per la ricerca dei microinquinanti chimici; un'aliquota viene utilizzata per lo studio del *fitoplancton* mediante osservazione al microscopio ottico rovesciato.

I campioni di acqua per le determinazioni dei nutrienti solubili sono filtrati sul posto, utilizzando filtri Millipore con porosità di 0,45 µm; i campioni "tal quale" e quelli "filtrati" sono poi trasportati in laboratorio per le successive analisi, in contenitori refrigerati a +4 °C, insieme a tutti gli altri campioni.

Il campionamento di *sedimento marino*, per la caratterizzazione chimico-fisica, chimica e tossicologica, viene effettuato con il box core.

Per il campionamento di *macrozoobenthos* per l'analisi della comunità bentonica si utilizza una benna di Van Veen da 0,1 m<sup>2</sup>: si effettuano tre repliche per ogni stazione e poi ogni campione di sedimento viene sottoposto a setacciatura mediante un setaccio con maglie di 1 mm; gli organismi separati sono immediatamente fissati in formalina al 10% in acqua di mare e trasportati in laboratorio per la classificazione.

Il prelievo di molluschi, per la componente *biota*, è effettuato dall'operatore subacqueo direttamente sui manufatti artificiali della scogliera in prossimità delle stazioni a 500 m dalla costa.

- *ANALISI*

Tutte le attività analitiche vengono eseguite presso i laboratori del Distretto Provinciale di Pescara.

In dettaglio le analisi di tipo chimico su matrici acqua (nutrienti disciolti, N e P totali, microinquinanti chimici), sedimento (microinquinanti chimici) e biota (microinquinanti chimici) sono svolte presso il Laboratorio Chimico-Ambientale, mentre le analisi biologiche (fitoplancton e fitoplancton potenzialmente tossico, macrobenthos), tossicologiche (saggi biologici) e granulometriche dei sedimenti presso il Laboratorio di Biologia e Tossicologia Ambientale.

I prelievi e i rilievi sul campo, così come le metodologie analitiche seguite, sono quelle 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).*

- *GESTIONE DEI DATI*

I risultati analitici, validati dai Laboratori per la parte di rispettiva competenza, vengono inseriti nel Sistema Informativo Regionale Ambientale dell'Abruzzo (SIRA) attraverso un programma informatico denominato "LIMS". Nell'applicativo LIMS vengono inserite tutte le informazioni relative ad ogni singolo campione, dall'anagrafica ai risultati analitici, ai dati dei rilievi fatti direttamente sul campo. Tutti i dati inseriti, elaborati e validati da parte dei responsabili di Sezione, vengono trasferiti alla banca dati centrale SIRA e estratti in formato excel per l'invio alla Regione Abruzzo.

L'elaborazione statistica e grafica dei dati raccolti viene realizzata con l'ausilio dei programmi del pacchetto Office 2003.

### *3. PARAMETRI INDAGATI*

*Temperatura:* parametro fisico di grande importanza per le acque del Mar Adriatico, presenta marcate fluttuazioni stagionali a causa della bassa profondità media, della latitudine e dell'afflusso di acque fluviali.

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

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

*Ossigeno disciolto:* è presente in forma disciolta in equilibrio con l'O<sub>2</sub> atmosferico e dipende da alcuni fattori fisici (temperatura, pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua), da caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (salinità, pH) e da processi biologici e chimici (attività fotosintetica, respirazione di piante e animali acquatici e mineralizzazione della sostanza organica).

*Salinità:* le variazioni di salinità dipendono soprattutto dagli apporti di acque dolci in superficie provenienti principalmente dall'Adriatico settentrionale 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 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, gusci e di spicole di Silicoflagellati e Radiolari. Sono sostanze chimiche che favoriscono la crescita delle microalghe e delle fanerogame marine. Avendo una scarsa concentrazione in mare costituiscono un fattore critico o limitante. A volte in determinate condizioni soprattutto nella fascia costiera e in bacini semichiusi si può avere un eccesso di queste sostanze che può dar luogo al fenomeno dell'eutrofizzazione.

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. Il gradiente orizzontale è dovuto principalmente all'apporto costante di nutrienti da parte dei fiumi che convogliano al mare acque raccolte dai bacini imbriferi a monte; in relazione a tale gradiente esistono differenze notevoli tra il livello trofico della zona costiera e quello delle acque al largo. Per quanto riguarda l'andamento temporale, in particolare per azoto e fosforo, esso dipende principalmente dai seguenti fattori: la portata dei fiumi legata alle condizioni meteorologiche, l'andamento stagionale del fitoplancton e i processi rigenerativi a livello del sedimento.

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

*Indice trofico TRIX*: 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).

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

Tab. 3: Classificazione trofica delle acque marine costiere (D.Lgs 152/06 e s.m.i.)

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

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

dove:

Chl *a* = clorofilla ( $\mu\text{g/l}$ );

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

N = N-(NO<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub> + NH<sub>3</sub>) Azoto minerale solubile (DIN) ( $\mu\text{g/l}$ );

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

STATO	DESCRIZIONE
ELEVATO	Buona trasparenza delle acque Assenza di anomale colorazioni delle acque Assenza di sottomaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
BUONO	Occasionali intorbidimenti delle acque Occasionali anomale colorazioni delle acque Occasionali ipossie nelle acque bentiche
MEDIOCRE	Scarsa la trasparenza delle acque Anomale colorazioni delle acque Ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico
SCADENTE	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

---

## **INQUINANTI CHIMICI**

- **Solventi clorurati:** sono composti chimici derivati da idrocarburi a cui sono stati aggiunti atomi di cloro. I più noti sono il cloroformio, il tricloroetilene, il percloroetilene, il tetracloruro di carbonio, il tricloroetano. Si tratta di sostanze dotate di un ottimo potere solvente, propellente, refrigerante e di scarsa infiammabilità. Per le loro caratteristiche trovano largo impiego nell'industria chimica, tessile, della gomma, delle materie plastiche, degli estintori di incendio, dei liquidi refrigeranti, nelle operazioni di sgrassaggio e pulitura di metalli, pelli e tessuti.

Per quanto concerne gli effetti tossicologici si può affermare che, benché questi cambino in funzione del tipo di sostanza, tutti i solventi clorurati, hanno proprietà narcotiche e neurotossiche, e quasi tutti possiedono tossicità epatica, renale ed emopoietica.

Il largo utilizzo fatto negli ultimi decenni e gli smaltimenti scorretti hanno causato una notevole diffusione ambientale di questi composti sia nelle acque superficiali sia in quelle sotterranee. Per la loro volatilità, queste sostanze possono contaminare le acque superficiali essenzialmente in prossimità dei siti di sversamento.

- **Solventi aromatici:** sono i composti a minor peso molecolare e maggiormente volatili appartenenti alla classe degli idrocarburi aromatici. I composti più rappresentativi sono: benzene, toluene, etilbenzene, xilene, propilbenzene, stirene. L'inquinamento da solventi organici aromatici deriva dal loro impiego in campo industriale e dall'uso di prodotti petroliferi (in particolare benzine). La loro diffusione nell'ecosistema acquatico è legata a perdite che si possono verificare durante le fasi di trasporto e stoccaggio di prodotti derivati dal petrolio. Tali composti rivestono grande importanza nel panorama della chimica delle acque perché ad essi è associata una notevole tossicità per l'ambiente e per gli esseri viventi. La sua pericolosità è dovuta principalmente agli effetti cancerogeni riconosciuti per l'uomo, conseguenti ad un'esposizione cronica.
- **Metalli pesanti:** sono componenti naturali delle acque e dei sedimenti e sono considerati inquinanti se il loro livello eccede quello naturale e in particolare i metalli pesanti sono quelli maggiormente tossici; i più rappresentativi per il rischio ambientale sono: Mercurio (Hg), Cadmio (Cd) e Piombo (Pb). La formazione di questi metalli presenta alta affinità per lo zolfo degli enzimi presenti in alcune reazioni metaboliche fondamentali nel corpo umano: il complesso metallo-zolfo inibisce il normale funzionamento dell'enzima con conseguente danno per la salute dell'uomo. Il mercurio presenta il fenomeno della biomagnificazione, cioè la sua concentrazione aumenta progressivamente attraverso gli anelli della catena trofica.

- 
- **Composti organo clorurati:** sono composti caratterizzati dal legame del cloro con un atomo di carbonio e tra i loro derivati, il più noto è il DDT o [1,1,1-tricloro-2,2-di-(4-clorofenil)etano]. Sono ampiamente usati come pesticidi, erbicidi e fungicidi. Questi composti risultano fortemente tossici per l'uomo e per altri animali, inoltre non sono biodegradabili e una volta liberati nell'ambiente permangono in maniera definitiva nell'acqua, negli animali, nelle piante, nei sedimenti. La loro presenza indica una contaminazione di tipo "agricolo" operata soprattutto da fiumi che drenano vaste aree di territorio. Sono stati rilevati nei tessuti dei mitili di molte località costiere, sia dell'Adriatico che del Tirreno, seppure con concentrazioni molto basse. I pesticidi clorurati rientrano tra gli inquinanti organici persistenti (POP) riconosciuti a livello internazionale.
  - **Policlorobifenili (PCB):** l'acronimo PCB indica un gruppo di sostanze chimiche industriali organoclorurate (difenili policlorurati). I PCB sono insolubili in acqua e solubili in mezzi idrofobi, chimicamente inerti e difficili da bruciare, possono persistere nell'ambiente per lunghissimi periodi ed essere trasportati anche per lunghe distanze. Tendono ad accumularsi nel suolo e nei sedimenti, si accumulano nella catena alimentare e possono dar luogo al fenomeno della biomagnificazione, raggiungendo pertanto concentrazioni potenzialmente rilevanti sul piano tossicologico.  
Proprio per le loro caratteristiche di stabilità e bassa biodegradabilità, i PCB sono inquinanti ambientali pressoché ubiquitari. I PCB rientrano tra gli inquinanti organici persistenti (POP) riconosciuti a livello internazionale.
  - **Diossine e Furani:** Con il termine generico di "diossine" si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, ossia formati da carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro, divisi in due famiglie: dibenzo-p-diossine (PCDD o propriamente "diossine") e dibenzo-p-furani (PCDF o "furani"). Si tratta di idrocarburi aromatici clorurati, per lo più di origine antropica, particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo, gli animali e l'ambiente stesso; le diossine e i furani costituiscono infatti due delle dodici classi di inquinanti organici persistenti riconosciute a livello internazionale dall'UNEP.  
Esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani: di questi però solo 17, di cui 7 PCDD e 10 PCDF, destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico.
  - **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA):** sono un gruppo di idrocarburi che contengono anelli benzenici condensati e si formano in seguito alla combustione incompleta di materiali organici contenenti carbonio: sono composti cancerogeni.  
Gli IPA presenti nell'ambiente provengono da numerose fonti: traffico auto veicolare, dal "catrame", dal fumo delle sigarette, dalla superficie di alimenti affumicati, dal fumo esalato dalla combustione del legno o del carbone; quelli che inquinano l'ambiente acquatico sono riconducibili alla fuoriuscita di petrolio

---

dalle petroliere, dalle raffinerie e dai punti di trivellazione del petrolio in mare aperto.

- **Composti organostannici (TBT):** sono composti organici a base di stagno largamente impiegati come agenti "antivegetativi" (antiincrostazione) alle vernici usate per le banchine, per lo scafo delle imbarcazioni, per le reti da pesca. Parte del composto del tributyl stagno si libera nelle acque, di conseguenza tale composto penetra nella catena alimentare attraverso i microrganismi che vivono in prossimità della superficie. A causa della loro tossicità, persistenza e capacità di bioaccumulo si ritrovano anche in aree lontane dalla fonte originaria di emissione e concorrono a generare notevoli danni all'ecosistema marino.
- **Carbonio organico totale**  
Il carbonio Organico Totale è un indice della concentrazione totale delle sostanze organiche: quella disciolta (DOM) e quella particellata (POM).
- **Analisi granulometrica**  
E' una misura della dimensione media delle particelle che compongono i sedimenti marini; si determina la percentuale in peso della sabbia (particelle con diametro superiore ai 0,063 mm ma inferiore ai 2 mm) e delle peliti o fanghi (particelle con diametro inferiore ai 0,063 mm).
  - ghiaia (superiore ai 2 mm di diametro);
  - sabbia molto grossolana (compresa tra 2 e 1 mm);
  - sabbia grossolana (compresa tra 1 e 0,5 mm);
  - sabbia media (compresa tra 0,5 e 0,25 mm);
  - sabbia fine (compresa tra 0,25 e 0,125 mm);
  - sabbia molto fine (compresa tra 0,125 e 0,063 mm).

La composizione granulometrica è un parametro che influisce sulla capacità di accumulo di sostanze inquinanti da parte del sedimento (sedimenti con una abbondante frazione pelitica hanno la tendenza ad accumulare maggiori quantità di sostanze chimiche) ma anche sulle caratteristiche delle comunità bentoniche di fondo mobile.

## ***PLANCTON***

**Fitoplancton** - Negli ecosistemi acquatici il *fitoplancton* ricopre un ruolo fondamentale, rappresentando il primo anello della catena trofica.

E' 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 componente più rappresentativa del fitoplancton di mare, sia come numero di individui che come numero di specie, è

---

generalmente costituita da Diatomee; ad esse si associano, con importanza variabile secondo la stagione e le condizioni idrologiche, altri gruppi algali, *Dinophyceae*, *Euglenophyceae*, *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*; altre classi che possono essere presenti, ma in minor parte, sono *Prasinophyceae* e *Rafidophyceae*.

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. Comprende numerosissime specie che si differenziano per dimensione, morfologia ed ecologia; 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.

## **SAGGI BIOLOGICI**

Permettono di verificare la presenza di microinquinanti in concentrazioni tali da determinare effetti tossici a breve, medio o lungo termine sulle comunità biologiche. In tali saggi possono essere utilizzate diverse specie-test, differenti per trofia, sensibilità specifica, rilevanza ecologica (batteri, alghe, molluschi bivalvi, policheti, echinodermi). Sono uno strumento essenziale da utilizzare in maniera complementare alla determinazione della concentrazione di inquinanti chimici, al fine di valutare la qualità dei sedimenti marini.

## **BIOTA**

Le misure di bioaccumulo vengono effettuate sul bivalve *Mytilus galloprovincialis* prelevati sulle scogliere presenti in prossimità dei transetti di monitoraggio, vicino la linea di costa. Un pool di organismi per ogni stazione viene sottoposto ad analisi chimica.

## **MACROBENTHOS**

Organismi marini animali (zoobenthos) e vegetali (fitobenthos) che vivono a stretto contatto con il fondale o ancorati a substrati duri. Le indagini condotte riguardano lo studio delle comunità zoobentoniche di fondi mobili, cioè costituiti da sabbia e/o fango, che caratterizzano l'ambiente marino.

---

Infatti queste comunità permanendo per lungo tempo in una data area sono esposti in maniera continua tanto ai fattori che ne supportano lo sviluppo (nutrienti, radiazione solare, ecc) quanto ai fattori che ne possono determinare una loro alterazione (inquinanti, variazioni fisico-chimiche delle acque, ecc). Per questo motivo il controllo della composizione (attraverso la determinazione delle liste di specie presenti in queste comunità in una data area e delle abbondanze relative di ogni singola specie) e della struttura (attraverso il calcolo di indici di diversità) delle comunità bentoniche dei fondi mobili sono utilizzati per individuare eventuali fenomeni di perturbazione dell'area studiata, fenomeni che possono aver agito in un intervallo di tempo e di spazio molto ampio. In tal senso il DM 260/2010 ha introdotto l'Indice M-AMBI, che utilizza lo strumento dell'analisi statistica multivariata per riassumere la complessità della comunità di fondo mobile, permettendo così una lettura ecologica dell'ecosistema in esame.

## 4. ANALISI DEI RISULTATI

I risultati presentati sono riferiti a prelievi e rilievi effettuati nell'anno 2010, da gennaio a dicembre.

La campagna di monitoraggio sui sette transetti della Rete Regionale ha portato all'acquisizione di 1.180 dati meteo marini, 78 profili con sonda multiparametrica per un totale di 4.500 dati analitici e al prelievo di: 109 campioni di acqua, 112 di fitoplancton, 54 di sedimento, 7 di biota, 84 di macrobenthos.

### 4.1 ACQUA

I campioni della matrice acqua sono stati prelevati, su tutte le stazioni, con frequenza bimensile per i nutrienti e solo sulle stazioni a 500 m dalla costa, con frequenza mensile per la determinazione degli inquinanti chimici.

I dati analitici rilevati in campo e in laboratorio, sono stati elaborati ed analizzati.

- DATI RILEVATI IN CAMPO

Nella tabella seguente sono riportati valori medi, mediana, minimo, massimo e deviazione standard dei vari parametri acquisiti in campo con la sonda multiparametrica: *temperatura dell'acqua, salinità, pH, ossigeno disciolto, clorofilla* e i dati di *trasparenza* misurata con il disco secchi.

	Temperatura acqua (°C)						Salinità (PSU)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.		Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	15,99	12,75	8,78	26,00	7,87	AL13	34,21	34,35	32,34	36,45	1,62
AL15	15,42	12,91	6,81	25,46	8,05	AL15	33,03	34,35	25,16	35,88	3,99
GU01	14,55	12,10	6,30	26,00	7,84	GU01	33,85	33,47	31,43	36,43	1,71
GU03	14,77	12,41	6,99	26,05	7,74	GU03	34,21	34,13	32,54	36,05	1,31
PI16	15,72	12,79	8,93	25,62	7,55	PI16	33,75	34,88	29,42	35,25	2,28
PI18	15,89	13,10	8,82	25,78	7,71	PI18	34,69	34,97	33,22	36,21	1,17
PE04	14,69	12,96	7,35	26,04	7,59	PE04	34,50	34,37	32,81	36,17	1,19
PE06	14,59	12,50	7,28	25,84	7,52	PE06	34,19	33,95	33,06	35,93	1,11
OR07	15,14	12,90	9,48	26,13	6,76	OR07	35,08	35,44	33,24	36,27	1,21
OR09	14,66	12,69	8,79	25,93	6,75	OR09	34,45	35,52	32,18	35,90	1,57
VA10	15,04	12,95	9,36	26,53	6,79	VA10	34,38	34,43	31,40	36,31	1,83
VA12	15,45	13,60	9,56	26,35	6,81	VA12	34,74	35,28	32,38	36,25	1,46
SS01	16,74	13,95	10,51	26,96	7,10	SS01	35,50	35,68	33,77	36,77	1,14
SS02	16,72	14,06	9,87	26,58	7,10	SS02	35,37	35,58	33,48	36,54	1,17

	Ossigeno disciolto (% Sat.)						Concentrazione idrogenionica (unità pH)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.		Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	103,03	100,68	85,43	127,32	16,05	AL13	8,03	8,05	7,76	8,28	0,22
AL15	101,83	102,41	81,75	126,39	15,13	AL15	8,06	7,97	7,72	8,43	0,30
GU01	97,53	91,76	85,24	124,76	13,30	GU01	8,18	8,23	7,80	8,37	0,22
GU03	99,15	98,55	85,52	124,47	12,77	GU03	8,11	8,07	7,81	8,42	0,25
PI16	101,54	100,17	89,28	120,71	11,32	PI16	8,15	8,21	7,51	8,74	0,45
PI18	100,22	98,86	86,18	124,52	13,17	PI18	8,15	8,11	7,82	8,45	0,24
PE04	100,68	100,10	81,84	125,95	13,03	PE04	8,20	8,30	7,78	8,52	0,26
PE06	101,80	94,40	92,61	128,24	13,23	PE06	8,18	8,29	7,73	8,52	0,29
OR07	98,67	100,20	83,17	112,64	9,47	OR07	8,16	8,19	7,74	8,42	0,24
OR09	97,17	100,10	81,17	112,42	10,62	OR09	8,26	8,29	7,81	8,46	0,23
VA10	99,56	100,66	81,98	110,34	11,24	VA10	8,19	8,26	7,87	8,35	0,17
VA12	98,66	100,47	80,23	110,88	12,07	VA12	8,20	8,20	7,86	8,46	0,23
SS01	102,51	104,30	86,93	110,55	8,53	SS01	8,13	8,12	7,82	8,33	0,19
SS02	100,53	99,99	87,11	110,35	8,50	SS02	8,17	8,20	7,80	8,36	0,21

	Clorofilla (µg/l)						Trasparenza (m)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.		Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	0,58	0,33	0,17	1,42	0,51	AL13	2,30	2,00	0,50	4,00	1,44
AL15	1,10	0,53	0,11	3,33	1,29	AL15	3,60	2,00	1,00	7,50	2,77
GU01	1,04	0,54	0,10	3,69	1,28	GU01	1,83	1,50	1,00	3,00	0,93
GU03	1,58	0,56	0,11	7,89	2,80	GU03	2,46	1,63	1,00	5,00	1,63
PI16	0,51	0,52	0,27	0,82	0,21	PI16	1,00	0,50	0,50	3,00	1,12
PI18	0,41	0,36	0,11	0,82	0,29	PI18	3,40	2,00	0,50	8,50	3,21
PE04	1,39	0,58	0,22	5,90	2,05	PE04	2,08	1,75	1,00	4,00	1,07
PE06	0,96	0,57	0,19	2,93	0,95	PE06	2,71	2,00	1,50	6,00	1,69
OR07	0,49	0,43	0,20	1,00	0,26	OR07	2,33	2,00	1,50	4,00	0,98
OR09	0,61	0,39	0,12	2,10	0,67	OR09	4,17	2,25	2,00	9,50	3,27
VA10	0,57	0,31	0,11	1,53	0,55	VA10	3,25	3,00	1,50	5,00	1,51
VA12	0,54	0,24	0,12	1,63	0,54	VA12	4,00	3,50	1,50	7,00	2,30
SS01	0,35	0,23	0,11	0,75	0,27	SS01	3,00	3,50	2,00	3,50	0,71
SS02	0,49	0,28	0,10	1,38	0,50	SS02	3,80	3,50	2,50	5,00	0,97

Tabella 4: Valori medi, mediana, minimo, massimo, deviazione standard (SD) dei parametri acquisiti nelle acque di superficie nell'anno 2010 per tutte le stazioni, a 500 e 3000 m dalla costa.

### TEMPERATURA

In superficie il valore medio annuo più alto si è registrato a SS01 (16,74 °C) mentre il valore più basso a GU01 (16,55 °C); i valori mensili evidenziano un minimo di 6,30 °C a gennaio (GU01) e un massimo di 26,96 °C ad agosto (SS01).

L'andamento dei valori mensili di temperatura misurata in superficie è riportato in Fig.2.

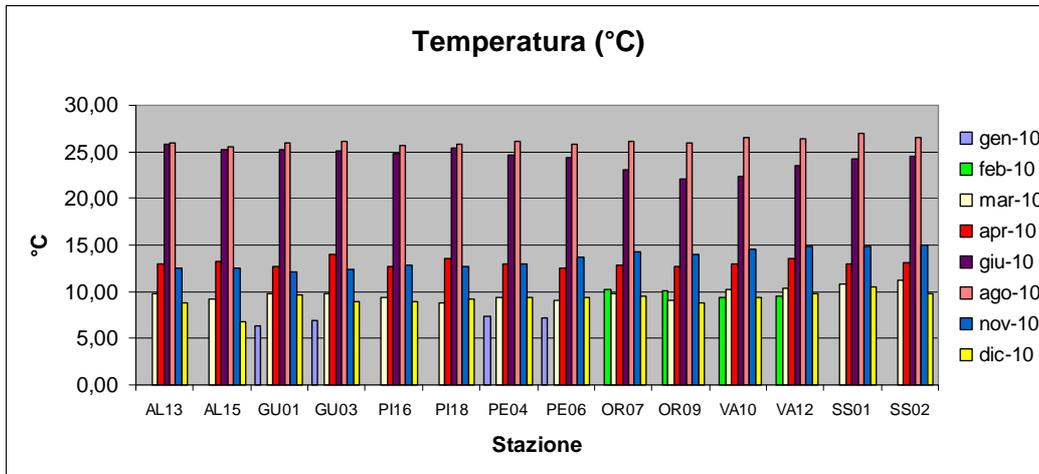


Fig.2 Valori mensili di Temperatura dell'acqua in superficie

**TRASPARENZA**

I valori di trasparenza sono compresi tra un massimo di 9,50 m rilevato ad agosto presso la stazione OR09 e un minimo pari a 0,5 m rilevato nelle stazioni AL13 (a novembre), PI16 (a marzo, aprile, agosto, novembre) e a PI18 (a marzo). In Fig. 3 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna.

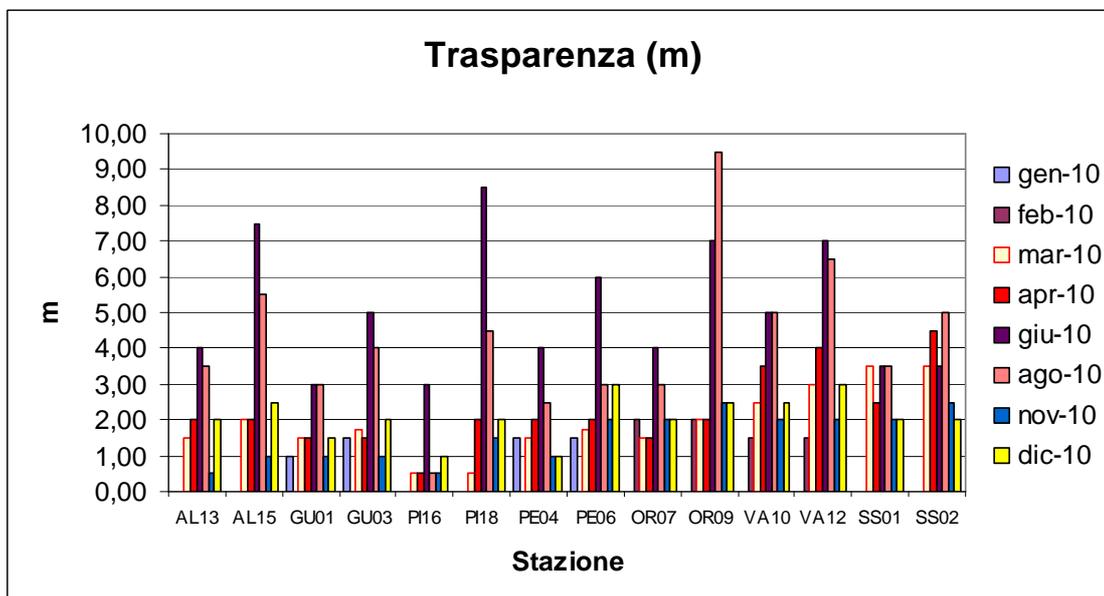


Fig. 3 Andamento medio della trasparenza

### ***SALINITA'***

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra il valore minimo di 25,16 ‰ (stazione AL15 nel mese di dicembre) ed il valore massimo di 36,77 ‰ (stazione SS01 nel mese di novembre).

I valori bassi di salinità registrati nel mese di dicembre, soprattutto nelle stazioni dei transetti a Nord (Alba Adriatica, Giulianova, Pineto), sono riconducibili al maggior apporto e quindi alla stratificazione di acqua dolce trasportata dai fiumi che sfociano in quella zona.

In Fig. 4 si riporta l'andamento delle salinità mensili, registrate in superficie presso le stazioni monitorate.

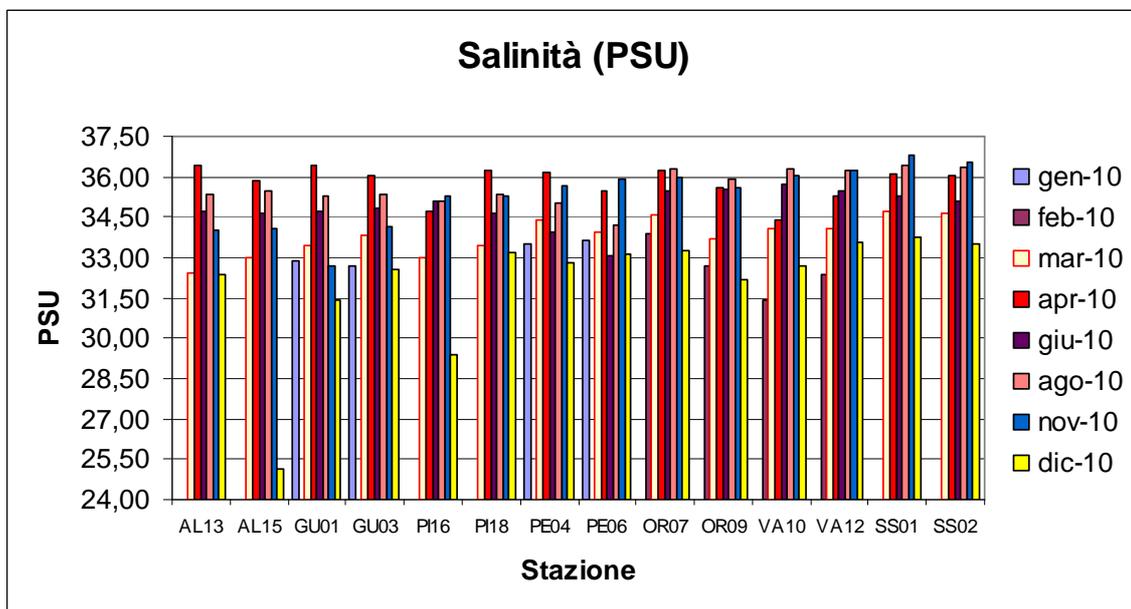


Fig. 4 Andamento mensile della salinità superficiale.

### ***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 8,16 unità di pH, un massimo di 8,74 (staz. P116 ad aprile) ed un minimo di 7,51 (staz. P116 a novembre).

In figura 5 si riporta la distribuzione dei valori medi mensili di pH calcolati in superficie.

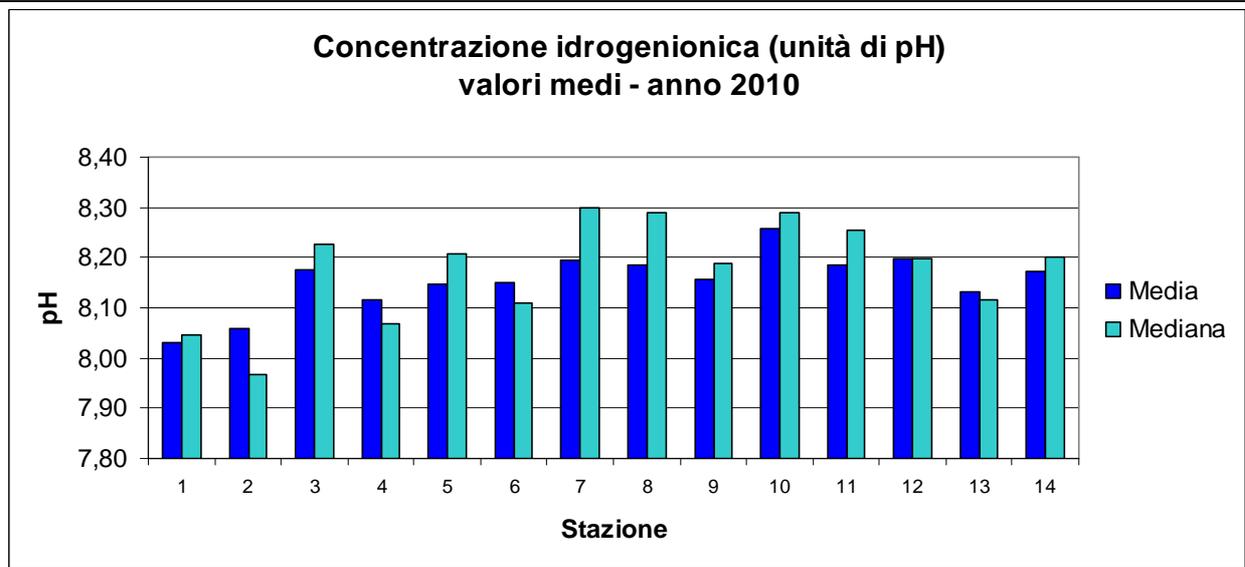


Fig.5 Distribuzione dei valori medi mensili di pH.

**OSSIGENO DISCIOLTO**

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 100,11 % con un minimo di 80,23 % alla staz. VA12 ad aprile ed un massimo di 128,24 % alla staz. PE06 a giugno.

In figura 6 si riporta la distribuzione dei valori medi mensili di ossigeno disciolto misurato in superficie.

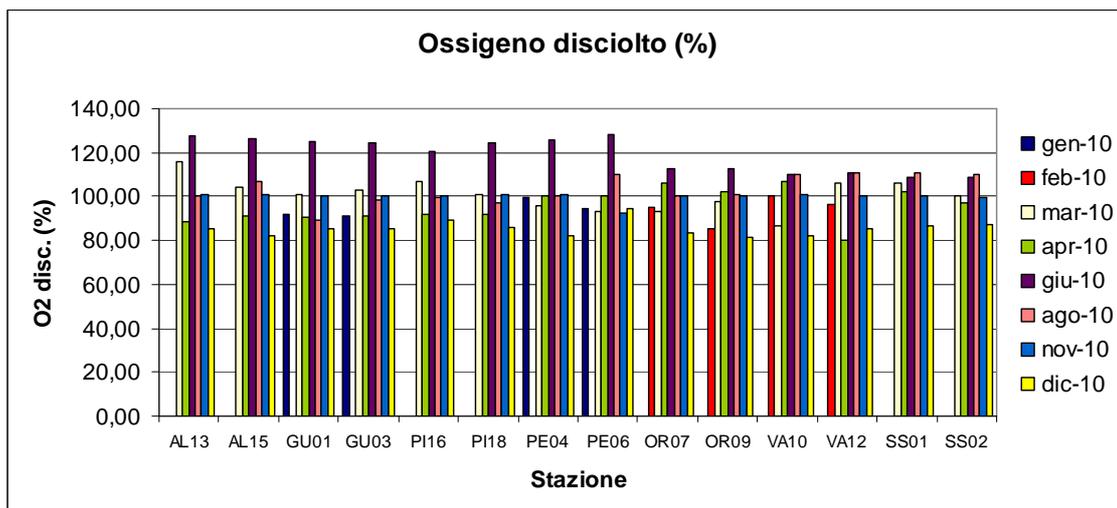


Fig.6 Distribuzione dei valori medi mensili di ossigeno disciolto.

### CLOROFILLA "a"

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla "a", misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0,77 µg/L, con un valore minimo pari a 0,10 µg/L alle stazioni GU01 (aprile) e SS02 (agosto) ed un massimo di 7,89 µg/L rilevato a gennaio alla staz. GU03.

Gli alti valori registrati a gennaio nelle stazioni di Giulianova e Pescara e a dicembre, solo nella stazione a 3000 m di Alba Adriatica, sono riconducibili a fioriture di *Skeletonema spp.*

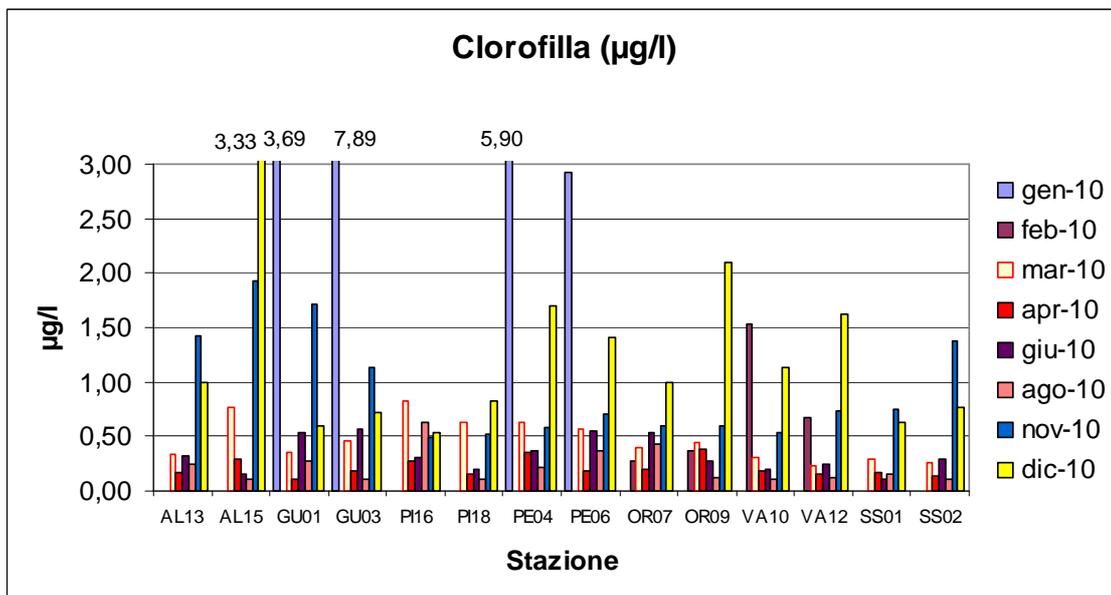


Fig. 7. Distribuzione dei valori di clorofilla a rilevati in superficie.

- NUTRIENTI

### AMMONIACA

In superficie la concentrazione media annua di ammoniaca è stata pari a 0,15 µg/L con un valore di concentrazione pari a 0,14 µg/L nella maggioranza delle stazioni tranne ad OR09 con un valore di 0,28 µg/L e VA10 che presenta il massimo valore annuale di 0,56 µg/L.

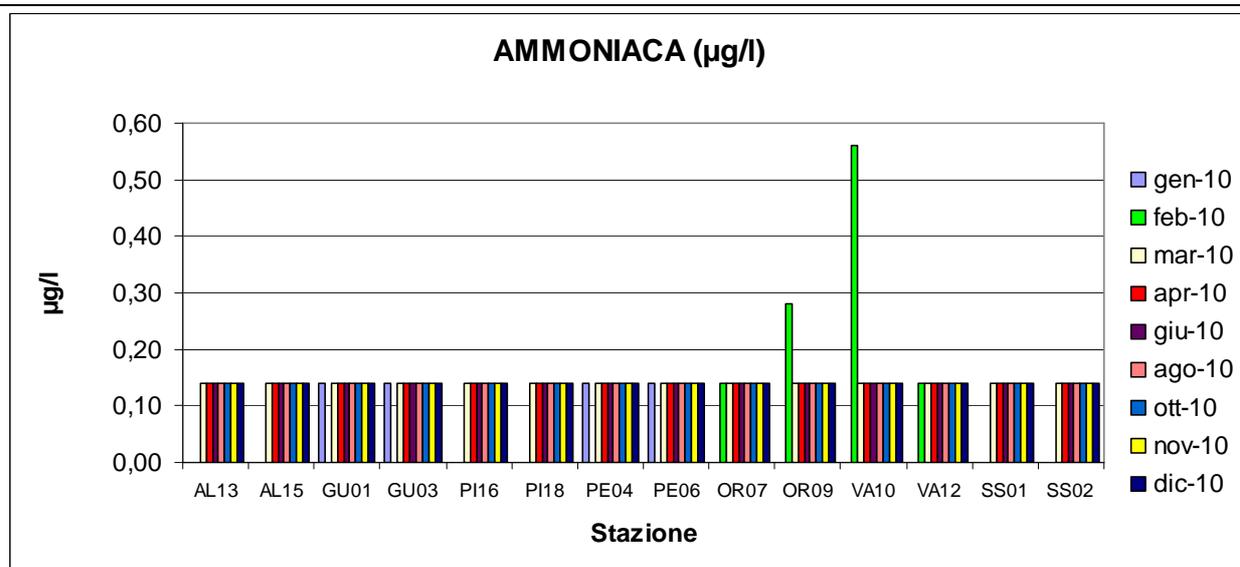


Fig. 8 Distribuzione dei valori di ammoniaca rilevati in superficie.

### NITRATI

In superficie la concentrazione media del nitrato è di 194,26 µg/L, con un valore minimo di 23,28 µg/L nella staz. PE06 a dicembre ed un valore massimo di 360,64 µg/L nella staz. VA10 a giugno.

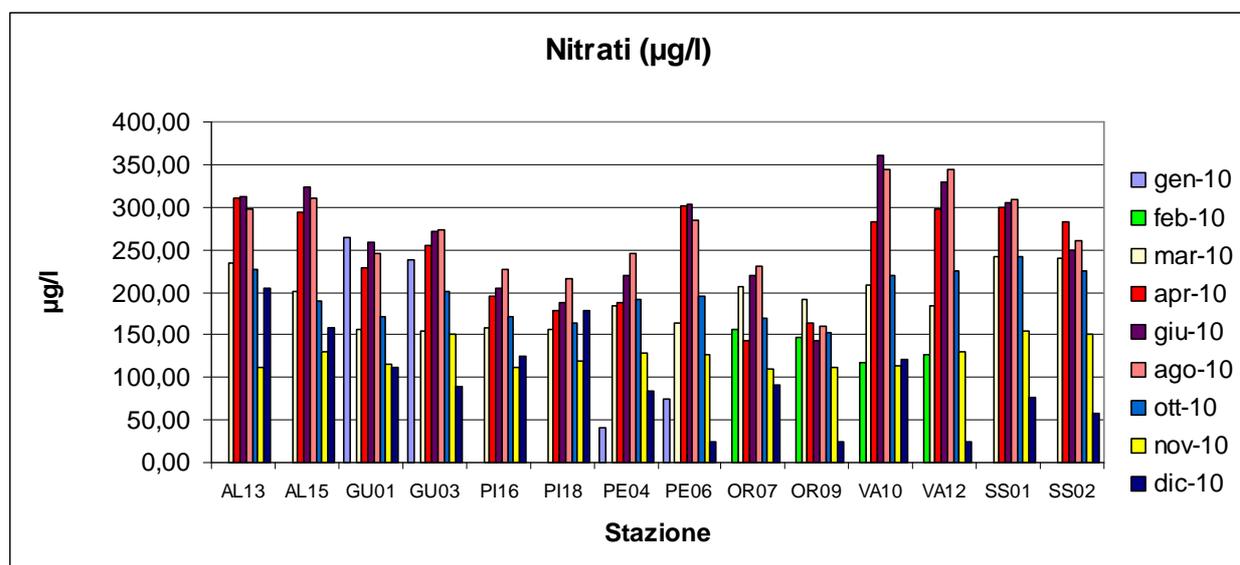


Fig. 9. Distribuzione dei valori di nitrati rilevati in superficie.

## NITRITI

In superficie la concentrazione media dei nitriti è di 9,12 µg/L con un valore minimo di 2,10 µg/L ed un valore massimo di 23,66 µg/L nella staz. VA12 ad agosto.

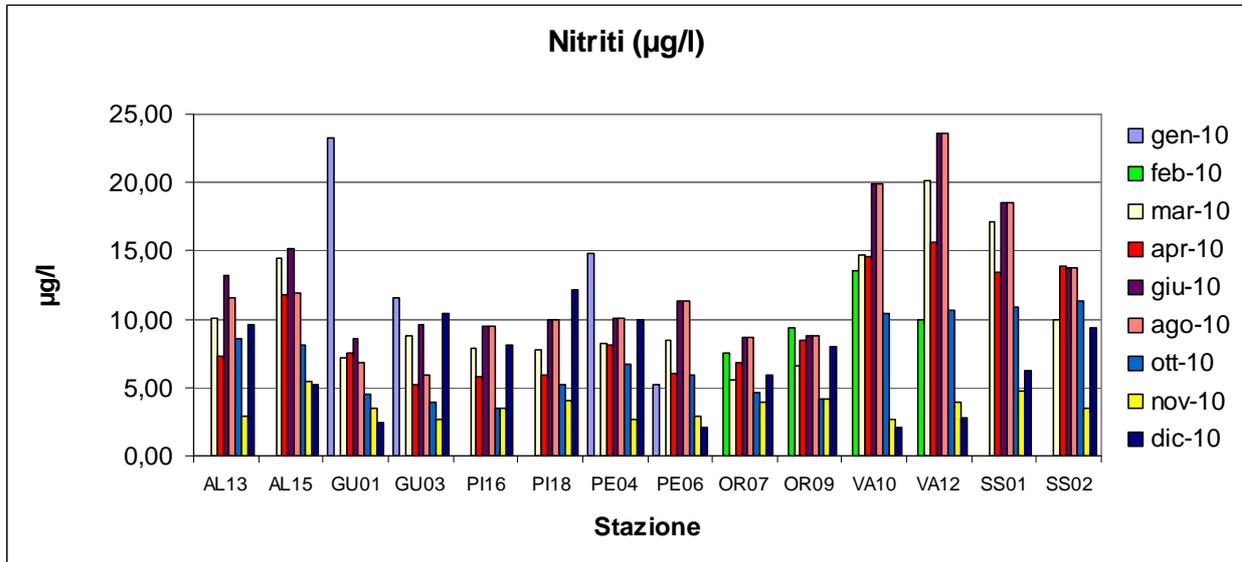


Fig. 10. Distribuzione dei valori di nitriti rilevati in superficie.

## AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 350,23 µg/L, con un valore minimo pari a 157,36 µg/L alla stazione PE06 a dicembre ed un valore massimo di 524,86 µg/L nella stazione GU03 a gennaio.

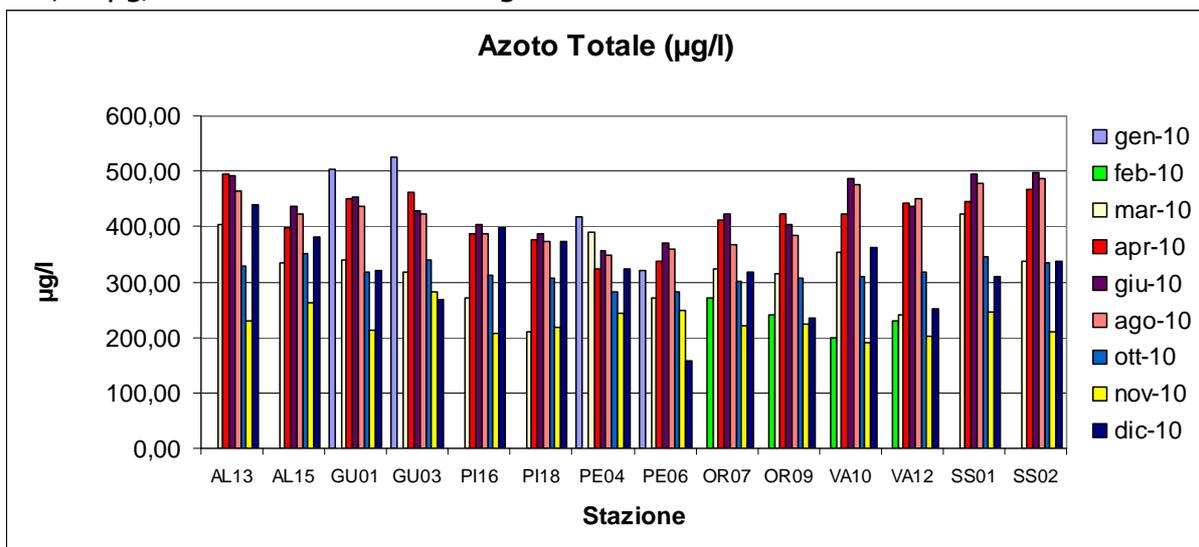


Fig. 11. Distribuzione dei valori di azoto totale rilevati in superficie.

### FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di 11,58 µg/L con un massimo di 44,64 µg/L (staz.SS01 a dicembre) ed un minimo di 2,79 µg/L nella staz. SS01 ad ottobre.

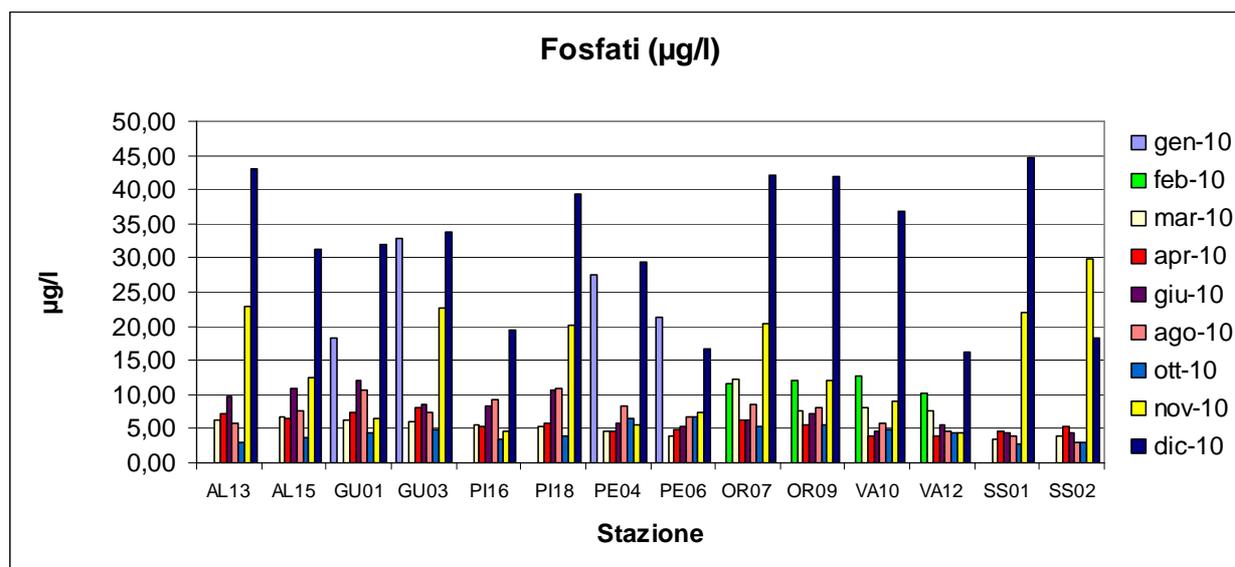


Fig. 12. Distribuzione dei valori di fosfati totale rilevati in superficie.

### FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 41,80 µg/L con un massimo di 80,29 µg/L (staz. AL13 a dicembre) ed un minimo di 15,04 µg/L nella staz. GU01 a marzo.

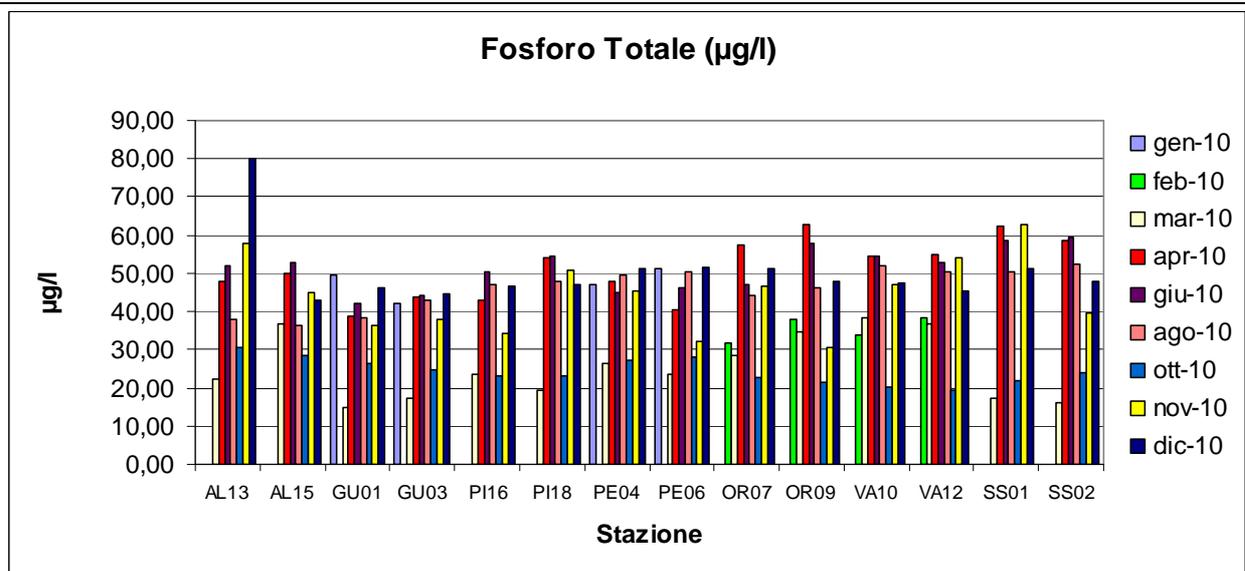


Fig. 13. Distribuzione dei valori di fosfati totale rilevati in superficie.

### SILICATI

In superficie la concentrazione media di silicati è di 341,07 µg/L con un massimo di 1321,20 µg/L (staz. VA12 a gennaio) ed un minimo di 42 µg/L a OR07 a marzo.

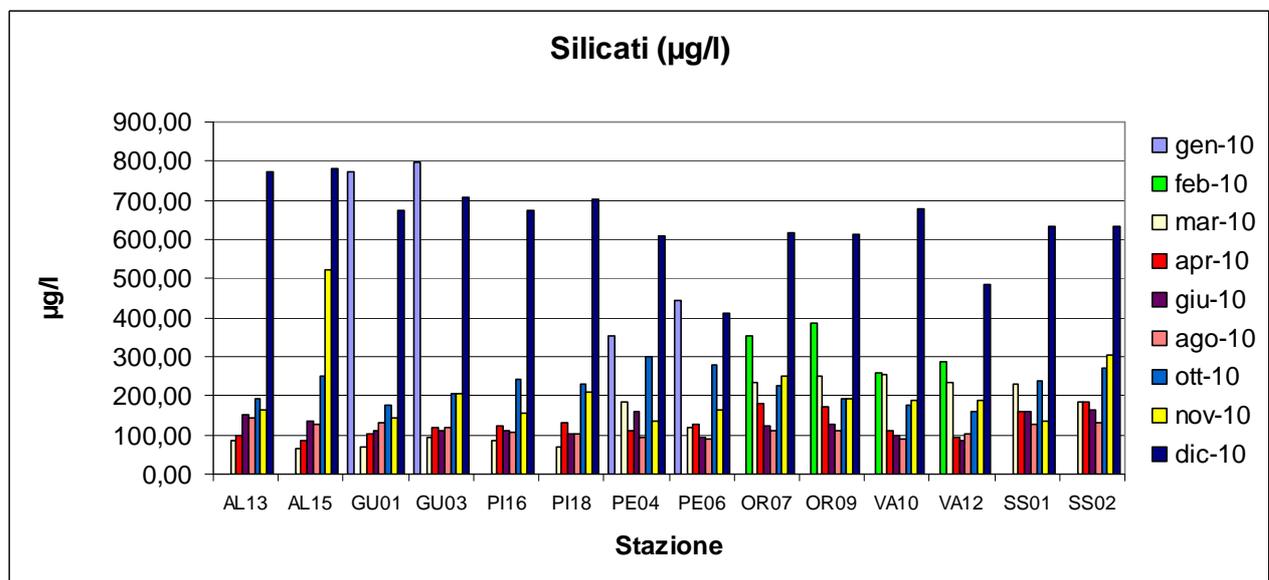


Fig. 14. Distribuzione dei valori dei silicati totali rilevati in superficie.

---

## INDICE TROFICO TRIX

I valori relativi al periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla "a" misurata in campo, evidenziano per le acque di superficie un valore medio annuale di indice trofico Trix pari di 4,68 per la fascia a 500 m dalla costa e un valore di 4,71 per la fascia a 3000 m dalla costa; entrambi corrispondono ad uno stato trofico "sufficiente". I dati ottenuti sono riepilogati nella tab. 5 e nei grafici che seguono.

Indice Trofico TRIX - 2010								
	gen-10	feb-10	mar-10	apr-10	giu-10	ago-10	nov-10	dic-10
AL13	-	-	4,97	4,98	5,56	3,83	4,53	5,75
AL15		-	4,90	5,07	5,32	4,53	4,58	5,94
GU01	5,95	-	3,65	4,52	5,56	4,96	3,96	5,14
GU03	6,15	-	4,25	4,80	5,61	3,98	4,07	5,14
PI16	-	-	4,87	4,81	5,27	3,74	3,71	5,05
PI18	-	-	3,99	4,65	5,19	4,20	4,01	5,42
PE04	4,01	-	4,69	3,35	5,41	3,91	4,09	5,56
PE06	5,27	-	4,76	3,32	5,71	5,21	4,86	4,62
OR07	-	4,44	4,77	4,60	5,30	3,72	3,58	5,35
OR09	-	5,01	4,42	4,52	4,99	3,80	3,19	5,24
VA10	-	4,24	5,05	4,84	5,09	4,86	3,99	5,48
VA12	-	4,67	4,62	5,20	5,16	4,90	4,09	4,97
SS01	-	-	4,51	4,49	4,80	4,93	4,09	5,03
SS02	-	-	3,22	4,49	5,09	4,73	4,01	5,00

Tab.5 Valori relativi al TRIX calcolato mensilmente per tutte le stazioni.

In particolare il transetto di Alba Adriatica, Fig. 15, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 5,00 (*stato trofico "sufficiente"*). Nella stazione a 500 m (AL13) si registra un valore massimo di 5,75 a dicembre e un valore minimo di 3,83 ad agosto; mentre nella stazione a 3000 m (AL15) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,94 a gennaio e un valore minimo di 4,53 ad agosto.

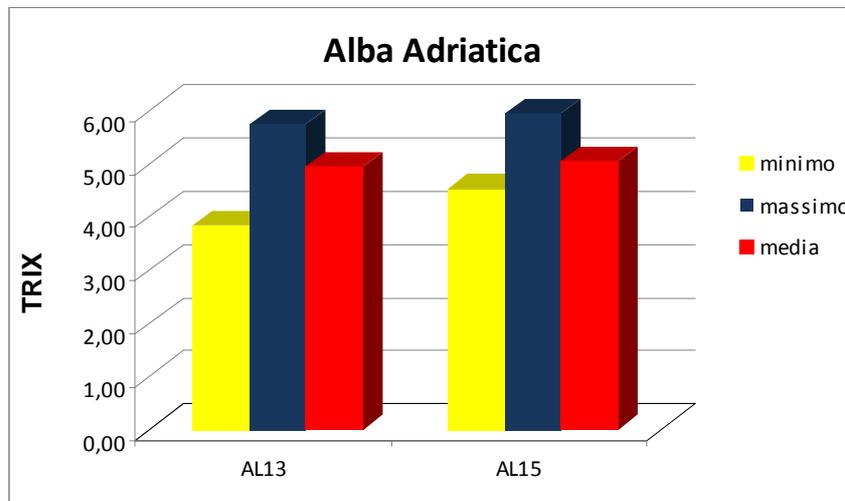


Fig. 15. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Alba Adriatica.

Il transetto di Giulianova, Fig. 16, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,84 (*stato trofico "sufficiente"*). Nella stazione a 500 m (GU01) si registra un valore massimo di 5,95 a gennaio e un valore minimo di 3,65 a marzo; mentre nella stazione a 3000 m (GU03) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 6,15 a gennaio e un valore minimo di 3,22 a marzo.

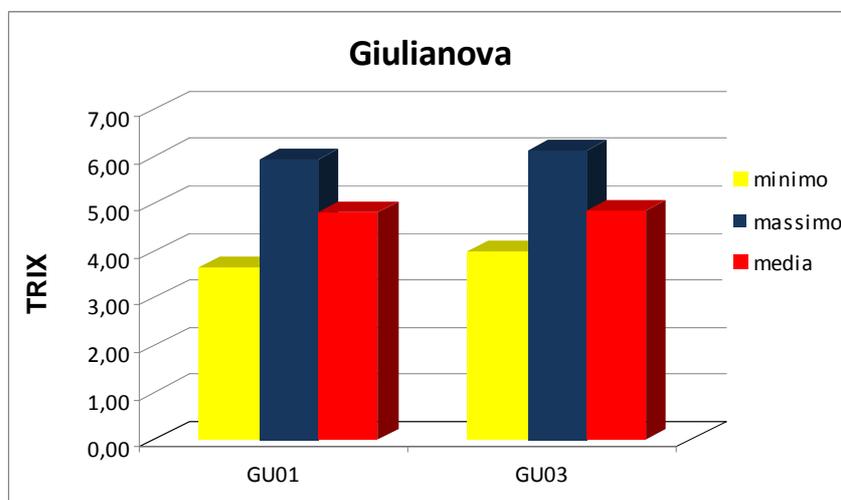


Fig. 16. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Giulianova

Per il transetto di Pineto, Fig. 17, si ottiene un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,58 (*stato trofico "sufficiente"*). Nella stazione a 500 m (PI16) si registra un valore massimo di 5,27 a giugno e un valore minimo di 3,71 a novembre; mentre nella

stazione a 3000 m (PI18) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,42 a dicembre e un valore minimo di 3,99 a marzo.

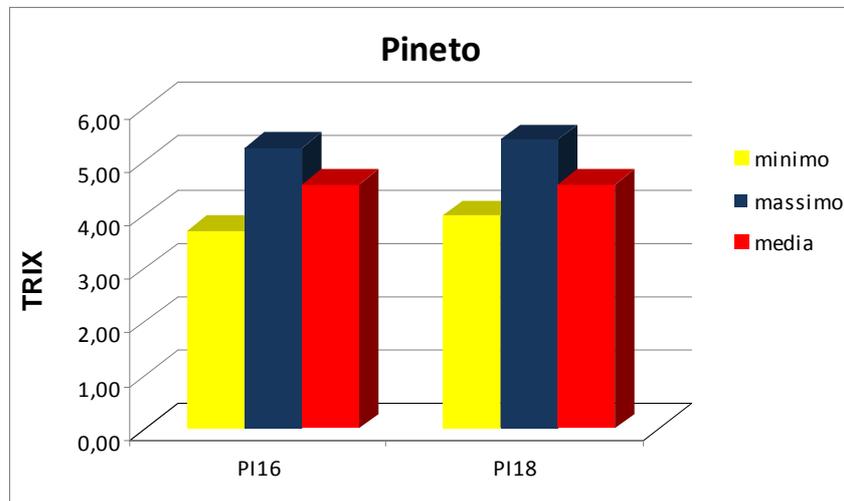


Fig. 17. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Pineto.

Nel transetto di Pescara , Fig. 18, si ottiene un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,63 (*stato trofico "sufficiente"*). Nella stazione a 500 m (PE04) si registra un valore massimo di 5,56 a dicembre e un valore minimo di 3,35 ad aprile; mentre nella stazione a 3000 m (PE06) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,71 a giugno e un valore minimo di 3,32 ad aprile.

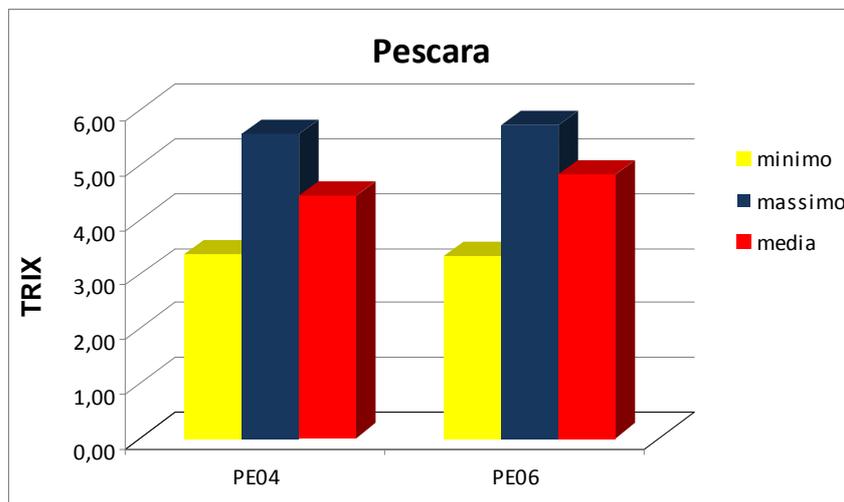


Fig. 18. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Pescara.

Il transetto di Ortona , Fig. 19, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,49 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (OR07) si registra un valore massimo di 5,35 a dicembre e un valore minimo di 3,58 a novembre; mentre nella stazione a 3000 m (OR09) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,24 a dicembre e un valore minimo di 3,19 a novembre.

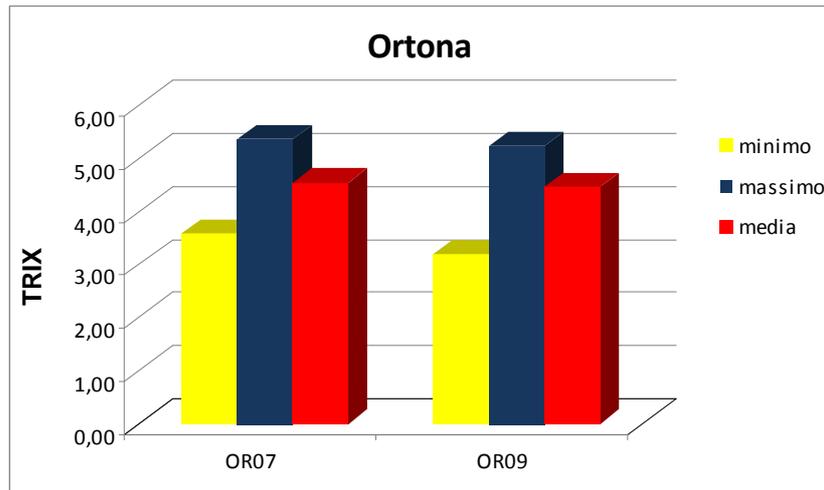


Fig. 19 Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Ortona.

Il transetto di Vasto, Fig. 20, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,80 (*stato trofico "sufficiente"*). Nella stazione a 500 m (VA10) si registra un valore massimo di 5,48 a dicembre e un valore minimo di 3,99 a novembre; mentre nella stazione a 3000 m (VA12) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,20 a dicembre e un valore minimo di 4,09 a novembre.

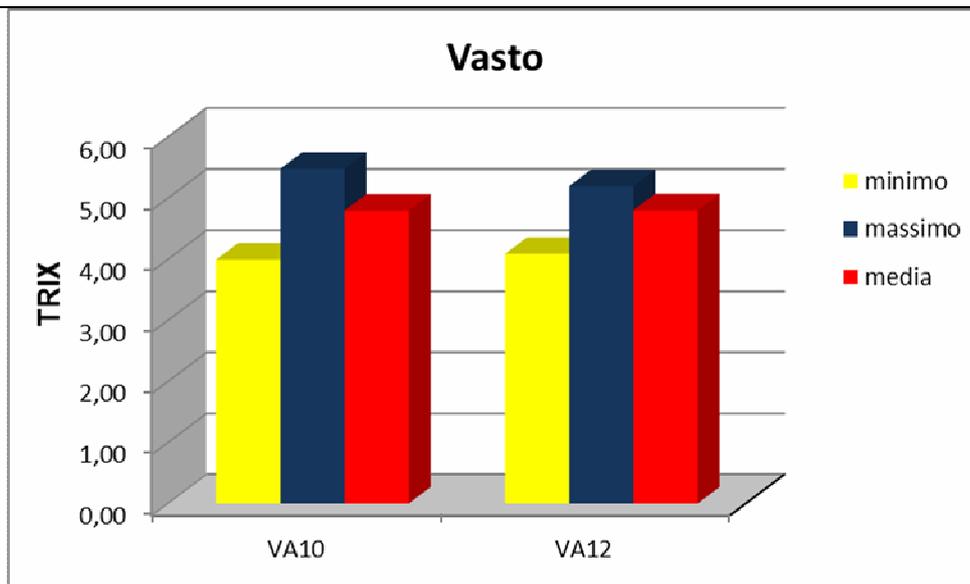


Fig. 20 Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Vasto.

Il transetto di San Salvo, Fig. 21, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,53 (*stato trofico "sufficiente"*). Nella stazione a 500 m (VA10) si registra un valore massimo di 5,03 a dicembre e un valore minimo di 4,09 a novembre; mentre nella stazione a 3000 m (VA12) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,09 a giugno e un valore minimo di 3,22 a marzo.

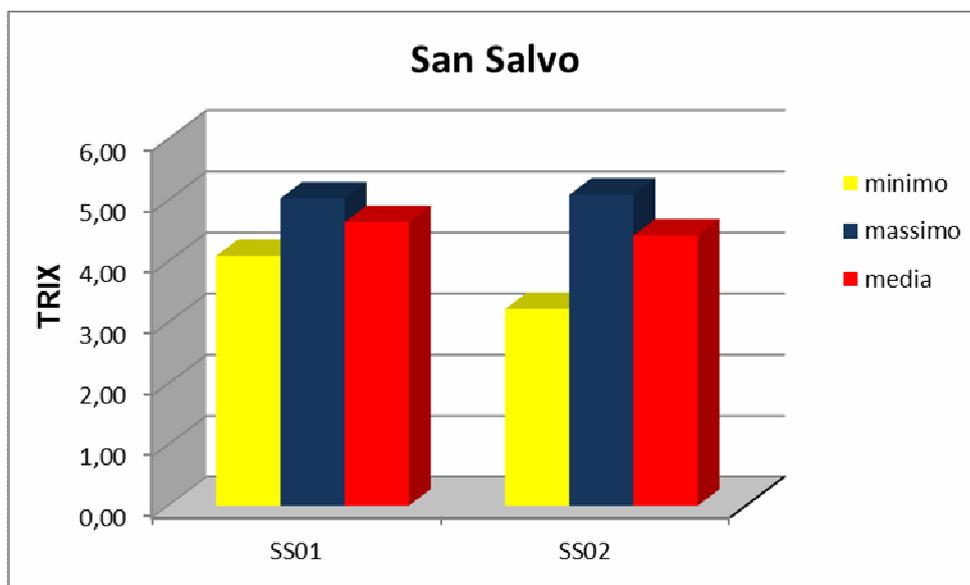


Fig. 21 Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di San Salvo.

- INQUINANTI CHIMICI

Tutti i risultati degli inquinanti chimici determinati sui campioni di acqua prelevati sono riportati in tabella, tra gli allegati.

Nello specifico, i valori di IPA, PCB, Pesticidi e TBT (tributilstagno) sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità.

Tabella 1/A (D.M 260/2010)						
TRIBUTILSTAGNO - TBT						Limite µg/l
	mar-10	mag-10	ago-10	nov-10	dic-10	SQA-MA (**)
AL13	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,0002
GU01	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	
PI16	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	
PE04	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	
OR07	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	
VA10	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	
SS01	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	

I valori dei metalli, invece, sono riportati nelle tabelle che seguono e presentano valori spesso inferiori ai limiti di rilevabilità e comunque sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 260/10.

Tabella 1/A (D.M 260/2010)											Limite µg/l
Sostanza	AL13					GU01					SQA-MA (**)
	mar-10	mag-10	ago-10	nov-10	dic-10	mar-10	mag-10	ago-10	nov-10	dic-10	
arsenico	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	5
cadmio	<0,025	0,066	0,026	0,027	<0,025	<0,025	0,027	0,025	0,027	<0,025	0,2
cromo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	4
mercurio	0,01	0,01	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,01	<0,005	0,01	0,01
nichel	2,74	0,88	0,94	< 0,06	1,27	2,48	0,87	0,97	< 0,06	0,85	20
piombo	2,1	0,4	0,6	< 0,1	0,6	0,6	0,3	0,9	< 0,1	0,4	7,2

Tabella 1/A (D.M 260/2010)											Limite µg/l
Sostanza	PI16					PE04					SQA-MA (**)
	mar-10	mag-10	ago-10	nov-10	dic-10	mar-10	mag-10	ago-10	nov-10	dic-10	
arsenico	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	5
cadmio	<0,025	0,033	0,026	<0,025	<0,025	<0,025	0,033	<0,025	0,045	<0,025	0,2
cromo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	4
mercurio	<0,005	0,01	0,01	<0,005	<0,005	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,005	0,01
nichel	1,78	1,07	2,09	0,13	0,19	5,56	1,67	0,81	0,1	1,03	20
piombo	0,5	7,3	2,7	0,2	0,2	4,6	2,0	0,6	0,3	0,8	7,2

Tabella 1/A (D.M 260/2010)											Limite µg/l
Sostanza	OR07					VA10					SQA-MA (**)
	mar-10	mag-10	ago-10	nov-10	dic-10	mar-10	mag-10	ago-10	nov-10	dic-10	
arsenico	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	5
cadmio	<0,025	0,078	0,028	0,035	<0,025	0,038	0,040	<0,025	<0,025	<0,025	0,2
cromo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	4
mercurio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,005	0,01	0,01	<0,005	<0,005	0,01
nichel	1,15	1,02	0,79	0,95	0,86	1,93	1,24	0,85	0,39	0,09	20
piombo	1,7	1,4	0,8	0,2	0,3	1,4	4,2	0,7	0,7	0,1	7,2

Tabella 1/A (D.M 260/2010)						Limite µg/l
Sostanza	SS01					SQA-MA (**)
	mar-10	mag-10	ago-10	nov-10	dic-10	
arsenico	<2	<2	<2	<2	<2	5
cadmio	0,027	0,029	0,026	<0,025	<0,025	0,2
cromo	<2	<2	<2	<2	<2	4
mercurio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
nichel	1,63	0,75	1,04	0,91	0,54	20
piombo	1,6	1,7	0,6	< 0,1	0,9	7,2

(\*\*) Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA)

Tab. 6 – Valori analitici dei metalli nei campioni di acqua.

Gli andamenti sono riportati nelle figure che seguono, tranne per il l’Arsenico e il Cromo che sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità.

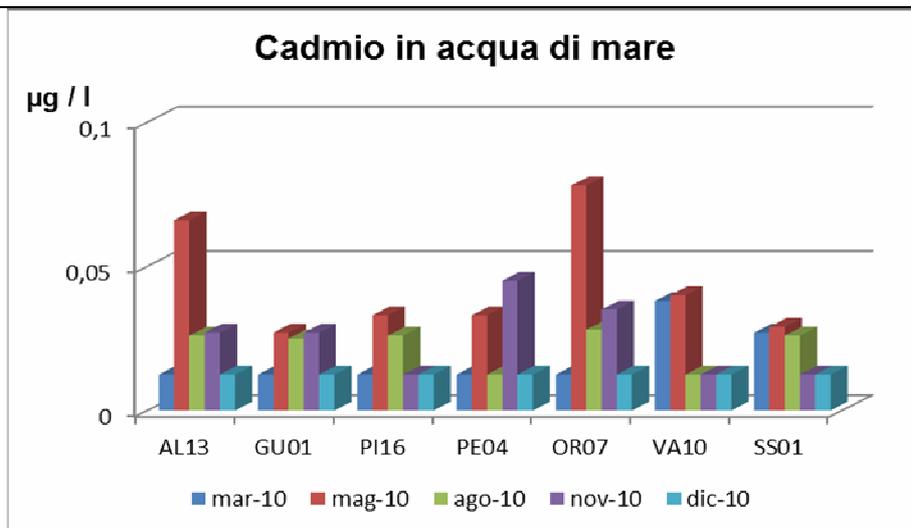


Fig. 22 Andamento del cadmio nelle quattro stazioni

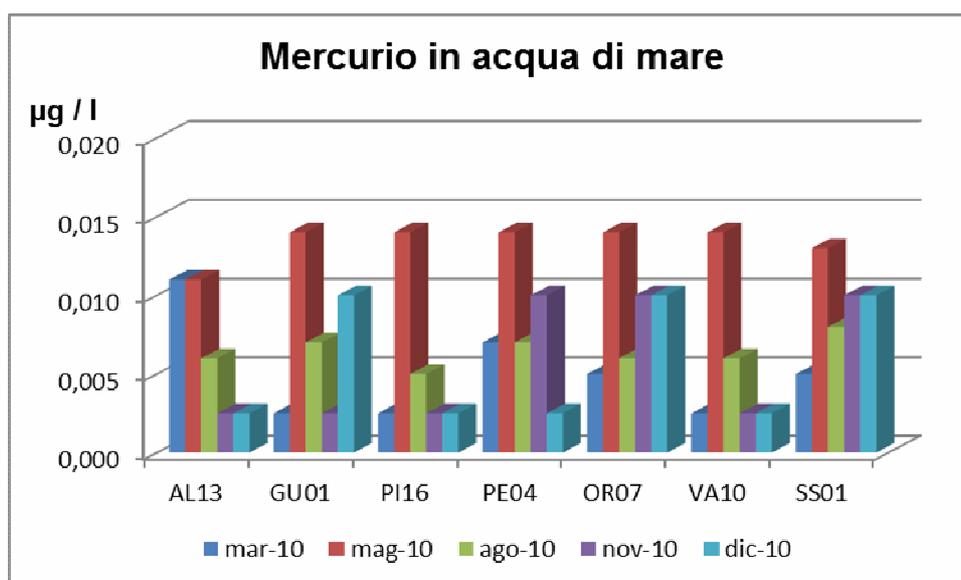


Fig. 23 Andamento del mercurio nelle quattro stazioni

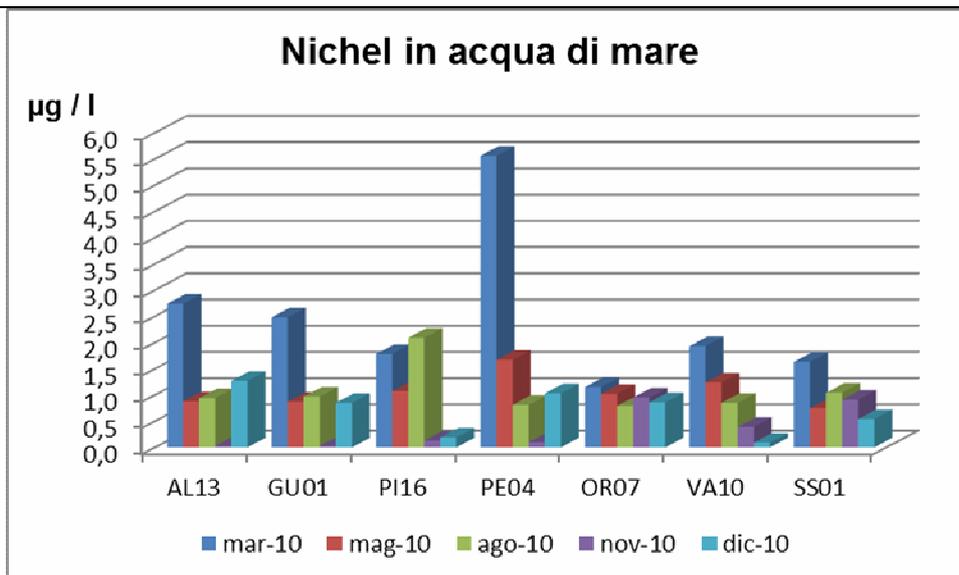


Fig. 24 Andamento del nichel nelle quattro stazioni

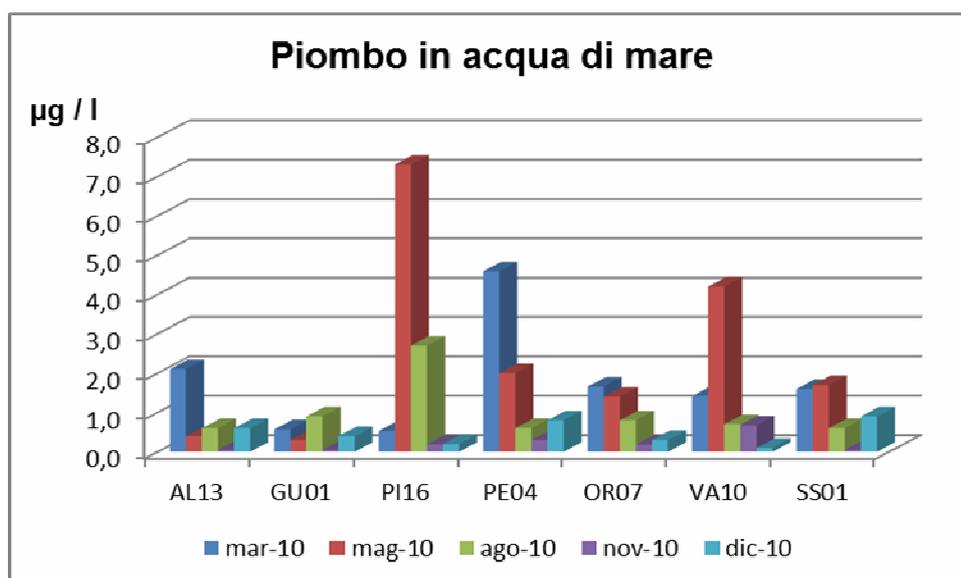


Fig. 25 Andamento del piombo nelle quattro stazioni

#### 4.1.1 FITOPLANCTON

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite su campioni di acqua prelevati nelle stazioni a 500 e 3000 m di distanza dalla costa.

Nelle Fig. 26 e 27 vengono riportati gli andamenti per le abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinoflagellate e per il gruppo Altro fitoplancton. Dal confronto si nota come il fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla componente Diatomee mentre è irrilevante il contributo della classe delle Dinoflagellate.

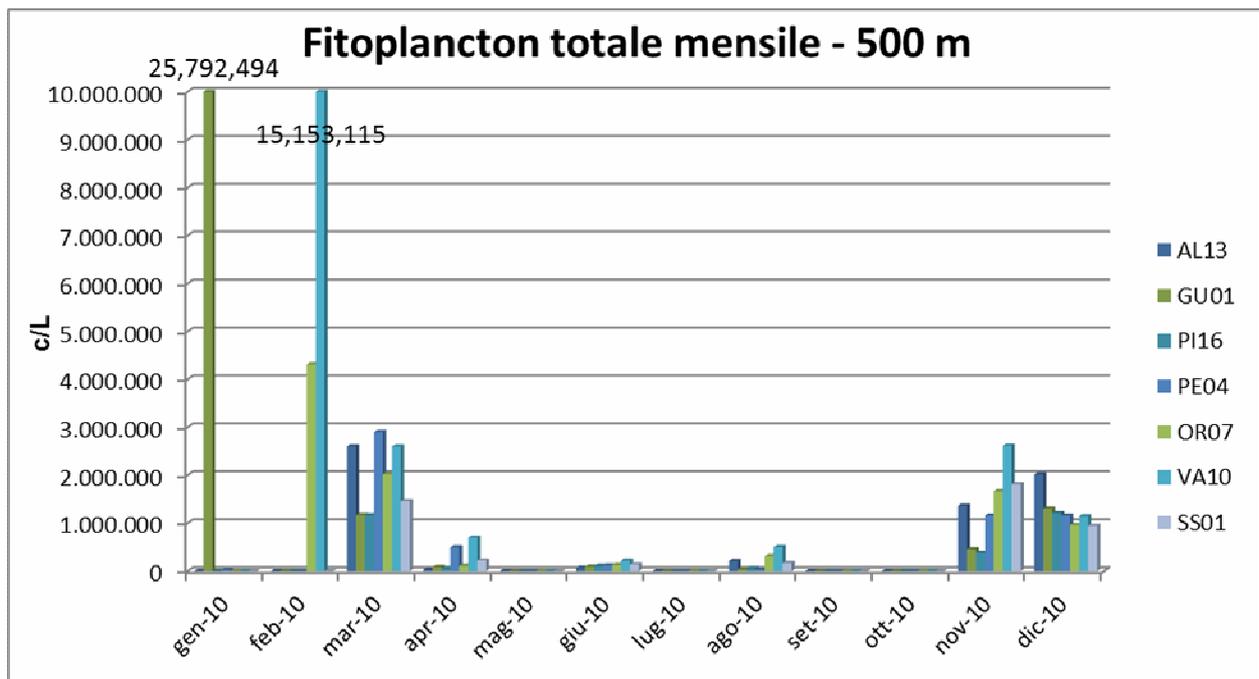


Fig.26. Valori totali mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) nelle stazioni a 500 m dalla costa.

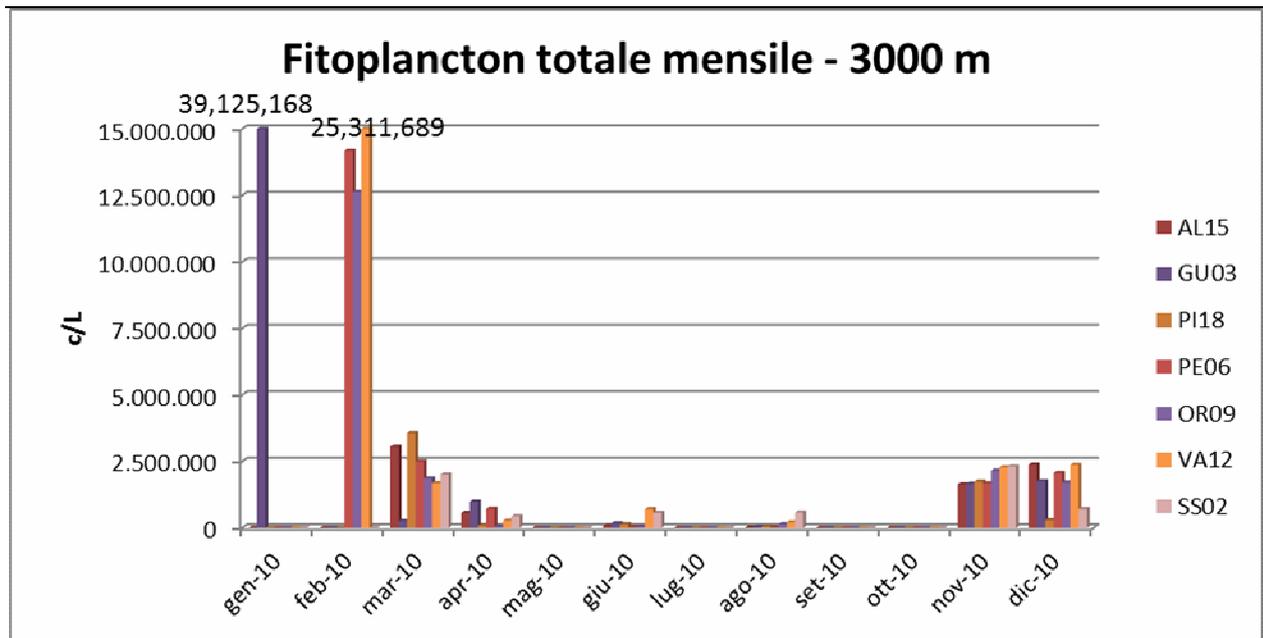
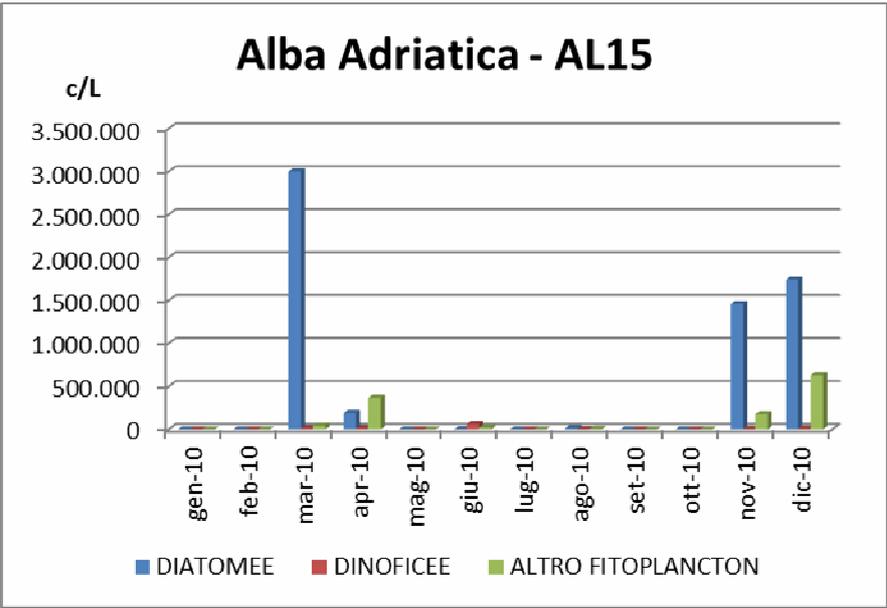
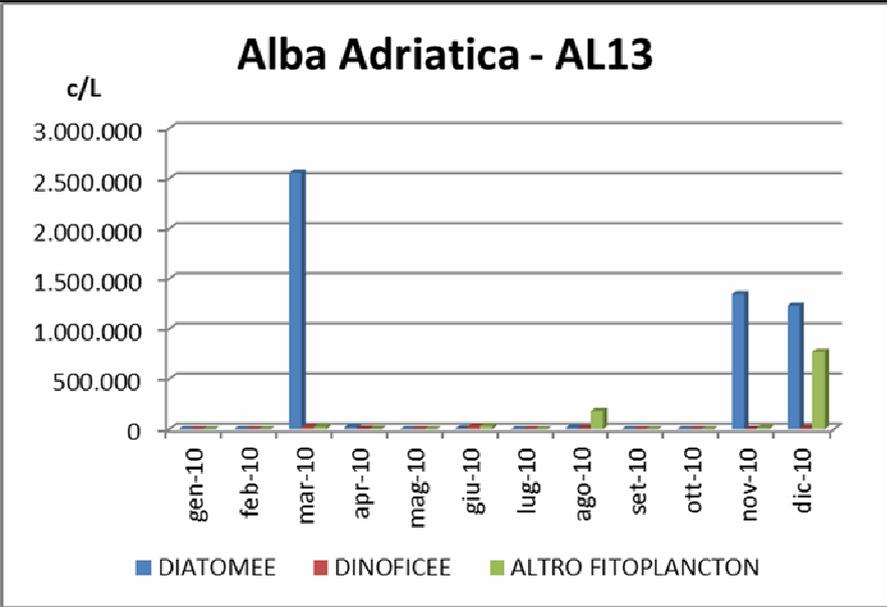
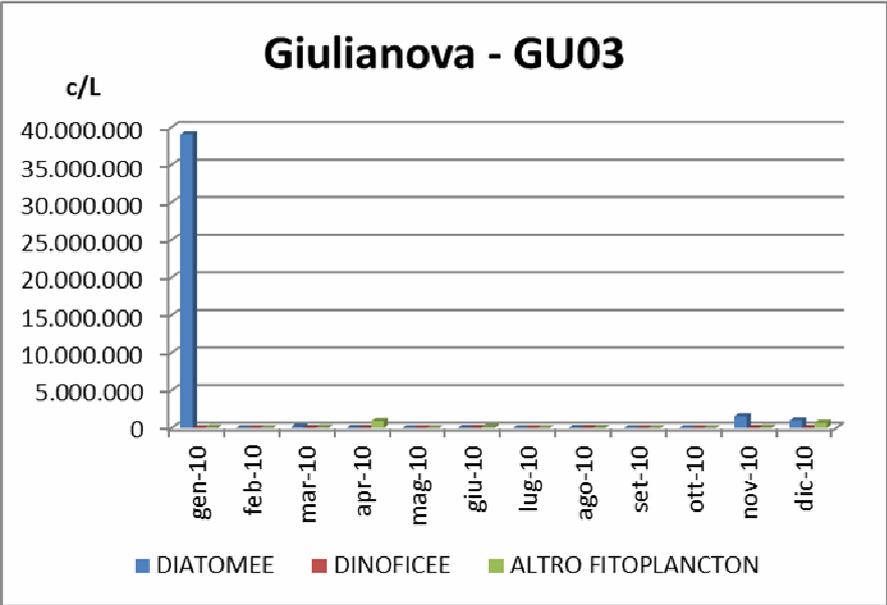
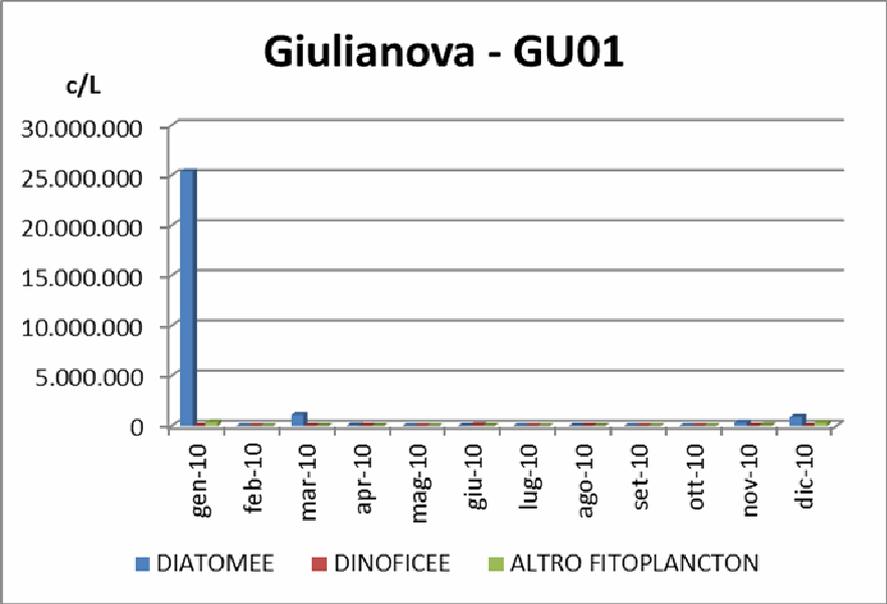
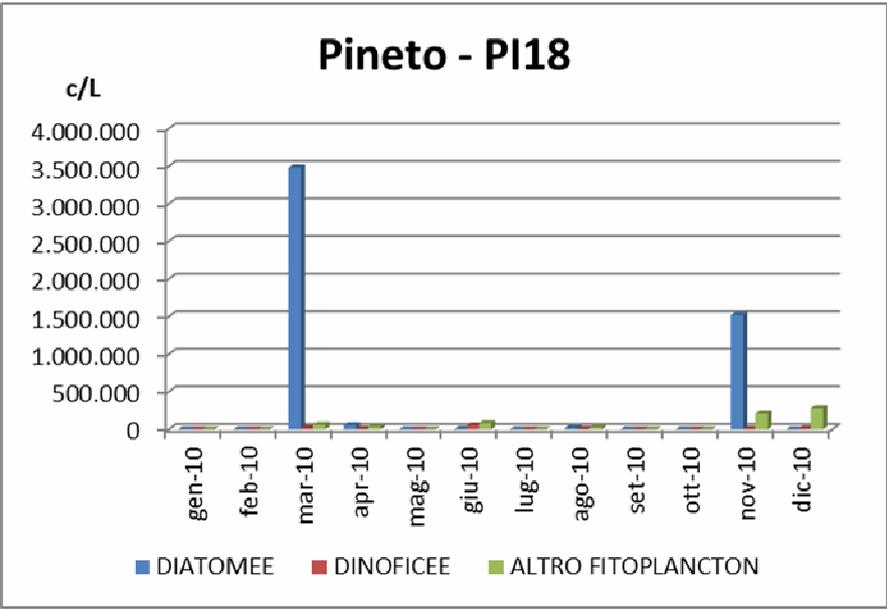
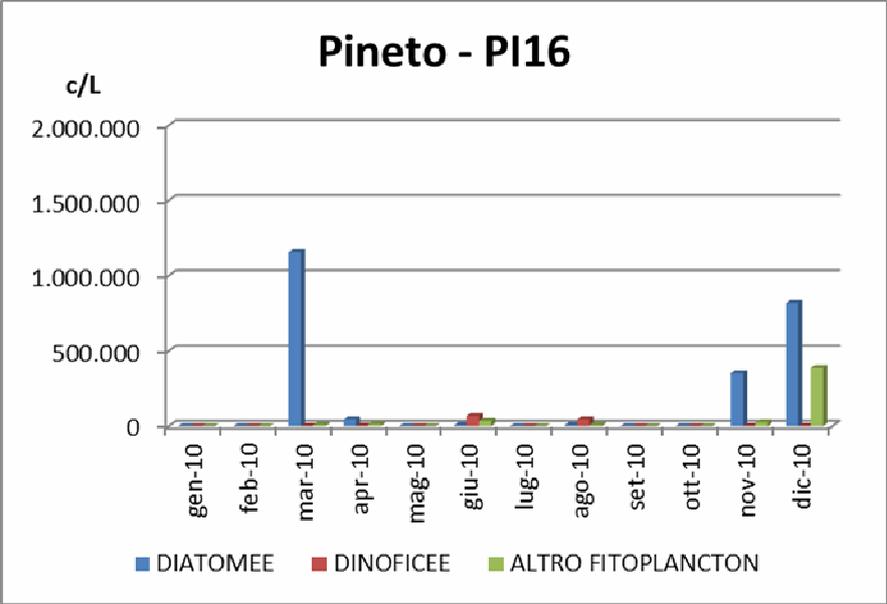


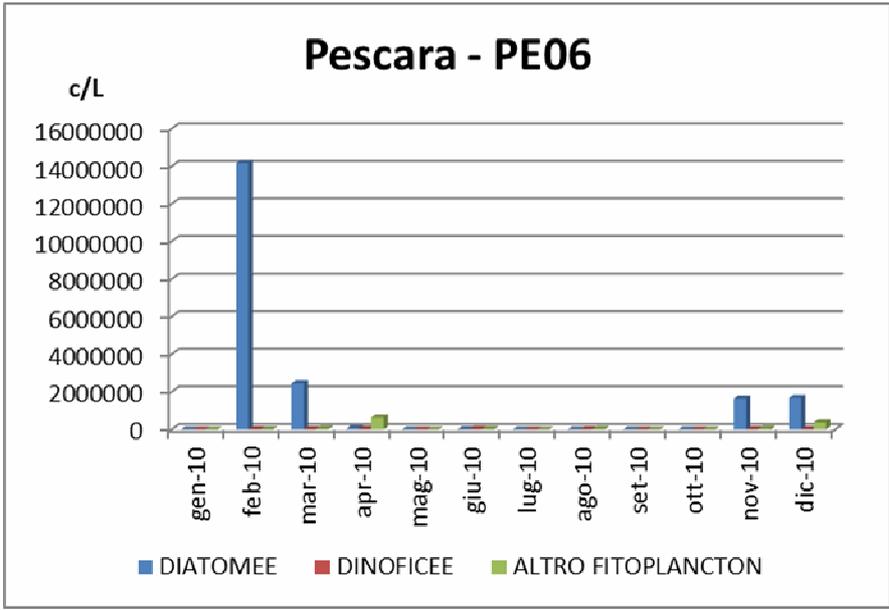
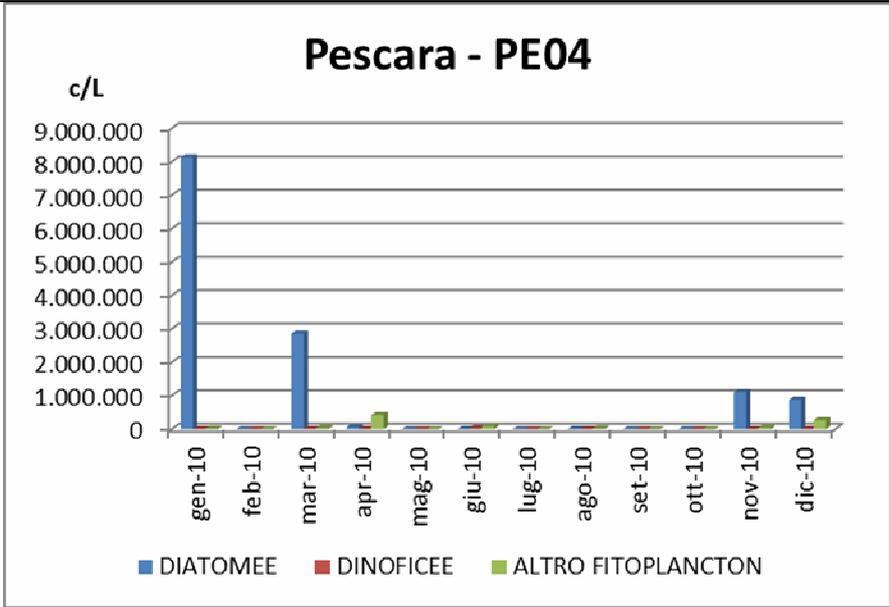
Fig.27. Valori totali mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) nelle stazioni a 3000 m dalla costa.

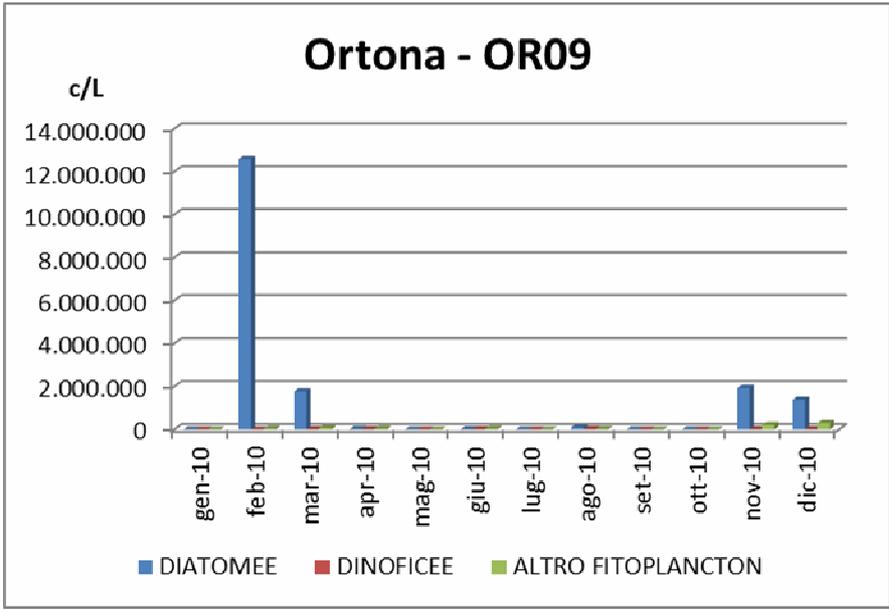
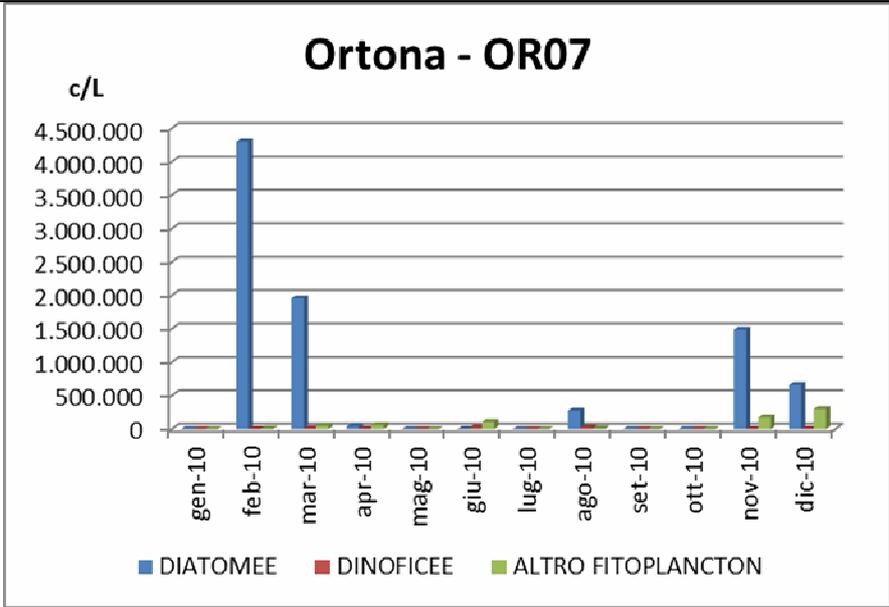
Dal grafico si evidenzia la distribuzione delle abbondanze fitoplanctoniche caratterizzato da valori massimi a gennaio, 39.125.168 c/L nella stazione GU03, legato ad una fioritura di *Skeletonema spp.* ed un minimo assoluto di 18.280 c/L ad agosto nella stazione AL15.

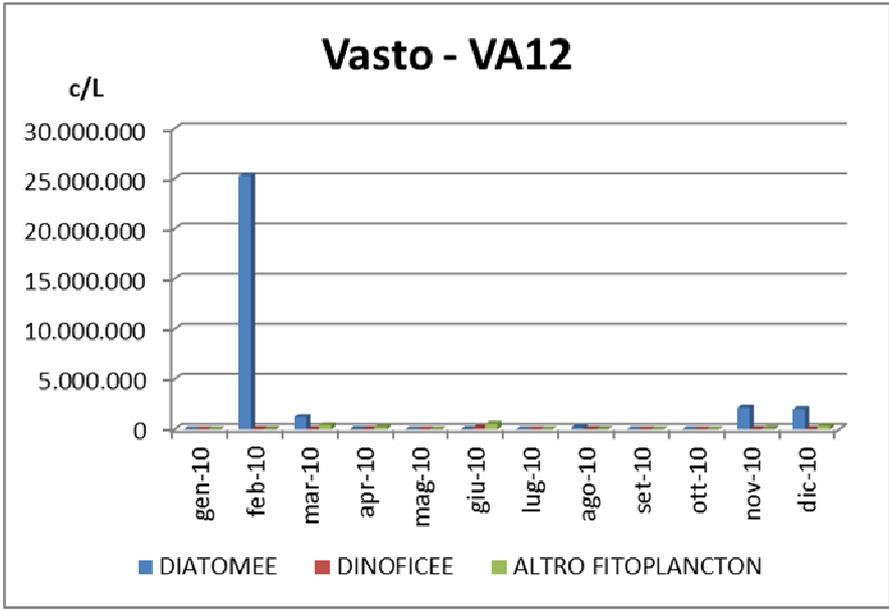
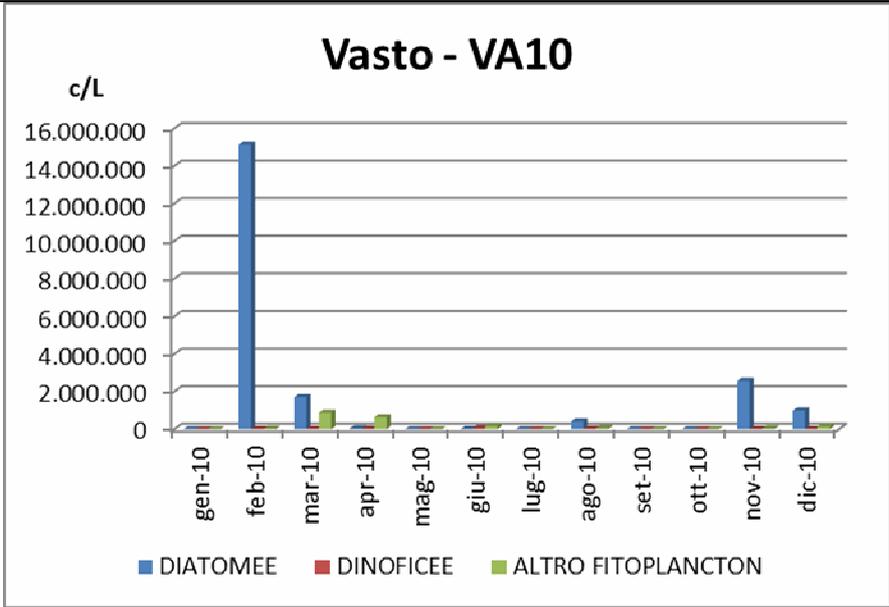












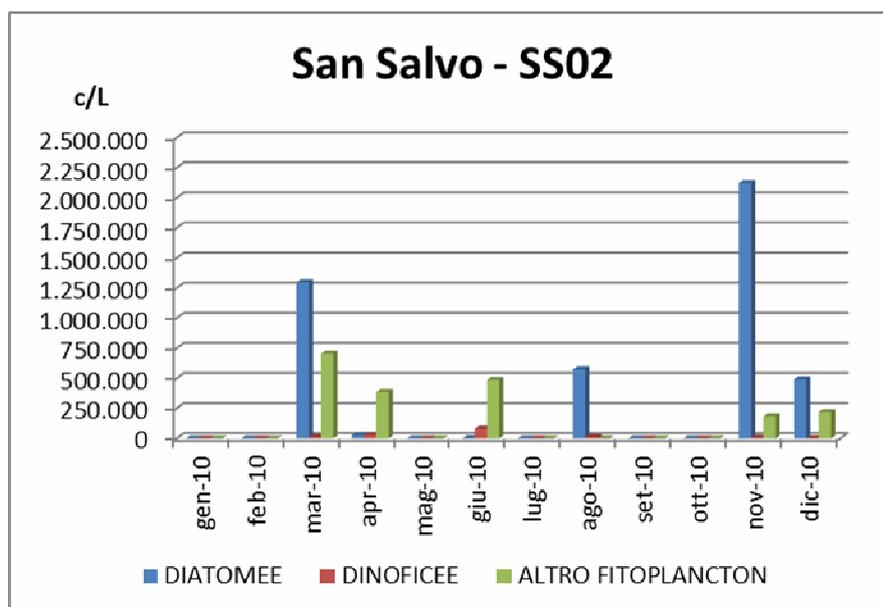
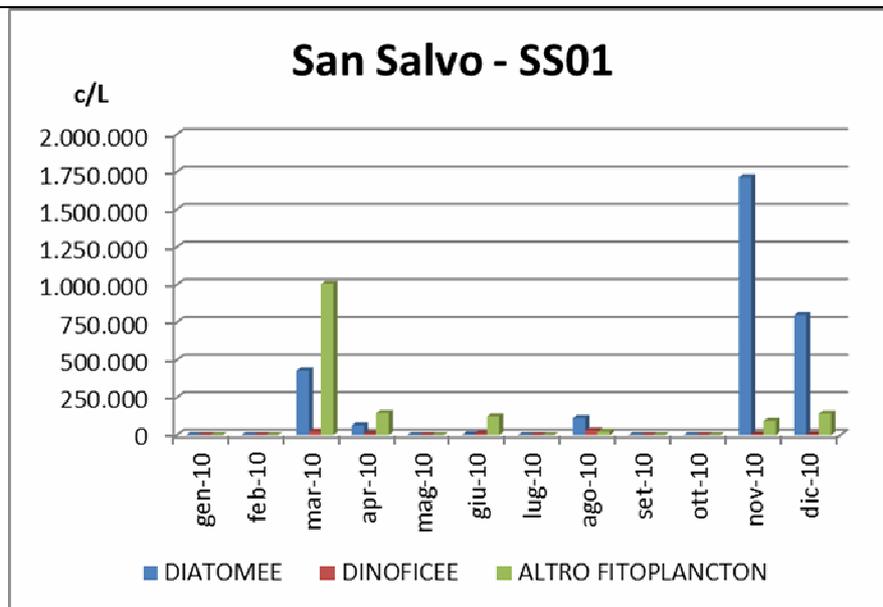


Fig. 28 Andamenti mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) per ogni stazione

In tutte le stazioni le Diatomee sono maggiormente presenti a novembre, (fioritura di *Skeletonema spp.*), le Dinoficee sono maggiormente presenti a luglio, soprattutto nella stazione di Pescara, l'altro fitoplancton è costantemente rappresentato dalle Cryptoficee, soprattutto nel periodo aprile-giugno.

---

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

<b>Diatomee</b>
Bacillariophyceae indet.
Asterionellopsis glacialis
Bacillaria paxillifera
Bacteriastrum sp.
Cerataulina pelagica
Cerataulina sp.
Chaetoceros affinis
Chaetoceros curvisetus
Chaetoceros danicus
Chaetoceros decipiens
Chaetoceros dicaeta
Chaetoceros didimus
Chaetoceros socialis
Chaetoceros sp.
Coscinodiscus sp.
Cylindrotheca closterium
Dactyliosolen fragilissimus
Dactyliosolen sp.
Detonula sp.
Diploneis sp.
Ditylum brightwellii
Eucampia sp.
Eucampia zodiacus
Guinardia flaccida
Guinardia sp.
Guinardia striata
Haslea wawrike
Hemiaulus sp.
Lauderia annulata
Lauderia sp.
Leptocylindrus danicus
Leptocylindrus minimm
Leptocylindrus sp.
Licmophora flabellata
Licmophora gracilis

Licmophora sp.
Lioloma pacificum
Lioloma sp.
Navicula sp.
Noctiluca scintillans
Nitzschia longissima
Nitzschia sp.
Pleurosigma elongatum
Pleurosigma normanii
Pleurosigma sp.
Proboscia alata
Pseudosolenia calcar-avis
Pseudo-nitzschia spp.
Pseudo-nitzschia spp. N. s. C.
Pseudo-nitzschia spp. N. d. C.
Rhizosolenia imbricata
Rhizosolenia pungens
Rhizosolenia robusta
Rhizosolenia setigera
Rhizosolenia sp.
Skeletonema pseudocostatum
Skeletonema menzelii
Skeletonema sp.
Thalassionema frauenfeldii
Thalassionema nitzschioides
Thalassionema sp.
Thalassiosira rotula
Thalassiosira sp.
<b>Dinoficee</b>
Dinophyceae indet.
Akashiwo sanguinea
Amphidinium sp
Amphisolenia bidentata
Ceratium candelabrum
Ceratium furca
Ceratium fusus
Ceratium inflatum

Ceratium lineatum
Ceratium macroceros
Ceratium massiliense
Ceratium sp.
Ceratium teres
Ceratium trichoceros
Ceratium tripos
Cisti indet.
Dinophysis caudata
Dinophysis rotundata
Dinophysis sacculus
Dinophysis sp.
Diplopsalis group
Gonyaulax fragilis
Gonyaulax polygramma
Gonyaulax spinifera
Gonyaulax sp.
Gymnodinium sp.
Gyrodinium fusiforme
Gyrodinium sp.
Heterocapsa sp.
Katodinium glaucum
Katodinium sp.
Kofoidinium velloides
Noctiluca scintillans
Oxytoxum sp.
Peridinium quinquecorne
Podolampas palmipes
Prorocentrum lima
Prorocentrum micans
Prorocentrum sp.
Protoperidinium crassipes
Protoperidinium diabolium
Protoperidinium divergens
Protoperidinium minutum
Protoperidinium sp.
Protoperidinium steni

Pselodinium vaubanii
Scripsiella sp.
Scripsiella trochoidea
Torodinium robustum
Torodinium sp.
Warnowia sp.
<b>Altro Fitoplancton</b>
Altro fitoplancton indet.
Chattonella sp.
Chlorophyceae indet.
Chrysophyceae indet.
Coccolitoforidi indet.
Cryptophyceae indet.
Dictyocha sp.
Euglena sp.
Euglenophyceae indet.
Eutreptia ianowii
Eutreptia sp.
Fibrocapsa japonica
Fibrocapsa sp.
Prasinophyceae indet.
Prymnesiophyceae indet.
Raphidophyceae indet.

Durante l'anno di osservazione lungo tutta la costa sono stati rinvenuti 130 taxa, di cui 119 determinate a livello di genere o specie e 11 a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

- Diatomee 63 (48,46%)
- Dinoflagellate 50 (38,46%)
- Altro fitoplancton 16 (12,31%).

---

### 4.3 MACROBENTHOS

Nel corso del 2010 sono state realizzate due campagne per lo studio delle comunità macrozoobentoniche di fondi sabbiosi e fangosi: la prima campagna è stata effettuata nel mese di maggio e la seconda nel mese di ottobre.

Struttura delle comunità bentoniche di substrato mobile

Le stazioni a fondale sabbioso sono posizionate in prossimità della costa (AL13, GU01, PI16, PE04, OR07, VA10, SS01); di fatto proprio per la loro localizzazione risentono in modo maggiore dei fattori climatici (temperature) e degli apporti da terra (salinità) e quindi risultano soggette e evidenti fluttuazioni in termini di numero di specie e abbondanze.

Le stazioni a fondale fangoso sono posizionate generalmente oltre i 3000 m dalla costa (AL15, GU03, PI18, PE06, OR09, VA12, SS02); non sono pertanto direttamente influenzati da apporti fluviali e le caratteristiche fisico chimiche dell'acqua (temperatura, salinità) risultano più omogenee durante l'anno, mentre il fattore più importante per le comunità presenti è rappresentato dalla disponibilità di ossigeno.

Gli esemplari di macrofauna campionati per lo studio delle comunità bentoniche di fondo mobile sono stati identificati, laddove possibile, sino a livello di specie e contati. Il numero di specie e quello degli individui contati per ogni specie, sono stati utilizzati per il calcolo di: *indice di diversità specifica*, *indice di ricchezza specifica*.

a) *numero di specie*

b) *numero di individui*

c) *indice di diversità specifica* (Shannon & Weaver, 1949): risulta compreso tra 0 e teoricamente,  $+\infty$  e tiene conto sia del numero di specie presenti che del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie.

d) *indice di ricchezza specifica* (Margalef, 1958): prende in considerazione il rapporto tra il numero di specie totali e il numero totale degli individui in una comunità. Quante più specie sono presenti nel campione, tanto più alto sarà tale indice.

Gli indici rappresentano parametri indicatori del grado di complessità delle biocenosi studiate, che prescindono dalle caratteristiche e dalle esigenze delle singole specie che le compongono.

Si presentano di seguito i dati emersi dalle indagini effettuate nelle due campagne di aprile, completa nelle sue otto stazioni, e quella di ottobre in cui per motivi legati alle condizioni meteo sono state campionate solo quattro stazioni.

Considerando separatamente le due tipologie di fondale: con sedimenti sabbiosi e con sedimenti più fangosi, coincidenti con le corrispondenti stazioni individuate per le indagini sui sedimenti, sono stati ottenuti i valori di indici di seguito riportati:

<b>Data campionamento:</b>	<b>maggio 2010</b>				
Tipologia indice	Indice ricchezza spec. (d)	Indice diversità spec. (H)	Indice di equiripartizione (J)	tot. individui (n)	tot. Specie (S)
Stazione					
AL13	4,51	3,66	0,71	2.330	36
AL15	5,46	4,09	0,75	2.190	43
GU01	3,20	1,14	0,23	11.793	31
GU03	5,06	2,76	0,52	2.730	41
PI16	1,76	1,88	0,47	4.967	16
PI18	3,30	2,02	0,42	3.547	28
PE04	4,16	3,76	0,75	1.727	32
PE06	3,16	3,08	0,68	1.047	23
OR07	2,94	3,68	0,88	323	18
OR09	1,55	2,52	0,76	327	10
VA10	4,00	3,26	0,65	2.963	33
VA12	2,10	1,79	0,46	793	15
SS01	4,26	3,09	0,61	1.830	33
SS02	5,69	4,36	0,79	2.710	46

*Tab. 7 – riepilogo degli indici nel prelievo di maggio 2010*

Data campionamento:		ottobre 2010			
Tipologia indice	Indice ricchezza spec. (d)	Indice diversità spec. (H)	Indice di equiripartizione (J)	tot. individui (n)	tot. Specie (S)
Stazione					
AL13	3,78	2,33	0,48	2.153	30
AL15	3,57	3,50	0,76	630	24
GU01	3,06	1,54	0,33	3.567	26
GU03	4,12	2,78	0,57	1.137	30
PI16	2,12	0,82	0,19	7.817	20
PI18	2,87	2,87	0,66	753	20
PE04	3,23	1,74	0,36	4.287	28
PE06	3,62	3,20	0,70	573	24
OR07	3,21	3,19	0,72	700	22
OR09	2,13	2,18	0,56	707	15
VA10	4,06	3,02	0,59	3.380	34
VA12	2,49	2,74	0,72	183	14
SS01	3,64	2,75	0,58	957	26
SS02	5,03	1,71	0,32	3.477	42

*Tab. 8 – riepilogo degli indici nel prelievo di ottobre 2010*

Nel mese di maggio il transetto di Ortona presenta il minor numero di specie nella stazione a 500 m (OR07) mentre ad ottobre è la stazione di Vasto posta a 3000 m a presentare il valore più basso di specie.

Il transetto di San Salvo a 500 m presenta i valori più alti, sia dell'indice di ricchezza specifica (d) che dell'indice di diversità specifica (H), a dimostrare una variabilità di specie maggiore nella parte Sud della costa abruzzese che presenta una tipologia di habitat marino-costieri più variegata, con tratti di costa alta.

---

## Indice M-AMBI

Il D.M. 260/10 introduce un nuovo indice di qualità biologica per la caratterizzazione dei corpi idrici superficiali, l'M-AMBI. Tale indice si focalizza su alcune metriche delle comunità del macrobenthos, come il livello di diversità e di abbondanza degli invertebrati nonché la proporzione tra organismi più o meno sensibili ai livelli di disturbo-stress; utilizza lo strumento dell'analisi statistica multivariata ed è in grado di riassumere la complessità delle comunità di fondo mobile, permettendo una lettura ecologica dell'ecosistema in esame.

L' **M-AMBI** (Muxika et al., 2007) include il calcolo dell' **AMBI** (Borja et al., 2000), dell' **Indice di diversità** ( $H'$ ) di Shannon-Wiener (1949) e il **numero di specie** ( $S$ ).

Per il calcolo dell' AMBI:

$$\text{AMBI} = [(0 \times \% \text{GI}) + (1.5 \times \% \text{GII}) + (3 \times \% \text{GIII}) + (4.5 \times \% \text{GIV}) + (6 \times \% \text{GV})] \times 100$$

GI: specie sensibili

GII: specie sensibili/tolleranti

GIII: specie tolleranti

GIV: specie opportuniste (secondo ordine)

GV: specie opportuniste (primo ordine)

Per il calcolo dell' **Indice di diversità**:

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i)(\log 2 p_i)$$

$p_i$  = frequenza numerica della specie  $i$ -esima rispetto al totale degli individui =  $N_i/N$

$s$  = numero di specie

$S$  = numero totale di specie presenti in ogni stazione

La modalità di calcolo dell'M-AMBI prevede l'elaborazione delle suddette tre componenti con tecniche di analisi statistica multivariata. Il valore dell'M-AMBI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

Per il calcolo dell'indice è necessario l'utilizzo di un software "AZTI Marine Biotic Index-New Version AMBI 4.1" da applicarsi con l'ultimo aggiornamento della lista delle specie.

Nella Tab. 4.3.1/b del DM 260/10 sono riportati:

- i valori di riferimento per ciascuna metrica che compone l'M-AMBI;
- il limite di classe dell'M-AMBI, espressi in termini di RQE, tra lo stato elevato e lo stato buono, e tra lo stato buono e lo stato sufficiente, valido per i tre macrotipi (alta, media, bassa stabilità); la Regione Abruzzo presenta un macrotipo di tipo 2, media stabilità.

*Tab. 4.3.1/b - Limiti di classe e valori di riferimento per l'M-AMBI*

Macrotipo	Valori di riferimento			RQE	
	AMBI	H'	S	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
1 - 2 - 3	0,5	4	30	0,81	0,61

Di seguito vengono riportati i risultati dell'indice AMBI e M-AMBI, relativi alle campagne di monitoraggio Maggio e Ottobre 2010, per le stazioni poste a 500 m e 3000 m di distanza dalla costa.

INDICE AMBI – STAZIONI 500 m – MAGGIO 2010							
Stations	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01
I(%)	66,509	97,845	32,135	39,959	48,275	90,173	38,208
II(%)	30,974	2,039	66,413	40,162	42,528	8,439	52,468
III(%)	1,886	0,057	0,898	7,302	9,195	1,387	5,484
IV(%)	0,628	0,057	0	12,17	0	0	3,839
V(%)	0	0	0,552	0,405	0	0	0
AMBI	0,549	0,034	1,056	1,393	0,913	0,168	1,124
Mean AMBI	0,549	0,034	1,056	1,393	0,913	0,168	1,124
BI from Mean AMBI	1	0	1	2	1	0	1
Std deviation	0	0	0	0	0	0	0
Disturbance Clasification	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed
Not assigned (%)	9	1,6	2,8	5,1	10,3	3,1	0,3

INDICE AMBI – STAZIONI 500 m – OTTOBRE 2010							
Stations	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01
I(%)	40	32,325	7,722	19,062	33,173	58,204	38,947
II(%)	58,095	67,485	91,848	79,666	46,634	38,286	57,894
III(%)	1,904	0,094	0	0,714	2,884	3,405	3,157
IV(%)	0	0,094	0,429	0	17,307	0,103	0
V(%)	0	0	0	0,555	0	0	0
AMBI	0,928	1,019	1,397	1,249	1,564	0,681	0,963
Mean AMBI	0,928	1,019	1,397	1,249	1,564	0,681	0,963
BI from Mean AMBI	1	1	2	2	2	1	1
Standard deviation	0	0	0	0	0	0	0
Disturbance Clasification	Undisturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Undisturbed	Undisturbed
Not assigned (%)	2,4	1,1	0,5	2	0,9	4,4	0,6

Tab 9 - Indici AMBI per le 7 stazioni a 500 m monitorate a Maggio e a Ottobre 2010.

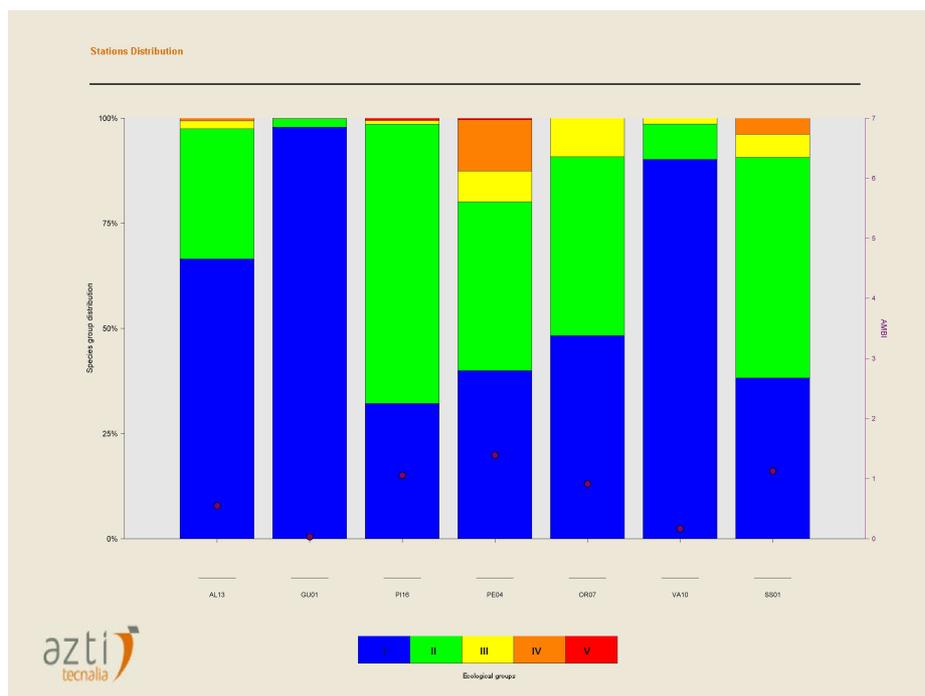
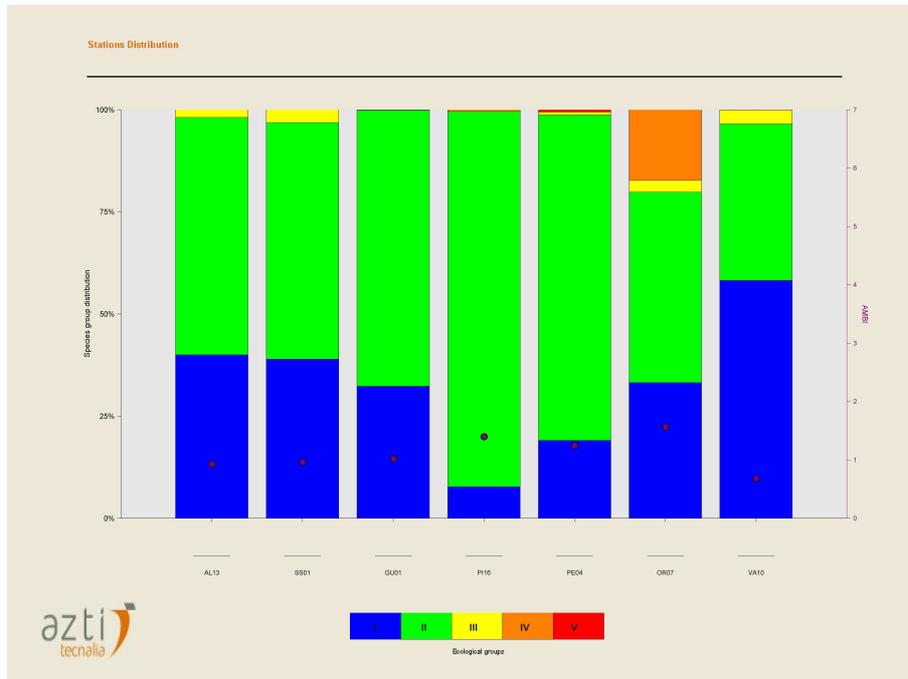


Fig. 29 - Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza per le specie esaminate, per le stazioni a 500 m – campionamento di Maggio 2010



*Fig. 30* - Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza per le specie esaminate, per le stazioni a 500 m - campionamento di Ottobre 2010

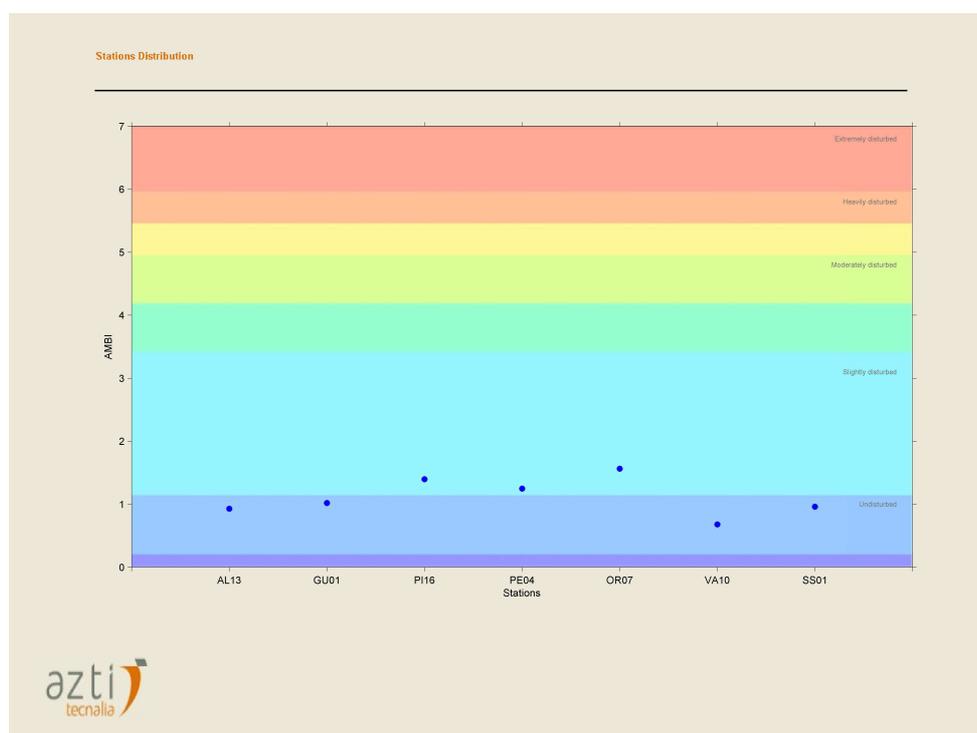
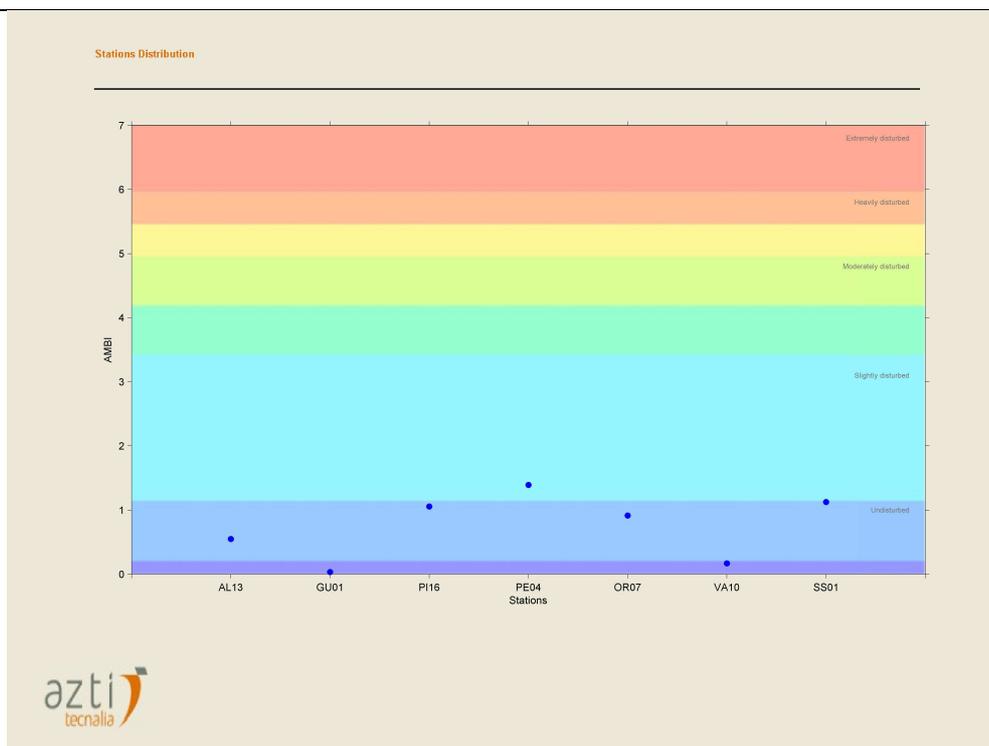


Fig. 31 - Indice AMBI per le 7 stazioni monitorate a 500 m dalla costa (Mag-Ott 2010)

Le Fig. 29-30-31 mostrano i valori dell'indice AMBI per le stazioni posizionate a 500 m dalla costa. Dai grafici emerge che le stazioni monitorate si collocano nella classe di qualità migliore "undisturbed", tranne per le stazioni PI16, PE04, OR07 che denotano un leggero aumento delle specie indicatrici di uno stato ambientale perturbato, rimanendo comunque sempre in una classe di qualità buona, "slightly undisturbed".

Per quanto riguarda le stazioni poste a 3000 m di distanza dalla costa, si nota un passaggio ad uno stato ambientale sempre più perturbato, in cui si ha una bassa diversità ed il prevalere di specie indicatrici di habitat qualitativamente non ottimali.

INDICE M-AMBI – STAZIONI 3000 m – MAGGIO 2010							
Stations	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01
I(%)	27,689	13,636	8,05	47,029	5,263	2,531	32,307
II(%)	41,093	9,722	6,789	42,079	34,736	18,987	27,307
III(%)	22,398	45,58	1,454	8,91	57,894	77,637	34,615
IV(%)	8,818	31,06	69,835	1,98	2,105	0,843	5,769
V(%)	0	0	13,87	0	0	0	0
AMBI	1,685	2,91	4,12	0,987	2,352	2,651	1,707
Mean AMBI	1,685	2,91	4,12	0,987	2,352	2,651	1,707
BI from Mean AMBI	2	2	3	1	2	2	2
Standard deviation	0	0	0	0	0	0	0
Disturbance Clasification	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed
Not assigned (%)	13,6	3,2	3,1	35,6	3	0,4	4

INDICE AMBI – STAZIONI 3000 m – OTTOBRE 2010							
Stations	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01
I(%)	19,428	13,69	10,909	17,532	0,98	7,272	6,563
II(%)	26,857	10,119	17,272	27,922	14,705	54,545	6,37
III(%)	33,142	48,809	28,181	50,649	83,333	29,09	6,853
IV(%)	20,571	27,38	43,636	1,948	0,98	9,09	80,212
V(%)	0	0	0	1,948	0	0	0
AMBI	2,322	2,848	3,068	2,142	2,764	2,1	3,91
Mean AMBI	2,322	2,848	3,068	2,142	2,764	2,1	3,91
BI from Mean AMBI	2	2	2	2	2	2	3
Standard deviation	0	0	0	0	0	0	0
Disturbance Clasification	Slightly disturbed	Moderately disturbed					
Not assigned (%)	7,4	1,4	2,6	10,4	3,7	0	0,6

Tab. 10 - Indici AMBI per le 7 stazioni a 3000 m monitorate a Maggio e Ottobre 2010

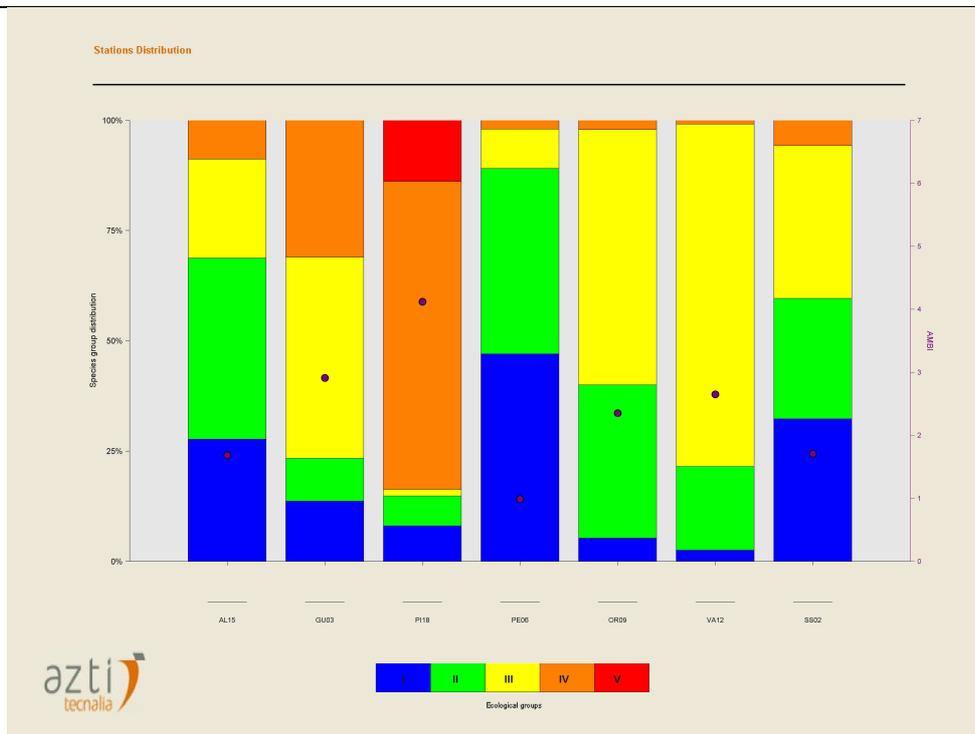


Fig. 32 - Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza per le specie esaminate per le stazioni a 3000 m a Maggio 2010

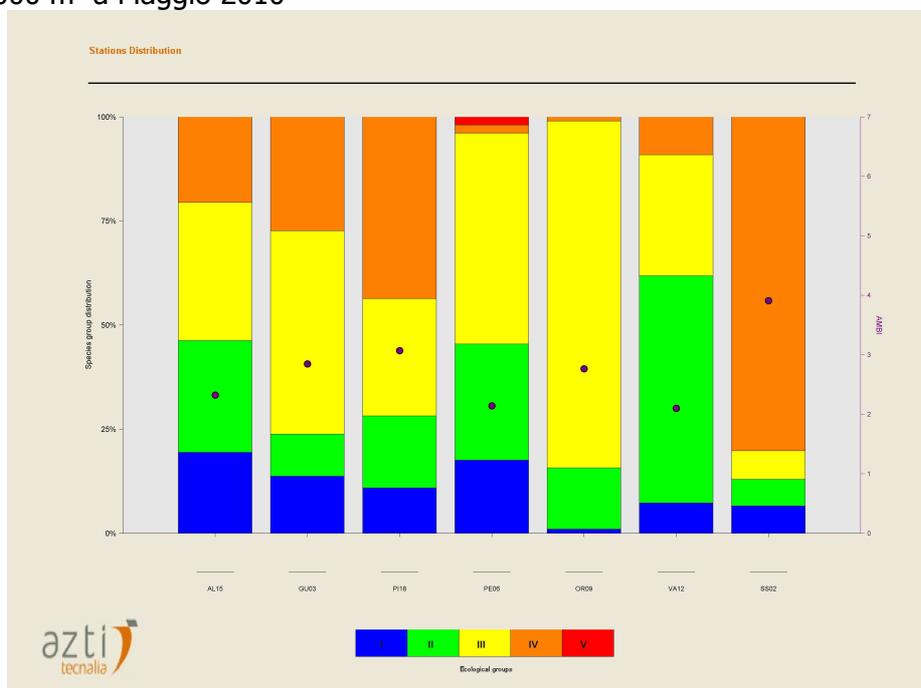


Fig. 33 - Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza per le specie esaminate per le stazioni a 3000 m a Ottobre 2010

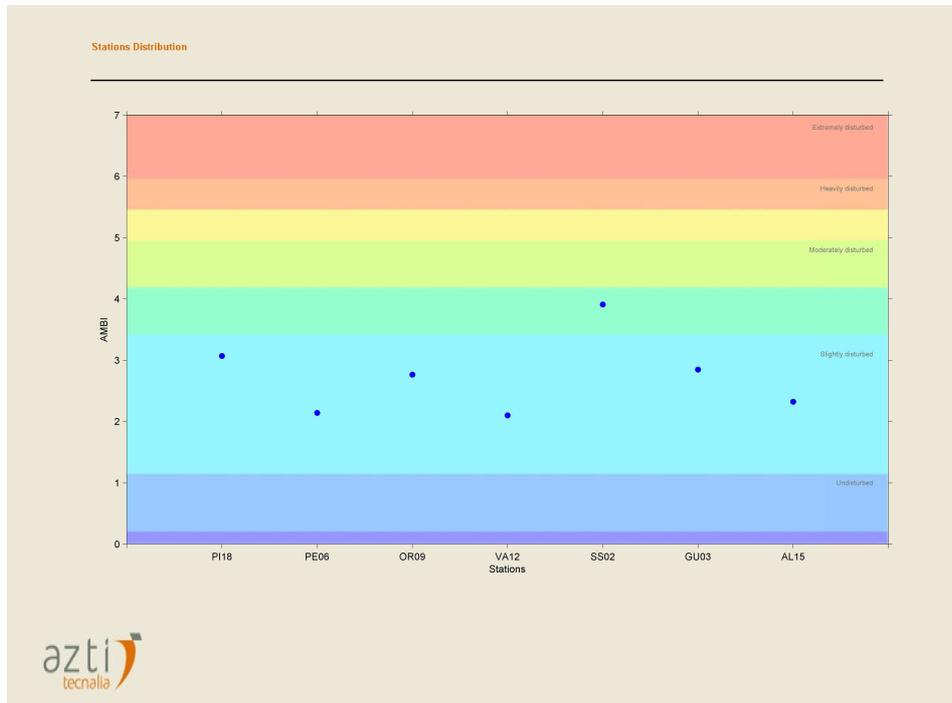
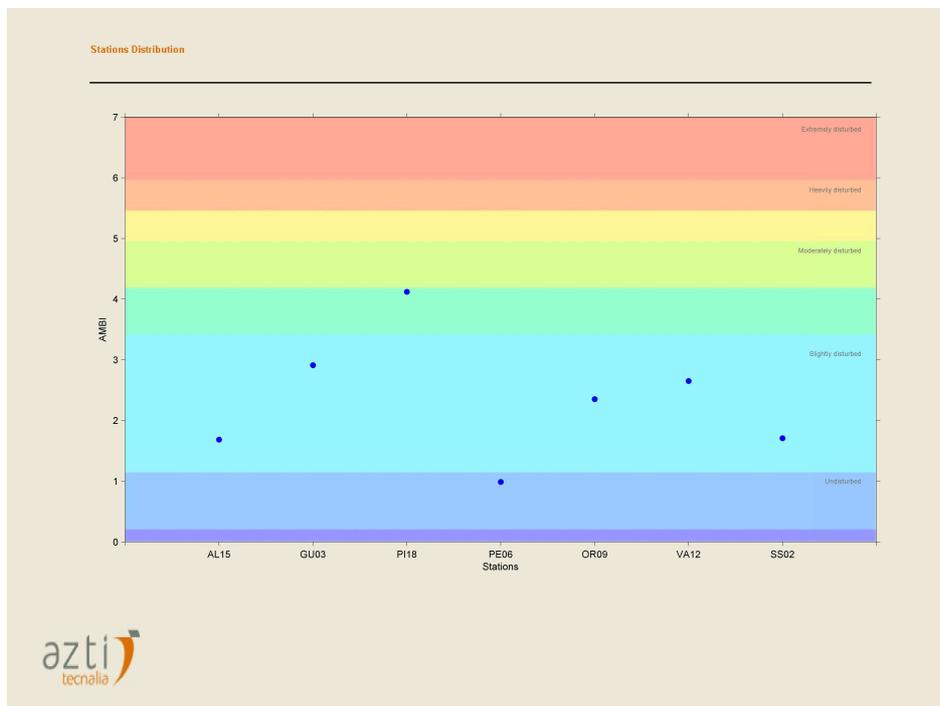


Fig. 34 - Indice AMBI per le 7 stazioni monitorate a 3000 m dalla costa (Maggio-Ottobre 2010)

---

L'indice M-AMBI conferma lo stato di qualità delle acque abruzzesi, classificando le stazioni poste a 500 m nella classe "good e high" (buono e alto), e le stazioni a 3000 m in prevalenza "good" ad eccezione di PI18 e VA12 che presentano un valore "moderate" (moderato).

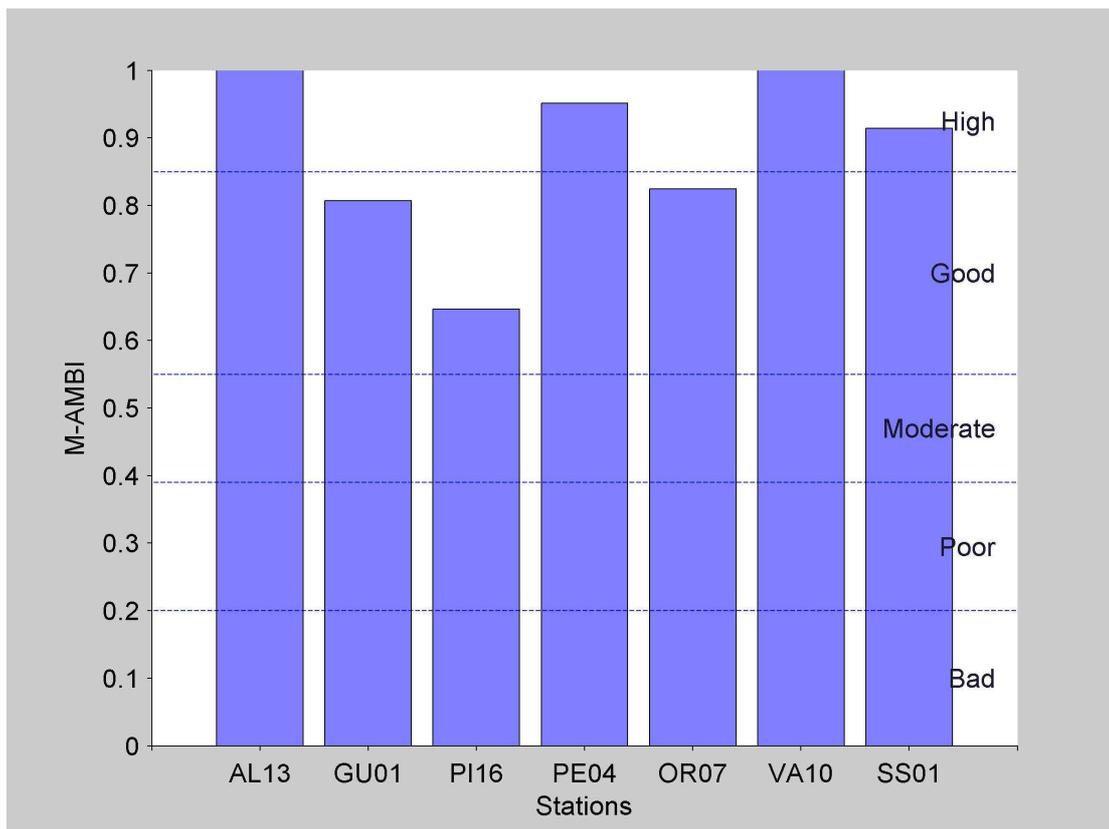


Fig. 35 - Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 500 m (Maggio 2010).

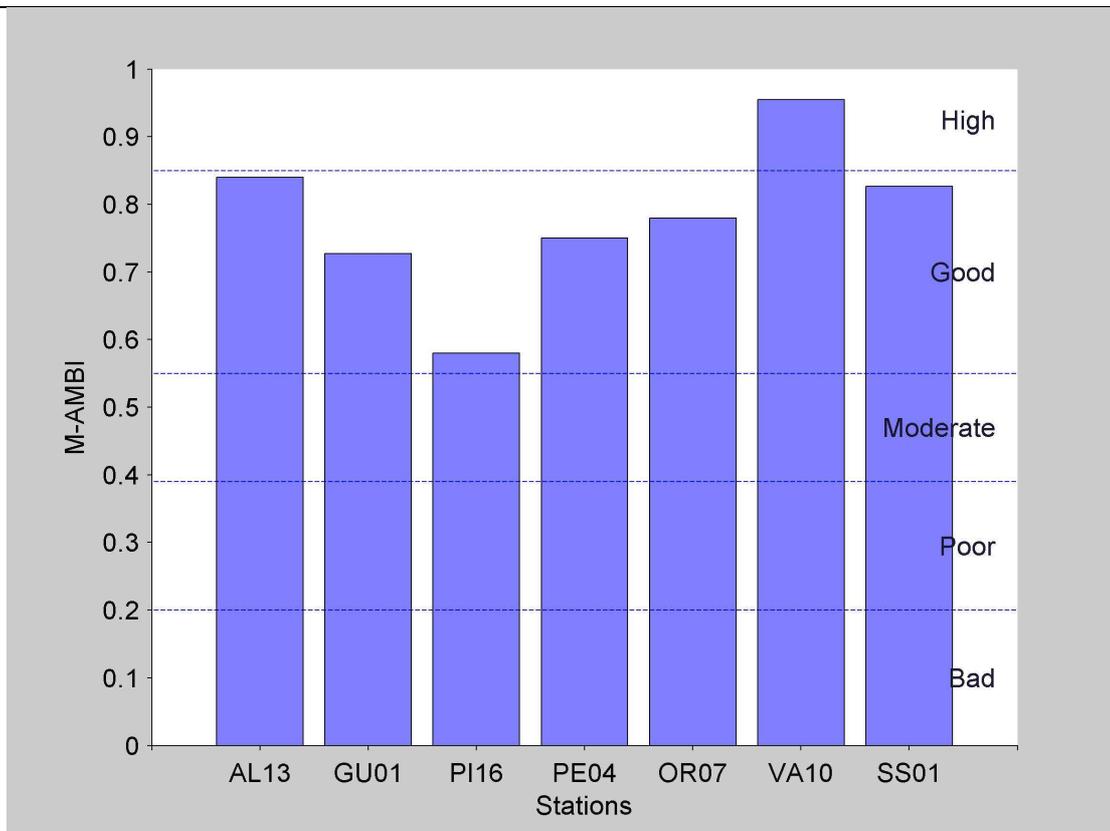


Fig. 36 -Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 500 m (Ottobre 2010).

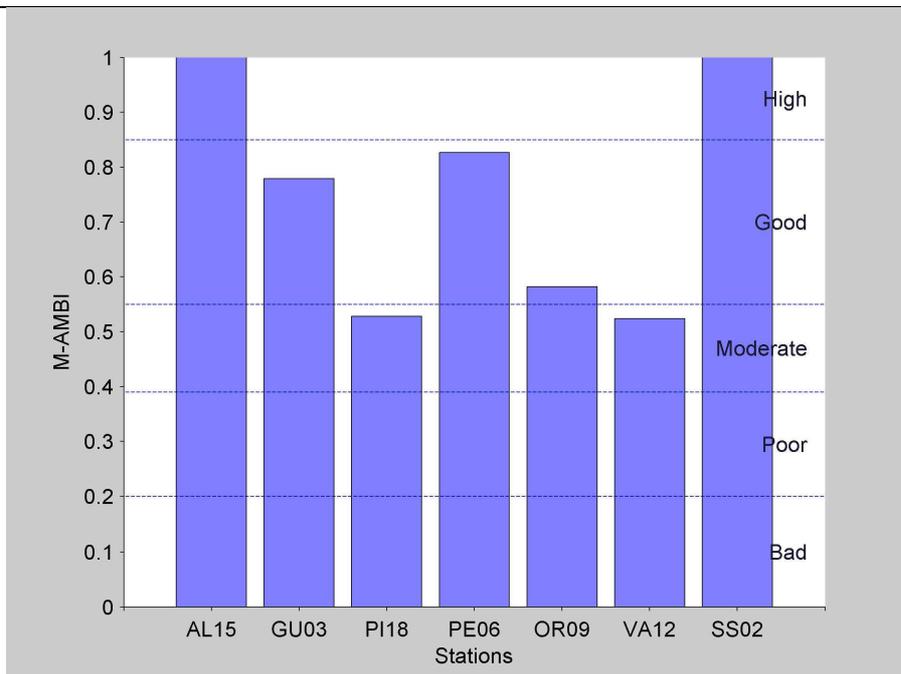


Fig. 37 - Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 3000 m (Maggio 2010).

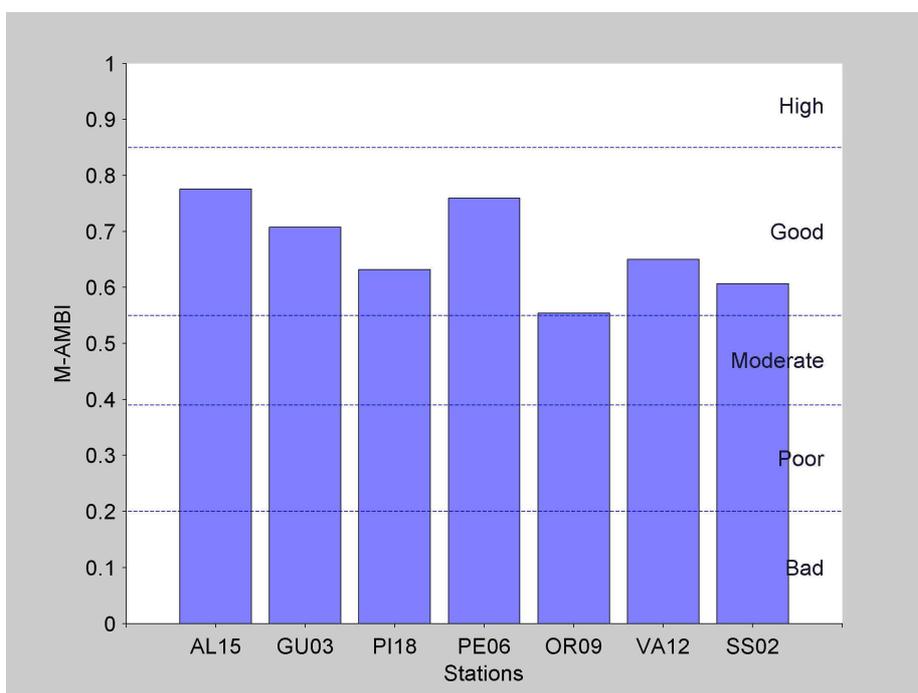


Fig. 38 - Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 3000 m (Ottobre 2010).

## 4.4 SEDIMENTO

### *Analisi granulometriche*

Per quanto concerne le analisi granulometriche dei sedimenti nelle stazioni a 500 m dalla costa si è proseguito con la sola caratterizzazione dei campioni superficiali, mentre nelle stazioni a 3000 m si è optato di approfondire lo studio sia degli strati superficiali che di quelli profondi.

I risultati delle analisi dei campioni superficiali dei sedimenti prelevati in tutte le stazioni sotto costa risultano prevalentemente arenitici, in quanto non superano una percentuale della frazione pelitica del 10 %.

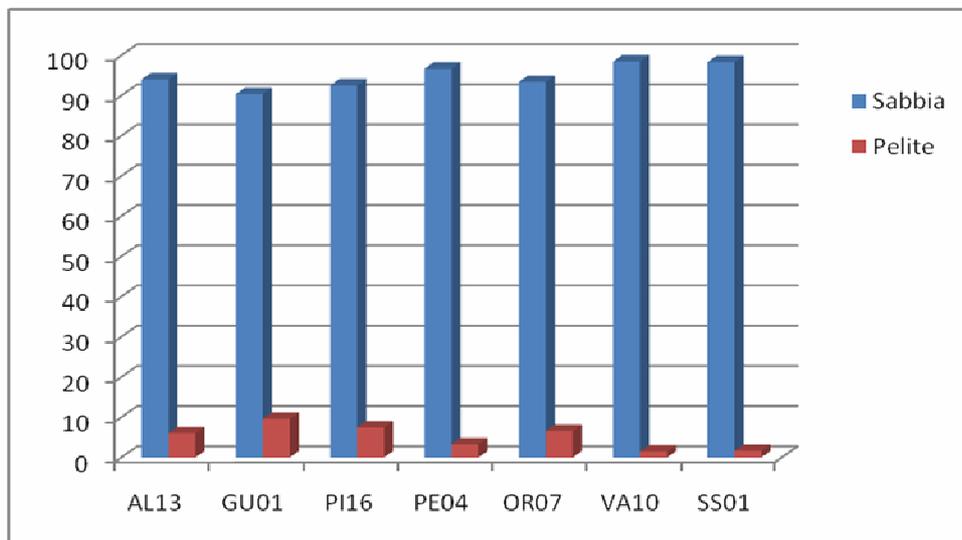


Fig.39 - Caratterizzazione granulometrica del sedimento nelle stazioni a 500 m dalla costa

---

D'altro canto i sedimenti superficiali prelevati a 3000 m dalla costa mostrano in generale un notevole incremento della frazione pelitica che arriva a valori superiori del 50 % nelle stazioni di Pineto ed Ortona confermando il trend dei dati preliminari di alcune stazioni caratterizzate nell'anno precedente.

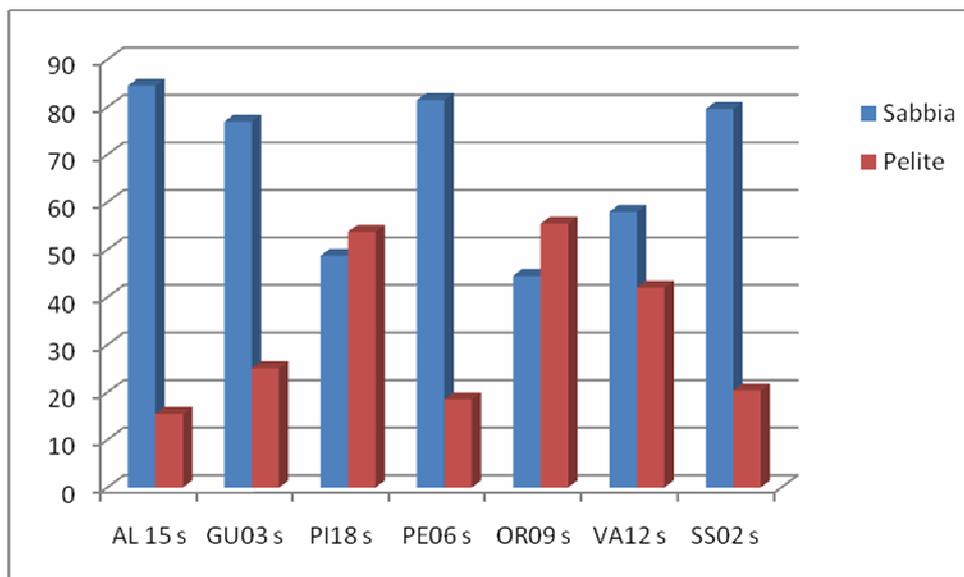


Fig. 40 Caratterizzazione granulometrica del sedimento superficiale delle stazioni a 3000 m dalla costa

Nei sedimenti profondi prelevati sempre a 3000 m dalla costa si riscontra in generale un andamento coerente con i campioni prelevati in superficie con un leggero incremento della stessa frazione. In genere tale componente aumenta nello strato più profondo anche se si è riscontrato che in alcune stazioni come GU03p e PE06p è leggermente diminuita.

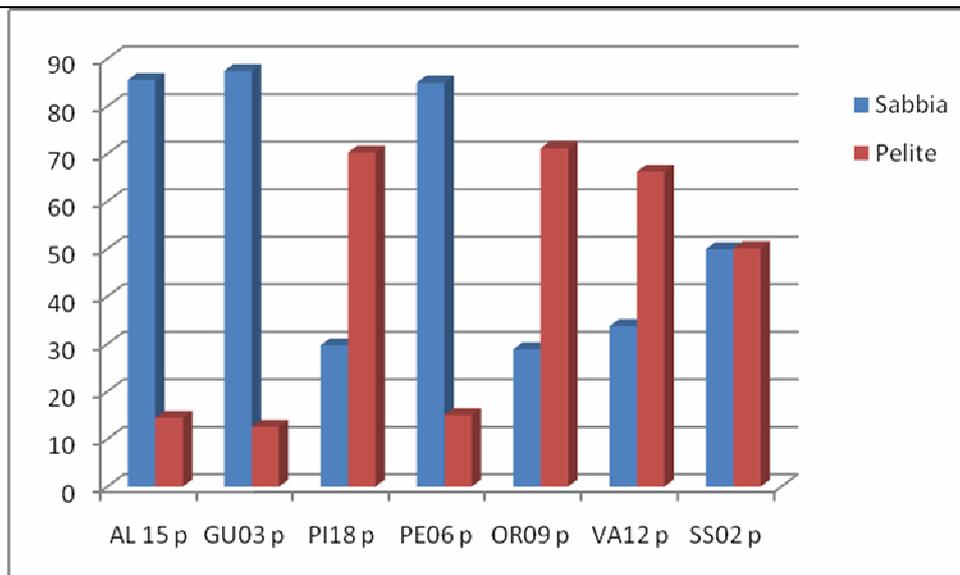


Fig.41 - Caratterizzazione granulometrica del sedimento profondo delle stazioni a 3000 m dalla costa

Per quanto riguarda il carbonio organico (TOC), i risultati mostrano valori compresi fra <0,5 % (limite di rilevabilità dello strumento) e 2,10 % (VA10 sup ad Aprile); si può notare, nelle aree poste a Sud della costa abruzzese, concentrazioni di carbonio organico più elevate nel mese di novembre.

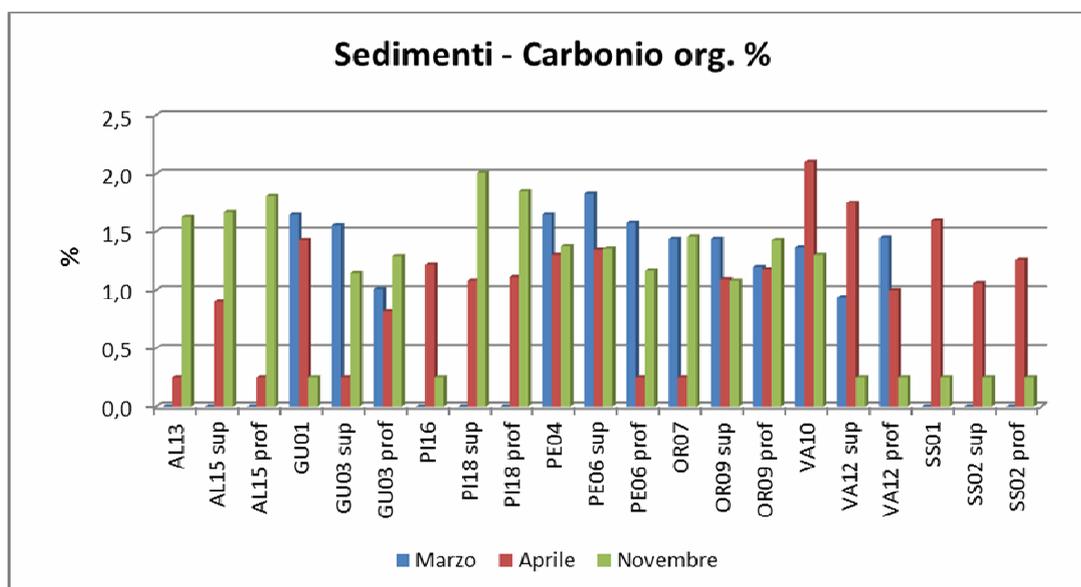


Fig. 42 - Valori di carbonio organico presente nei sedimenti di ogni stazione

I risultati analitici dell'analisi chimica per la ricerca di elementi in tracce sui campioni prelevati in superficie, in tutte le stazioni, sono riportati nella tabella che segue:

Stazioni	Data	Carbonio org. %	Arsenico (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo Tot. (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Nichel (mg/kg)	Piombo (mg/kg)
AL13 sup	15/04/2010	< 0,5	6,1	0,100	15,0	0,025	9,2	3,3
	29/11/2010	1,63	6,9	0,025	16,0	0,025	10,0	3,4
AL15 sup	15/04/2010	0,90	7,4	0,100	27,0	0,025	15,5	5,8
	29/11/2010	1,67	8,3	0,025	22,0	0,025	10,0	4,2
GU01 sup	03/03/2010	1,65	7,2	0,7	19	0,025	12	12
	15/04/2010	1,43	7,1	0,100	21,0	0,025	14,4	4,1
	29/11/2010	< 0,5	6,6	0,025	18,0	0,025	12,0	3,8
GU03 sup	03/03/2010	1,56	8,3	0,9	30	0,025	15	15
	15/04/2010	< 0,5	8,3	0,100	39,0	0,025	22,5	8,1
	29/11/2010	1,15	6,7	0,025	30,0	0,025	16,0	6,0
PI16 sup	15/04/2010	1,22	5,2	0,050	23,0	0,025	14,5	4,5
	29/11/2010	< 0,5	6,5	0,025	16,0	0,025	10,0	2,9
PI18 sup	15/04/2010	1,08	8,4	0,100	54,0	0,025	32,4	10,5
	29/11/2010	2,01	10,5	0,060	66,0	0,025	39,0	12,0
PE04 sup	03/03/2010	1,65	8,3	0,7	17	0,025	9	9
	13/04/2010	1,30	7,7	0,200	16,0	0,025	10,3	3,7
	29/11/2010	1,38	8,1	0,025	19,0	0,025	8,8	2,9
PE06 sup	03/03/2010	1,83	8,7	0,9	24	0,025	14	14
	13/04/2010	1,35	10,4	0,200	59,0	0,025	32,2	11,4
	29/11/2010	1,36	6,8	0,025	19,0	0,025	11,0	3,6
OR07 sup	25/02/2010	1,44	7,8	0,6	13	0,025	8	8
	13/04/2010	< 0,5	6,0	0,050	11,0	0,025	8,0	2,7
	25/11/2010	1,46	6,5	0,070	11,0	0,025	9,7	3,1
OR09 sup	25/02/2010	1,44	9,6	1,4	52	0,025	31	31
	13/04/2010	1,09	9,4	0,100	50,0	0,025	29,3	10,6
	25/11/2010	1,08	6,5	0,060	51,0	0,025	28,0	9,1
VA10 sup	25/02/2010	1,37	8,6	0,5	11	0,025	6	6
	14/04/2010	2,10	7,3	0,100	8,0	0,025	6,7	2,0
	25/11/2010	1,30	6,7	0,050	9,2	0,025	8,0	2,1
VA12 sup	25/02/2010	0,94	10,3	1,3	44	0,025	26	26
	14/04/2010	1,75	8,1	0,100	34,0	0,025	20,7	7,5
	25/11/2010	<0,5	6,9	0,050	28,0	0,025	19,0	6,0
SS01 sup	14/04/2010	1,60	7,9	0,100	9,0	0,025	6,3	2,3
	25/11/2010	<0,5	8,0	0,060	9,8	0,025	6,0	2,0
SS02 sup	14/04/2010	1,06	8,5	0,100	28,0	0,025	17,2	6,3
	25/11/2010	<0,5	7,5	0,025	21,0	0,025	13,0	3,9

Tab. 11 - Valori degli elementi in tracce rinvenuti nei sedimenti dei transetti a 500 m e 3000 m per tutte le stazioni.

I successivi grafici invece riportano gli andamenti dei metalli previsti dal DM 260/10, i cui limiti di riferimento vengono riportati in tabella 2/A (sostanze inserite nell'elenco di priorità) ed in tabella 3/B (sostanze non inserite nell'elenco di priorità) di tale decreto; tali valori sono espressi in SQA-MA (standard di qualità ambientale) espresso come valore medio annuo.

<b>METALLI (Tab 2/A DM 260/10)</b>				
<b>Stazioni</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Nichel</b>	<b>Piombo</b>
AL13	0,06	<0,05	9,6	3,4
AL15 sup	0,06	<0,05	12,8	5,0
AL15 prof	0,06	<0,05	18,6	6,7
GU01	0,06	<0,05	13,2	4,0
GU03 sup	0,06	<0,05	19,3	7,1
GU03 prof	0,06	<0,05	15,3	5,6
PI16	0,04	<0,05	12,3	3,7
PI18 sup	0,08	<0,05	<b>35,7</b>	11,3
PI18 prof	0,08	<0,05	25,0	9,9
PE04	0,08	<0,05	9,6	3,3
PE06 sup	0,11	<0,05	21,6	7,5
PE06 prof	0,06	<0,05	15,2	5,3
OR07	0,06	<0,05	8,9	2,9
OR09 sup	0,08	<0,05	28,7	9,9
OR09 prof	0,14	<0,05	<b>34,9</b>	10,5
VA10	0,08	<0,05	7,4	2,1
VA12 sup	0,08	<0,05	19,9	6,8
VA12 prof	0,11	<0,05	<b>38,7</b>	11,4
SS01	0,08	<0,05	6,2	2,2
SS02 sup	0,06	<0,05	15,1	5,1
SS02 prof	0,08	<0,05	<b>32,5</b>	10,1
<b>SQA-MA</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

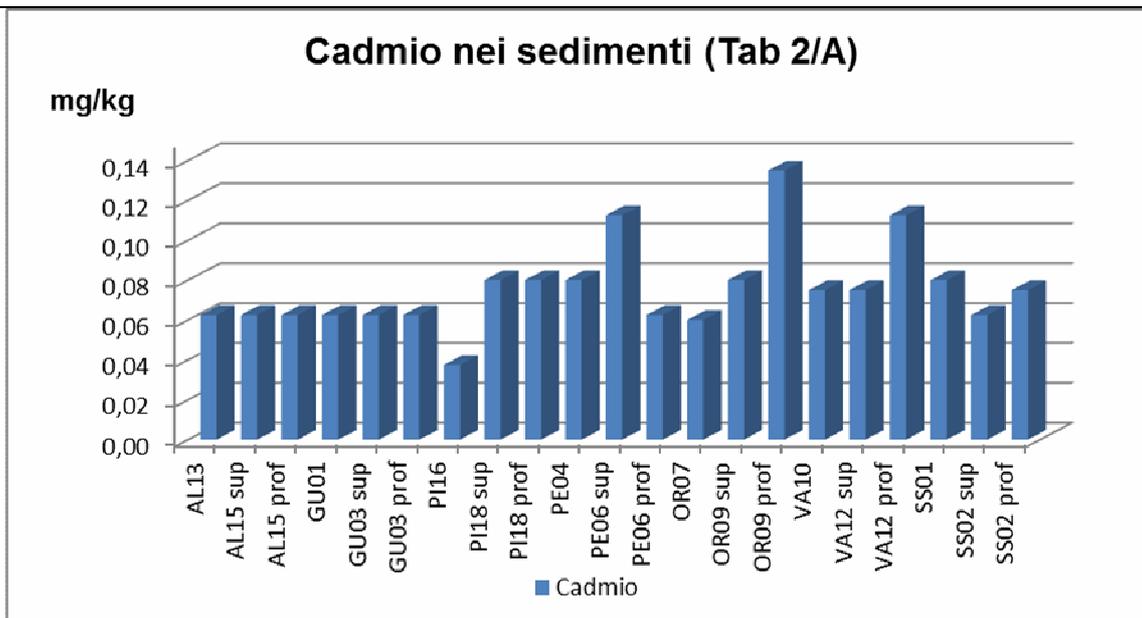


Fig 43 - Valore di Cadmio presente nei sedimenti di ogni stazione

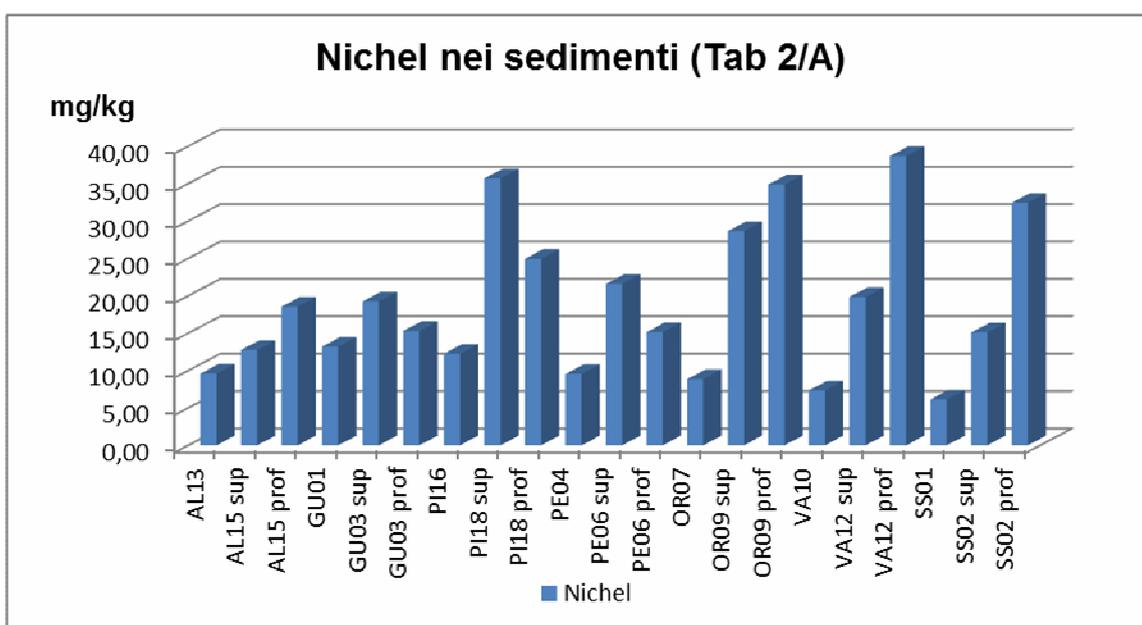


Fig 44 - Valore di Nichel presente nei sedimenti di ogni stazione

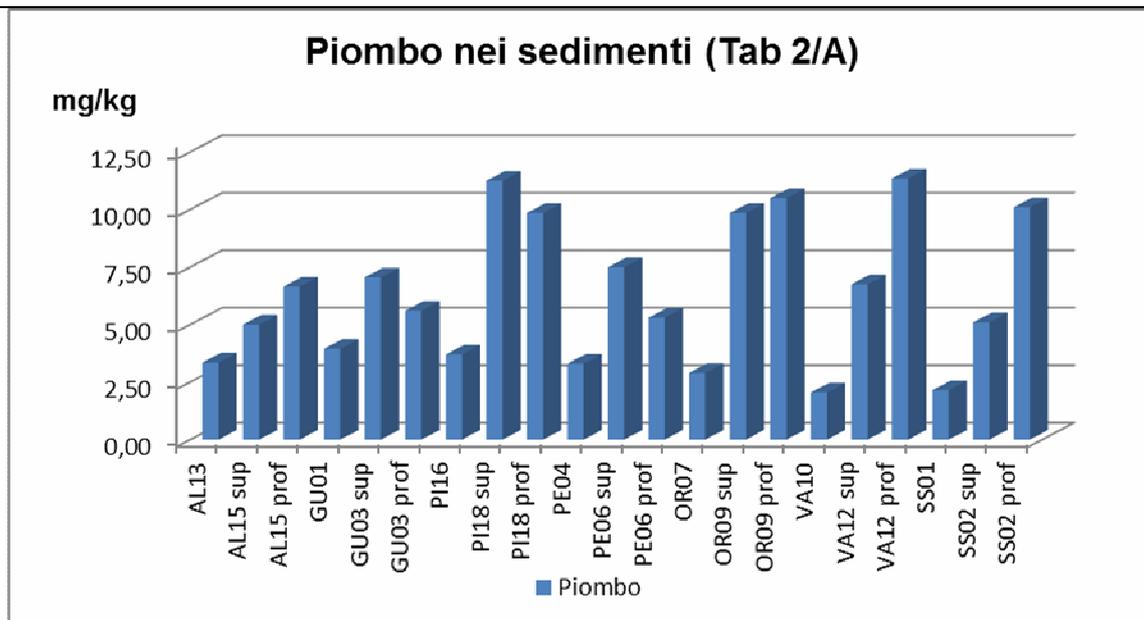


Fig 45 - Valore di Piombo presente nei sedimenti di ogni stazione

I valori del Mercurio (Tab.2/A) non sono stati graficati in quanto è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità.

Per le altre sostanze non prioritarie (Tab. 3/B DM 260/10) i valori sono risultati tutti inferiori ai limiti tabellari (Arsenico e Cromo VI), tranne per il Cromo totale che presenta dei superamenti in alcune stazioni, come descritto nella tabella seguente.

Stazioni	METALLI (Tab 3/B DM 260/10)		
	ARSENICO	CROMO TOT.	CROMO VI
AL13	6,50	15,50	< 0,5
AL15 sup	7,85	24,50	< 0,5
AL15 prof	7,60	33,50	< 0,5
Media anno			< 0,5
GU01	6,85	19,50	< 0,5
GU03 sup	7,50	34,50	< 0,5
GU03 prof	6,60	26,50	< 0,5
Media anno			< 0,5
PI16	5,85	19,50	< 0,5
PI18 sup	9,45	<b>60,00</b>	< 0,5
PI18 prof	9,25	<b>60,00</b>	< 0,5
Media anno			< 0,5

PE04	7,90	17,50	< 0,5
PE06 sup	8,60	39,00	< 0,5
PE06 prof	8,00	26,00	< 0,5
Media anno			< 0,5
OR07	6,25	11,00	< 0,5
OR09 sup	7,95	<b>50,50</b>	< 0,5
OR09 prof	9,25	<b>59,50</b>	< 0,5
Media anno			< 0,5
VA10	7,00	8,60	< 0,5
VA12 sup	7,50	31,00	< 0,5
VA12 prof	8,20	<b>68,50</b>	< 0,5
Media anno			< 0,5
SS01	7,95	9,40	< 0,5
SS02 sup	8,00	24,50	< 0,5
SS02 prof	8,10	<b>57,50</b>	< 0,5
Media anno			< 0,5
<b>SQA-MA</b>	<b>12 mg/kg</b>	<b>50 mg/kg</b>	<b>2 mg/kg</b>

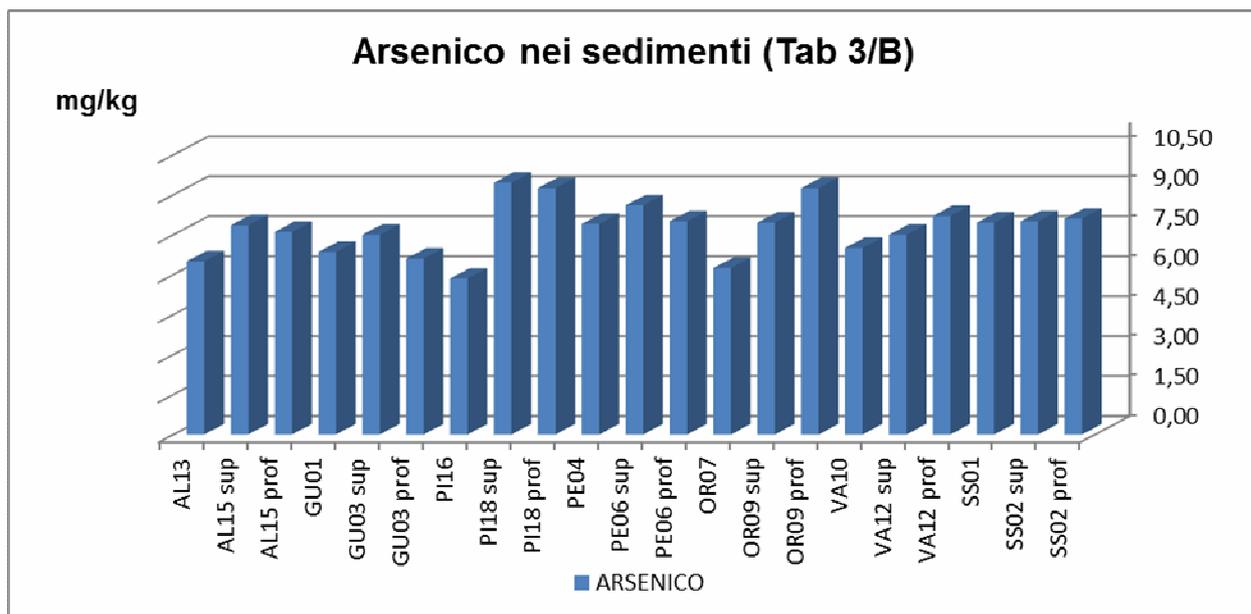


Fig 46 - Valore di Arsenico presente nei sedimenti di ogni stazione

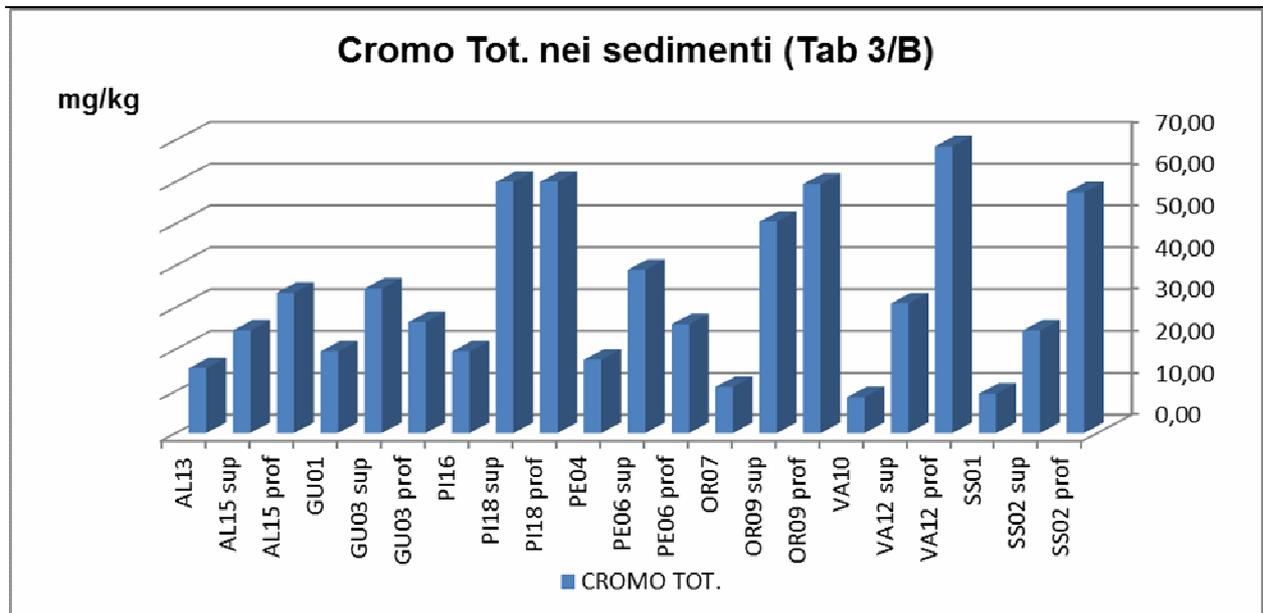


Fig 47 - Valori di Cromo presente nei sedimenti di ogni stazione

Per gli altri inquinanti determinati sui sedimenti si riporta quanto segue:

- Non sono stati mai ritrovati pesticidi organici
- I PCB sono assenti in tutte le stazioni
- Per le Diossine, Furani e PCB diossine simili il DM 260/10 prevede un valore di riferimento dato dalla somma delle tre sostanze, nel nostro caso sempre inferiore allo standard di qualità ambientale ( $2 \times 10^{-3} \mu\text{gTE/kg}$ ).

PCB DIOSSENE SIMILI												
STAZ	PCB 77	PCB 81	PCB 118	PCB 126	PCB 156	PCB 169	PCB 189	PCB 105	PCB 114	PCB 123	PCB 157	PCB 167
AL13	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
AL15	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
GU01	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
GU03	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
PI16	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
PI18	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
PE04	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
PE06	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
OR07	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
OR09	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015

VA10	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
VA12	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
SS01	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
SS02	0,000050	0,000150	0,000015	0,050000	0,000015	0,015000	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
µgTE/kg												

DIOSSINE							
STAZ	2,3,7,8-TetraCDD	1,2,3,7,8-PentaCDD	1,2,3,4,7,8-EsaCDD	1,2,3,6,7,8-ESACDD	1,2,3,7,8,9-EsaCDD	1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	OctaCDD
AL13	0,00001	0,000004	0,000002	0,000003	0,00001	0,00002	0,00001
AL15	0,000004	0,000002	0,0000003	0,000002	0,000005	0,00001	0,000004
GU01	0,000006	0,000008	0,000001	0,000005	0,000003	0,000006	0,000003
GU03	0,00000005	0,0000008	0,0000002	0,000001	0,000006	0,000006	0,000005
PI16	0,000001	0,000002	0,0000005	0,0000002	0,0000002	0,000001	0,000001
PI18	0,000003	0,000002	0,000002	0,000004	0,00001	0,00001	0,00001
PE04	0,000001	0,000005	0,0000001	0,0000001	0,000001	0,000001	0,000001
PE06	0,00002	0,00001	0,0000001	0,000001	0,000003	0,00001	0,00001
OR07	0,000003	0,000000025	0,000003	0,000001	0,000003	0,000003	0,000002
OR09	0,00001	0,00002	0,000001	0,000005	0,00002	0,00004	0,00002
VA10	0,000005	0,000000025	0,000001	0,000002	0,000002	0,000001	0,000001
VA12	0,000001	0,00001	0,000004	0,00001	0,00002	0,00002	0,00001
SS01	0,000003	0,000001	0,0000003	0,000001	0,000001	0,000001	0,0000004
SS02	0,000008	0,000002	0,0000002	0,000003	0,000001	0,000005	0,000002
µgTE/kg							

FURANI										
STAZ	2,3,7,8-TetraCDF	1,2,3,7,8-PentaCDF	2,3,4,7,8-PentaCDF	1,2,3,4,7,8-EsaCDF	1,2,3,6,7,8-EsaCDF	2,3,4,6,7,8-EsaCDF	1,2,3,7,8,9-EsaCDF	1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	OctaCDF
AL13	0,00002	0,0000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,00001	0,0000002	0,000004	0,0000001	0,000002
AL15	0,00001	0,0000004	0,000003	0,000002	0,0000002	0,0000001	0,0000002	0,000002	0,0000001	0,000001
GU01	0,000012	0,000002	0,00001	0,000003	0,000001	0,000002	0,0000003	0,000003	0,000001	0,000002
GU03	0,000008	0,000000005	0,000005	0,0000006	0,0000006	0,000001	0,00000001	0,000002	0,00000004	0,000001
PI16	0,00001	0,000000005	0,000001	0,0000002	0,000000400	0,0000003	0,00000001	0,0000003	0,00000003	0,0000004
PI18	0,00001	0,0000001	0,000002	0,000001	0,0000003	0,00001	0,0000002	0,000004	0,0000003	0,000001
PE04	0,000012	0,00000002	0,000001	0,0000003	0,0000001	0,0000002	0,000002	0,000001	0,00000003	0,000001
PE06	0,00001	0,0000001	0,000001	0,000002	0,0000001	0,0000001	0,0000001	0,000003	0,0000003	0,000003
OR07	0,00001	0,000005	0,00001	0,000004	0,000001	0,000002	0,000003	0,00001	0,000003	0,00001

OR09	0,00006	0,00001	0,00009	0,00002	0,00001	0,00001	0,00001	0,00003	0,00005	0,00004
VA10	0,000009	0,0000004	0,00001	0,0000004	0,000001	0,000001	0,000002	0,000001	0,000001	0,000002
VA12	0,00003	0,000003	0,00003	0,00001	0,000004	0,000005	0,0000002	0,00002	0,000003	0,00002
SS01	0,00001	0,000001	0,00001	0,000002	0,0000002	0,0000003	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
SS02	0,000005	0,000002	0,000001	0,000003	0,000001	0,000002	0,000004	0,000003	0,000001	0,000003
$\mu\text{gTE/kg}$										

- I valori degli idrocarburi policiclici aromatici totali (IPA) presentano dei superamenti rilevanti del limite (800  $\mu\text{g/kg}$ ) nella stazione superficiale SS02, mentre le altre stazioni risultano al di sotto di tale valore limite o rientrano nella tolleranza del 20 % di scostamento dal valore tabellare previsto dal DM 260/10.

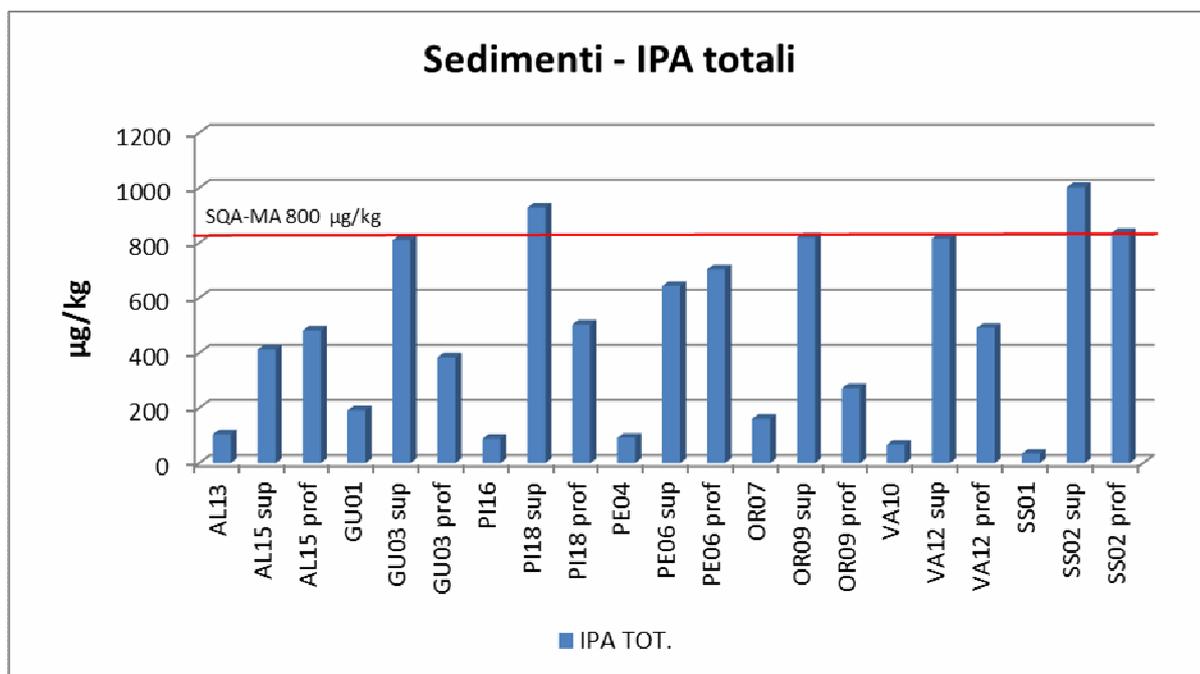


Fig 48 - Concentrazione di IPA presenti nei sedimenti di ogni transetto e di ogni stazione

I componenti maggiormente presenti sono:

- *Naftalene* con valori leggermente superiori al limite per le stazioni di PI18 prof e PE06 sup.
- *Fluorantene* con valori eccedenti il limite per le stazioni AL15 sup, AL15 prof, GU03 sup, PI18 sup, PE06 sup, PE06 prof, OR09 sup, VA12 sup, SS02 sup, SS02 prof.

Tali presenze sono da attribuire probabilmente ad apporti antropici dalle acque superficiali oppure alle attività da diporto.

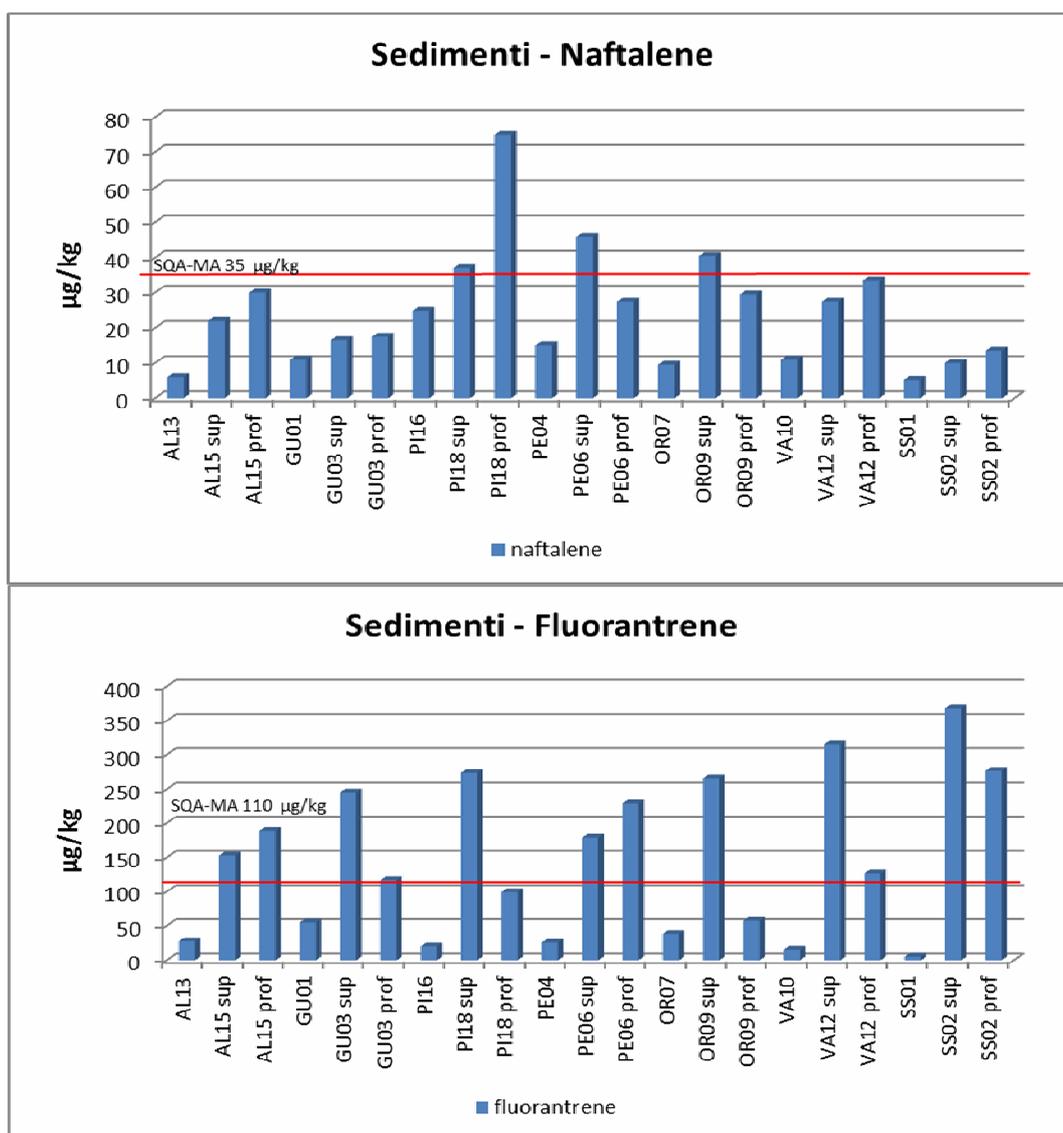


Fig 49 - Concentrazioni di Naftalene e Fluorantene presenti nei sedimenti di ogni stazione

#### 4.4.1 SAGGI TOSSICOLOGICI

I saggi di tossicità sono stati effettuati su campioni di sedimento superficiale prelevati nei transetti a 500 m dalla costa (GU01; PE04; OR07 e VA10) e sui sedimenti superficiali e profondi prelevati nei transetti a 3000 m dalla costa (GU03; PE06; OR07 e VA12) nel periodo di febbraio 2010 per il completamento del monitoraggio marino-costiero relativo al periodo 2009.

Per il programma di monitoraggio relativo all'anno 2010, ai quattro transetti routinariamente indagati ne sono stati aggiunti altri tre, Alba, Pineto e S.Salvo e sono stati analizzati i sedimenti superficiali a 500 m dalla costa e quelli superficiali e profondi a 3000 m (AL13 e AL15, PI16 e PI18, SS01 e SS01) in due campagne di campionamento effettuate ad aprile e novembre 2010.

#### Risultati della campagna di campionamento sedimenti febbraio 2010

Per analizzare lo strato superficiale dei tratti più vicini alla costa e quello superficiale e profondo dei sedimenti prelevati nelle stazioni a 3000 m dalla costa, sono stati utilizzati organismi quali il batterio marino *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale (Solid Phase Test) e alla matrice acquosa (elutriato) e l'alga marina *Dunaliella tertiolecta* e il test di sviluppo embrionale (test di tossicità sub-cronico) con il bivalve *Mytilus galloprovincialis* applicati alla matrice acquosa.

I risultati ottenuti sul sedimento tal quale applicando il batterio luminescente direttamente sulla fase solida sono riportati in grafico per tutte le stazioni, i punti di campionamento (500 m e 3000 m) e per le diverse profondità. I risultati sono espressi in S.T.I. (Sediment Toxicity Index) come rapporto tra la tossicità misurata e quella naturale stimata in relazione alla frazione pelitica contenuta in ogni campione analizzato. Dato che la tossicità dei sedimenti è riconducibile prevalentemente alla frazione pelitica in quanto essa offre una maggiore superficie di adesione o di adsorbimento dei contaminanti, tale indice permette di correlare la tossicità eventualmente presente nella frazione <63mm.

A tale indice è stata correlata una classe di tossicità acuta (da A a D) a cui corrisponde un giudizio di qualità che va da tossicità assente o trascurabile (A), media (B), alta (C) e molto alta (D). Per facilità di espressione, i risultati vengono riportati con relativa scala cromatica come mostrano i grafici seguenti al fine di avere una visione complessiva dei risultati ottenuti con il SPT.

S.T.I.	CLASSE	GIUDIZIO	SCALA CROMATICA
$STI \leq 3$	A	ASSENTE	
$3 < STI \leq 6$	B	MEDIA	
$6 < STI \leq 12$	C	ALTA	
$> 12$	D	MOLTO ALTA	

Tab 12 Valori di STI e giudizio di tossicità per il SPT

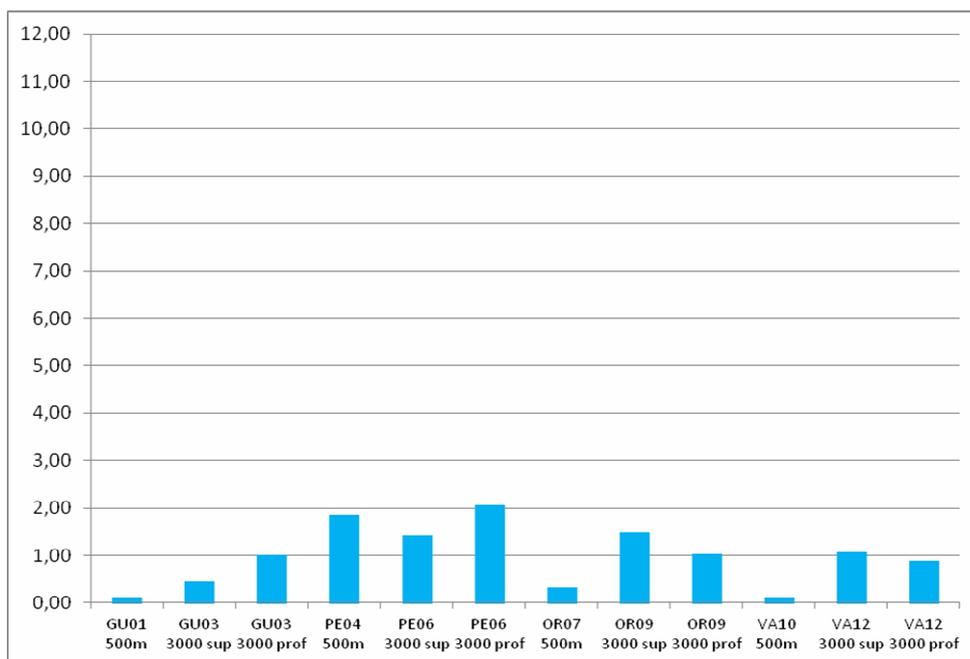


Fig 50 - Risultati del test di tossicità con *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale espressi in STI (Sediment Toxicity Index)

Dal grafico risulta che tutte le stazioni a 500m dalla costa non presentano tossicità (il campione di sedimento superficiale delle stazioni di Giulianova e di Vasto, presentano solo 14 ed 31% di effetto, rispettivamente). Anche le stazioni a 3000m mostrano che i sedimenti dello strato superficiale e profondo hanno una tossicità assente.

I risultati ottenuti su tutte le stazioni con tutti i saggi di tossicità applicati alla matrice acquosa elutriato vengono riportati nella seguente tabella:

Stazioni	<i>Vibrio fischeri</i>	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
	Elutriato (% di effetto)	Elutriato ( % di inibizione)	Elutriato Test di sviluppo (% di effetto* o EC <sub>50</sub> )
GU01	6,55	-3	2*
GU03sup	8,09	-16	75 (56-101)
GU03prof	0,32	-68	6*
PE04	2,84	-95	2*
PE06sup	-1,82	-31	4*
PE06prof	3,28	-4	5*
OR07	8,00	-84	135 (89-200)

<b>OR09sup</b>	-0,87	-128	118 (88-230)
<b>OR09prof</b>	12,21	-11	3*
<b>VA10</b>	4,59	-90	4*
<b>VA12sup</b>	8,99	0	6*
<b>VA12prof</b>	14,05	-2	90 (65-137)

Tab 13 - Tabella riassuntiva dei test di tossicità applicati alla matrice acquosa elutriati espressi in percentuale di effetto e in EC50 dove calcolabile.

Il test con il *Vibrio fischeri* applicato alla matrice elutriato dei sedimenti dei transetti sotto costa e a 3000m, riconferma i risultati analitici ottenuti nelle precedenti campagne di monitoraggio marino-costiero mostrando una tossicità acuta assente.

Stesso risultato di tossicità acuta assente oltre ad un effetto di eutrofizzazione, è stato osservato su tutti i sedimenti analizzati con l'alga marina *D. tertiolecta*, riconfermando i risultati ottenuti nelle precedenti campagne.

Per quanto riguarda il test di tossicità con il mollusco bivalve, risulta che con il test sub-cronico di embriotossicità si è osservata un segnale di tossicità ed è stato possibile calcolare la EC50 per alcuni campioni di sedimenti a 500m (OR07) e a 3000m (GU03 campione superficiale, OR09 anch'esso campione di sedimento superficiale e VA12 sedimento a 3000m profondo).

In base alla tabella per la classificazione della tossicità proposta dal Ministero nel Programma di Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero 2008-2009, in funzione delle specie utilizzate nel saggio ecotossicologico e delle matrici analizzate è possibile individuare la seguente scala di tossicità: classe A (tossicità assente o trascurabile); classe B (tossicità media); classe C (tossicità alta) e classe D (tossicità molto alta). La tabella riportata di seguito mostra l'insieme dei risultati ottenuti:

	<b>GU01</b>	<b>GU03 sup</b>	<b>GU03 prof</b>	<b>PE04</b>	<b>PE06 sup</b>	<b>PE06 prof</b>	<b>OR07</b>	<b>OR09 sup</b>	<b>OR09 prof</b>	<b>VA10</b>	<b>VA12 sup</b>	<b>VA12 prof</b>
<i>Vibrio fischeri (SPT)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Vibrio fischeri</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Mytilus galloprovincialis</i> embriotossicità	A	C	A	A	A	A	B	B	A	A	A	C

Tab 14 - Tabella riassuntiva della scala di tossicità proposta dal Ministero elaborata in funzione delle specie utilizzate nei saggi ecotossicologici.

---

I risultati ottenuti permettono di mettere in evidenza come il test di tossicità sub-cronica con il mollusco bivalve applicato alla matrice acquosa sia stato in grado di evidenziare un certa tossicità soprattutto nei campioni provenienti dai transetti a 3000m mostrando tossicità alta nel campione superficiale GU03 ed in quello profondo VA12, tossicità media in quello profondo OR09. Nel caso di un transetto a 500m, il test ha mostrato una tossicità media nel campione di sedimento proveniente dal transetto di Ortona (OR07).

### **Risultati della campagna di campionamento sedimenti aprile 2010**

Per i sedimenti dello strato superficiale dei tratti più vicini alla costa e di quello superficiale e profondo dei sedimenti prelevati nelle stazioni a 3000m dalla costa dei sette transetti, sono stati utilizzati il batterio marino *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale (Solid Phase Test) e a due diverse matrici acquose: infatti oltre all'elutriato si è proceduto alla preparazione anche l'acqua interstiziale ottenuta dalla centrifugazione del sedimento tal quale solo dei sedimenti a 3000m la cui composizione granulometrica (prevalente frazione pelitica) consente l'estrazione della suddetta matrice. Gli altri test utilizzati sono stati l'alga marina *Dunaliella tertiolecta* e il test di tossicità acuta (test di fecondazione) e quello sub-cronico (test di embriotossicità) con il riccio di mare *Paracentrotus lividus* applicati alla matrice acquosa elutriato.

I risultati del test di tossicità con *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale ed espressi in STI (Sediment Toxicity Index) vengono riportati nella Figura 51.

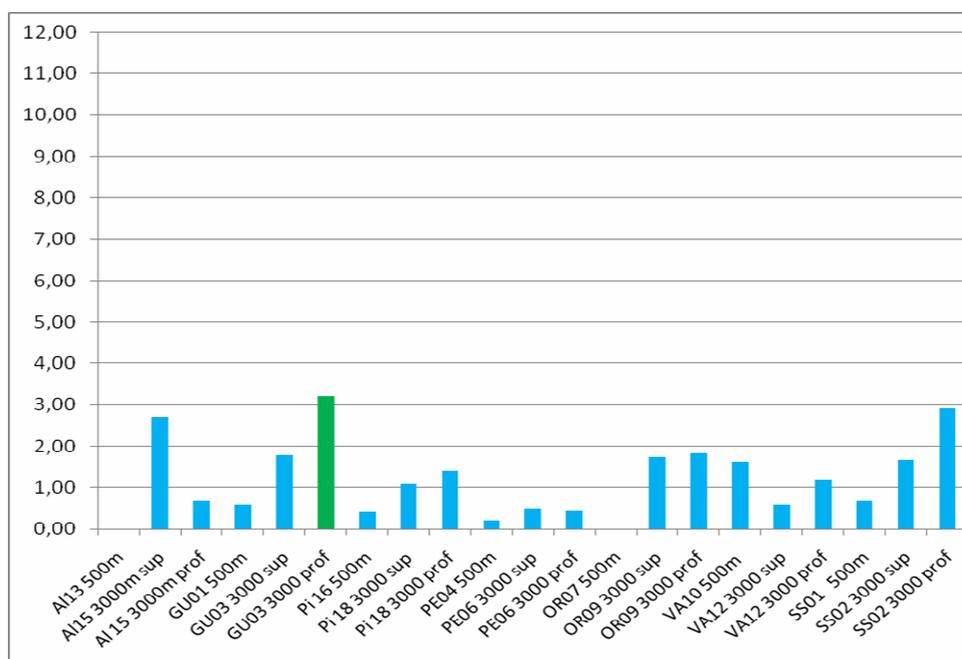


Fig 51 - Risultati del test di tossicità con *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale espressi in STI (Sediment Toxicity Index)

Dal grafico risulta che tutte le stazioni a 500 m dalla costa e anche le stazioni a 3000 m mostrano che i sedimenti sia dello superficiale che profondo hanno una tossicità assente ad eccezione di una lieve tossicità riscontrata nel campione di sedimento profondo della stazione di Giulianova a 3000m dalla costa (GU03).

I risultati ottenuti su tutte le stazioni con tutti i saggi di tossicità applicati alla matrici acquose elutriato e acqua interstiziale vengono riportati nella seguente tabella:

Stazioni	<i>Vibrio fischeri</i>		<i>Dunaliella tertiolecta</i>	<i>Paracentrotus lividus</i>	
	Elutriato (% di effetto)	Acqua interstiziale (% di effetto)	Elutriato (% di inibizione)	Elutriato Test di fecondazione (% di effetto* o EC <sub>50</sub> )	Elutriato Test di sviluppo (% di effetto* o EC <sub>50</sub> )
<b>AL13</b>	0,11	-	-2,83	31*	14*
<b>AL15sup</b>	2,85	3,17	-2,65	19*	51,28 (42,22-62,29)
<b>AL15prof</b>	12,52	3,47	-3,27	32*	10*
<b>GU01</b>	0,42	-	-4,38	6	35
<b>GU03sup</b>	3,21	1,32	-7,52	26*	17,68 (11-11)
<b>GU03prof</b>	6,41	2,93	-1,39	51*	34,68 (31,08-38,70)

PI16	-0,14	-	-2,66	37*	40,95 (36,06-46,49)
PI18sup	2,56	-3,23	-4,62	35*	19,24 (16,25-22,23)
PI18prof	5,48	0,36	-2,60	24*	3*
PE04	3,89	-	-1,28	22*	69,88 (66,08-73,89)
PE06sup	-2,43	-2,29	-4,79	29*	12,83 (10,78-15,28)
PE06prof	4,23	1,97	-1,20	20*	4*
OR07	0,51	-	-4,29	20*	6*
OR09sup	-2,51	1,93	-3,11	30*	1*
OR09prof	9,42	1,50	-2,86	18*	1*
VA10	1,11	-	-0,32	35*	21*
VA12sup	3,34	12,67	-1,98	28*	29*
VA12prof	12,81	10,58	-1,92	41*	30,25 (27,50-33,21)
SS01	1,17	-	-0,22	25*	6*
SS02sup	-0,15	0,25	-1,13	54*	56,87 (52,53-61,58)
SS02prof	3,51	-0,08	-3,25	43*	6*

Tab 14 - Tabella dei risultati dei test di tossicità applicati alla matrici acquose espressi in percentuale di effetto e in EC50 dove calcolabile.

Il test con il *Vibrio fischeri* applicato all'elutriato riconferma i risultati analitici ottenuti nelle precedenti campagne di monitoraggio marino-costiero mostrando una tossicità acuta assente. Anche, l'utilizzo dell'acqua interstiziale estratta dai sedimenti dei transetti a 3000m non ha evidenziato differenza significative rispetto alla matrice utilizzata routinariamente.

Stesso risultato di tossicità acuta assente oltre ad un effetto di eutrofizzazione, è stato osservato su tutti i sedimenti analizzati con l'alga marina *D. tertiolecta*, riconfermando i risultati ottenuti nelle precedenti campagne.

Per quanto riguarda il test di tossicità con l'echinoderma, i risultati hanno mostrato che il test acuto di fecondazione ha evidenziato una certa differenziazione nelle percentuali di effetto con valori vicini al 50% nelle stazioni di Giulianova (GU03 prof), e S.Salvo (SS02 sup). Al pari del test effettuato con gli embrioni di mitilo, con il test sub-cronico di embriotossicità che utilizza come end-point il grado di alterazione delle larve di riccio da mare, si è osservato un segnale di tossicità abbastanza significativo ed è stato possibile calcolare la EC50 per la maggior parte dei campioni di sedimenti analizzati: a 500m PI16 e PE04 e a 3000 m AL15 campione superficiale, PI16 campione superficiale, GU03 campione superficiale e profondo, PE06 campione superficiale, VA12 campione profondo e SS02 campione superficiale, confermando la maggiore sensibilità del test sub-cronico e la relativa capacità discriminante nel distinguere tra campioni superficiali e profondi.

In base alla tabella per la classificazione della tossicità, in funzione delle specie utilizzate nel saggio ecotossicologico e delle matrici analizzate è possibile individuare la seguente scala di tossicità per i sedimenti campionati ad aprile:

	AL13	AL15 sup	AL15 prof	GU01	GU03 sup	GU03 prof	PI16	PI18 sup	PI18 prof	PE04	PE06 sup	PE06 prof	OR07	OR09 sup	OR09 prof	VA10	VA12 sup	VA12 prof	SS01	SS02 sup	SS02 prof	
<i>Vibrio fischeri</i> (SPT)	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Vibrio fischeri</i> (elutriato a.interstiziale)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Dunaliella</i> <i>tertiolecta</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Paracentrotus</i> <i>lividus</i> fecondazione	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Paracentrotus</i> <i>lividus</i> embriotossicità	A	B	A	A	C	C	B	C	A	B	C	A	A	A	A	A	A	C	A	B	A	A

I risultati ottenuti permettono di mettere in evidenza come il test di tossicità sub-cronica con il riccio di mare applicato alla matrice acquosa sia stato in grado di evidenziare una tossicità media e di alta nei campioni provenienti dai transetti sia a 500 che 3000m.

Per i transetti indagati da anni il test ha confermato una tossicità alta per il sedimento superficiale e profondo del transetto a 3000m di Giulianova per quanto riguarda il transetto di Pescara il test ha mostrato tossicità media nel sedimento a 500m e alta a 3000m nel campione superficiale, confermando l'assenza di tossicità nel campione profondo; nel caso del sedimento proveniente da Ortona a differenza dei risultati ottenuti con il mitilo per la campagna di febbraio, il test non ha evidenziato tossicità; così come per Vasto dove nel campione superficiale a 3000m è stata individuata una tossicità media e non ha riconfermato la tossicità alta individuata precedentemente dal mitilo.

Per quanto riguarda i nuovi transetti, il test ha mostrato una tossicità media per il sedimento superficiale a 3000 m di Alba e S. Salvo, una tossicità media anche nel sedimento prelevato a 500 m a Pineto e una tossicità alta per il sedimento superficiale del transetto a 3000 m.

---

## Risultati della campagna di campionamento sedimenti novembre 2010

Per i sedimenti dello strato superficiale dei tratti più vicini alla costa e di quello superficiale e profondo dei sedimenti prelevati nelle stazioni a 3000m dalla costa dei sette transetti, sono stati utilizzati il batterio marino *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale (Solid Phase Test) e visti i risultati ottenuti nella precedente campagna alla sola matrice acquosa elutriato.

Gli altri test utilizzati sono stati l'alga marina *Dunaliella tertiolecta* e il test di tossicità acuta (test di fecondazione) e quello sub-cronico (test di embriotossicità) con il riccio di mare *Paracentrotus lividus* applicati alla matrice acquosa elutriato.

I risultati del test di tossicità con *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale ed espressi in STI (Sediment Toxicity Index) vengono riportati nella Figura 52.

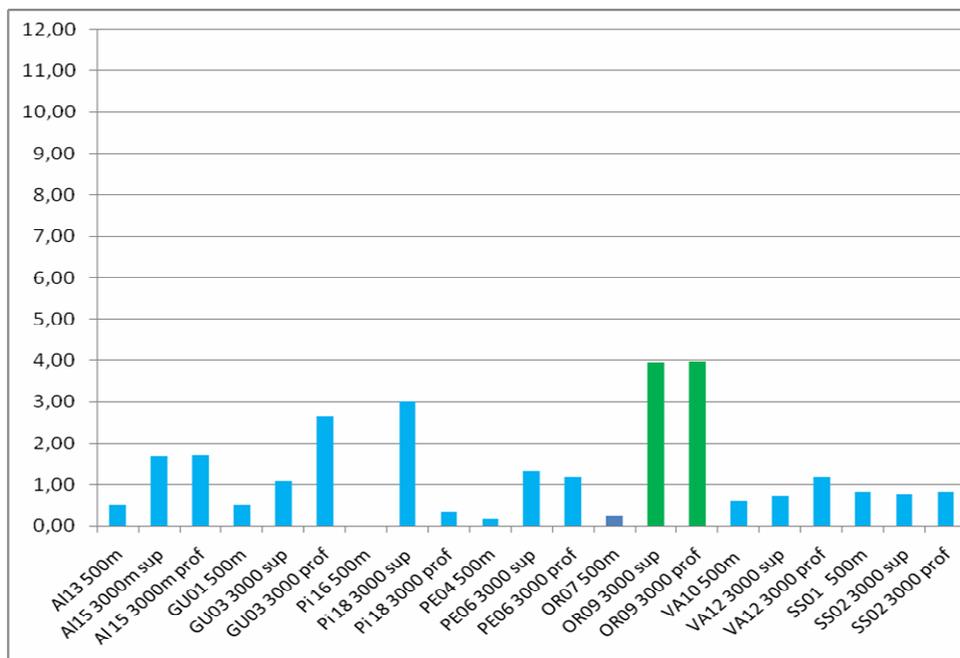


Fig 52 - Risultati del test di tossicità con *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale espressi in STI (Sediment Toxicity Index)

Dal grafico risulta che tutte le stazioni a 500 m dalla costa e anche le stazioni a 3000 m mostrano che i sedimenti sia dello superficiale che profondo hanno una tossicità assente ad eccezione di una lieve tossicità riscontrata in questa campagna per i sedimenti superficiale e profondo della stazione di Ortona a 3000 m dalla costa (OR07).

I risultati ottenuti su tutte le stazioni con tutti i saggi di tossicità applicati alla matrice acquosa elutriato vengono riportati nella seguente tabella:

Stazioni	<i>Vibrio fischeri</i>	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	<i>Paracentrotus lividus</i>	
	Elutriato (% di effetto)	Elutriato ( % di inibizione)	Elutriato Test di fecondazione (% di effetto* o EC <sub>50</sub> )	Elutriato Test di sviluppo (% di effetto* o EC <sub>50</sub> )
AL13	2,8	-20	24	19*
AL15sup	10,6	-25	32	43*
AL15prof	12,9	-34	35	43,72 (40,03-47,76)
GU01	-3,7	-19	28	31*
GU03sup	35,05	-1	45	48,51 (44,69-52,64)
GU03prof	-8,9	6	32	25,14 (22,23-28,43)
PI16	11,3	44	28	1*
PI18sup	9,7	-11	29	2*
PI18prof	22,5	15	18	27*
PE04	12,2	-13	31	0*
PE06sup	10,3	-6	29	30*
PE06prof	8,6	-3	34	27*
OR07	14,4	41	32	10*
OR09sup	29,3	37	36	36*
OR09prof	21,5	-13	21	14*
VA10	3,1	-39	19	36,93 (32,32-42,19)
VA12sup	15,7	-17	27	58,61 (55,60-61,79)
VA12prof	10,3	-10	29	5*
SS01	4,48	42	19	2*
SS02sup	13,04	-39	28	32*
SS02prof	4,9	-10	26	15*

Tab 15 - Tabella dei risultati dei test di tossicità applicati alla matrice acquosa espressi in percentuale di effetto e in EC50 dove calcolabile.

Il test con il *Vibrio fischeri* applicato all'elutriato riconferma i risultati analitici ottenuti nelle precedenti campagne di monitoraggio marino-costiero mostrando una tossicità acuta assente con un valore massimo di 35% di effetto nel sedimento superficiale della stazione di Giulianova a 3000 m.

Stesso risultato di tossicità acuta assente oltre ad un effetto di eutrofizzazione, è stato osservato su tutti i sedimenti analizzati con l'alga marina *D. tertiolecta*, riconfermando i risultati ottenuti nelle precedenti campagne.

Per quanto riguarda il test di tossicità con l'echinoderma, i risultati hanno mostrato che il test acuto di fecondazione ha evidenziato una certa differenziazione nelle percentuali di effetto con valori al di sotto del 50% e con un 45% osservato nelle stazioni di Giulianova (GU03 sup). Al pari del test effettuato con gli embrioni di mitilo, con il test sub-cronico di embriotossicità che utilizza come end-point il grado di alterazione delle larve di riccio da mare, si è osservato un segnale di tossicità abbastanza significativo ed è stato possibile calcolare la EC50 per alcuni dei campioni di sedimenti campionati a 3000m dalla costa (AL15 campione profondo, GU03 campione superficiale e profondo, VA12 campione superficiale e profondo).

In base alla tabella per la classificazione della tossicità, in funzione delle specie utilizzate nel saggio ecotossicologico e delle matrici analizzate è possibile individuare la seguente scala di tossicità per i sedimenti campionati a novembre:

	AL13	AL15 sup	AL15 prof	GU01	GU03 sup	GU03 prof	PI16	PI18 sup	PI18 prof	PE04	PE06 sup	PE06 prof	OR07	OR09 sup	OR09 prof	VA10	VA12 sup	VA12 prof	SS01	SS02 sup	SS02 prof		
<i>Vibrio fischeri</i> (SPT)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	A	
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Paracentrotus lividus</i> fecondazione	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Paracentrotus lividus</i> embriotossicità	A	A	B	A	B	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	A	A	A	A	A	A

I risultati ottenuti permettono di mettere in evidenza come il test di tossicità sub-cronica con il riccio di mare applicato alla matrice acquosa anche per questa campagna sia stato in grado di evidenziare una tossicità media ed alta nei campioni provenienti dai transetti sia a 500 che 3000m, ma non sugli stessi transetti e punti di campionamento. Per i transetti indagati da anni il test ha riconfermato una tossicità medio-alta per il sedimento superficiale e profondo del transetto a 3000m di Giulianova; per quanto riguarda il transetto di Pescara il test non ha mostrato tossicità a 500 e 3000m (superficiale) riconfermando comunque l'assenza di tossicità nel campione profondo; nel caso del sedimento proveniente da Ortona, il test ha riconfermato l'assenza di tossicità; per Vasto i risultati sono stati molto diversi in quanto il campione a 500m ha mostrato una tossicità alta, quello superficiale a 3000m una tossicità media, invertendo invece il risultato per il campione profondo che da una tossicità alta è passato ad un'assenza di tossicità.

Per quanto riguarda i nuovi transetti, il test ha mostrato una tossicità media per il sedimento profondo a 3000m di Alba e pressoché assente per tutti gli altri sedimenti dei transetti di Pineto e S.Salvo.

Nella tabella successiva vengono riportati i risultati relativi al solo test di sviluppo embrionale con il riccio di mare delle due campagne di campionamento del 2010 a confronto. Per la maggior parte dei campioni si osserva una corrispondenza tra i sedimenti campionati nei due diversi periodi dell'anno, per gli altri si osserva in genere un miglioramento ad eccezione di AL15, VA10 e VA12.

	AL13	AL15 sup	AL15 prof	GU01	GU03 sup	GU03 prof	PI16	PI18 sup	PI18 prof	PE04	PE06 sup	PE06 prof	OR07	OR09 sup	OR09 prof	VA10	VA12 sup	VA12 prof	SS01	SS02 sup	SS02 prof	
<i>Paracentrotus lividus</i> embriotossicità APRILE	A	B	A	A	C	C	B	C	A	B	C	A	A	A	A	A	A	A	C	A	B	A
<i>Paracentrotus lividus</i> embriotossicità NOVEMBRE	A	A	B	A	B	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	A	A	A	A	A

In generale i test di tossicità più sensibili come quelli sub-cronici, riescono ad evidenziare differenze tra campioni di sedimenti alle diverse profondità, nei diversi periodi dell'anno e nell'ambito dello stesso transetto all'interno dell'area di campionamento, continuando a dimostrare la loro validità come strumenti adatti nel monitoraggio anche nell'individuare hot spot e cambiamenti dovuti al probabile movimento dei sedimenti sia da un punto di vista spaziale che temporale.

---

#### 4.6 BIOTA

Le analisi chimiche eseguite sul biota sono state effettuate su un pool di 30 organismi, suddivisi in 3 repliche, ciascuna delle quali contenente i tessuti molli di 10 animali. Gli standard di qualità sul Biota, sono riportati in Tab 3/A del D.M. 260/10 e si riferiscono a tre analiti: mercurio, esaclorobenzene, esaclorobutadiene.

I risultati complessivi dell'analisi chimica vengono riportate nella tabella seguente, espressi come  $\mu\text{g/Kg}$  su peso umido del campione (\*), sono sempre inferiori al .

Stazione	<i>Mercurio</i> ( $\mu\text{g/Kg}$ ) (*)	<i>Esaclorobenzene</i> ( $\mu\text{g/Kg}$ ) (*)	<i>Esaclorobutadiene</i> ( $\mu\text{g/Kg}$ ) (*)
Data	ott-2010		
AL13	< 10	<1	<1
GU01	< 10	<1	<1
PI16	< 10	<1	<1
PE04	< 10	<1	<1
OR07	< 10	<1	<1
VA10	< 10	<1	<1
SS01	< 10	<1	<1
<b>Limiti D.M. 260/10</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>55</b>

Tab 16 - Risultati delle analisi chimiche effettuate sul biota

---

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività istituzionali che l'ARTA Abruzzo conduce sul controllo delle acque marino-costiere, il programma di monitoraggio dell'anno 2010 ha coinvolto tutta la Rete Regionale, come previsto dalla convenzione con il Settore Opere Marittime della Regione Abruzzo, con lo sforzo operativo di rispettare le modalità e i tempi previsti nonostante le avverse condizioni meteorologiche di alcuni periodi dell'anno che hanno comportato a volte lo slittamento delle date di campionamento.

Nel dettaglio, dall'analisi dei dati raccolti, si può evidenziare quanto segue:

1. I valori di Indice Trofico lungo tutta la costa individuano uno stato trofico "buono", infatti quasi sempre si registra una buona trasparenza delle acque e assenza di colorazioni anomale delle stesse; i valori di indice più bassi si registrano, in tutte le stazioni, nel periodo estivo in particolare ad agosto.
2. Gli inquinanti chimici determinati nella matrice acqua (IPA, PCB, Pesticidi, metalli) sono risultati sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 260/2010.
3. Gli inquinanti chimici determinati nella matrice sedimento (IPA, PCB, Pesticidi, Metalli, Diossine) sia in superficie che in profondità, sono risultati sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 260/2010 per tutti i parametri ricercati tranne per:
  - *Nichel* e *Cromo totale* che presentano dei superamenti del valore limite ricadente in molti casi nel 20% di tolleranza previsto dal D.M. stesso.
  - Idrocarburi policiclici aromatici totali (IPA) che sono risultati inferiori al limite (800 mg/kg ss) nella maggioranza delle stazioni campionate, tranne nelle stazioni si PI18 sup e SS02 sup.  
I componenti maggiormente presenti sono *Naftalene* con valori leggermente superiori al limite per le stazioni di PI18 prof e PE06 sup, e *Fluorantene* con valori eccedenti il limite per le stazioni AL15 sup, AL15 prof, GU03 sup, PI18 sup, PE06 sup, PE06 prof, OR09 sup, VA12 sup, SS02 sup, SS02 prof.
4. Le analisi granulometriche hanno evidenziato che per ogni stazione, a parte i campioni di sedimento a 500 m in cui la componente arenitica è per tutte le stazioni predominante, la frazione pelitica a 3000 m risulta suscettibile di variazioni tra la parte superficiale e quella profonda: in genere tale componente aumenta nello strato più profondo, ma non è riscontrabile in tutte le stazioni.

- 
5. I risultati dei saggi di tossicità mettono in evidenza come il test di tossicità acuta con il batterio marino applicato alla fase solida e in maniera più evidente quello di tossicità sub-cronica con il riccio di mare applicato alla matrice acquosa siano stati in grado di evidenziare un certa tossicità soprattutto nei campioni profondi analizzati.
  6. La comunità fitoplanctonica è caratterizzata da valori elevati in primavera e in autunno, in coincidenza con fioriture di diatomee, tipiche in Adriatico durante le stagioni suddette.
  7. Lo stato delle comunità bentoniche, analizzato mediante indice AMBI ed M-AMBI, conferma la buona qualità dell'ecosistema marino-costiero regionale, classificando gran parte delle stazioni come "undisturbed", tranne per le stazioni PI16, PE04, OR07 che denotano un leggero aumento delle specie indicatrici di uno stato ambientale perturbato, rimanendo comunque sempre in una classe di qualità buona, "*slightly undisturbed*"; l'indice M-AMBI conferma lo tale stato, classificando le stazioni poste a 500 m nella classe "good e high" (buono e alto), e le stazioni a 3000 m in prevalenza "good" ad eccezione di PI18 e VA12 che presentano un valore "moderate" (moderato).

L'insieme delle informazioni raccolte nel 2010, insieme a quanto osservato negli anni precedenti, riconferma ancora una volta l'evidenza dell'estrema variabilità e complessità del sistema costiero indagato riconducibili all'influenza di diversi fattori, tra cui le condizioni idrobiologiche e fisiche dell'intero bacino, la variabilità delle condizioni meteorologiche, la collocazione geografica delle stazioni in relazione alle pressioni del territorio retrostante, gli apporti delle attività da diporto.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. APAT IRSA-CNR, 2003. *Metodi analitici per le acque. Manuali e Linee guida, 29/2003.*
2. Avancini M., Cicero A. M., Di Girolamo I., Innamorati M., Magaletti E., Sertorio Zunini T. 2006. *Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani, Vol. I – Fitoplacton.* Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio – DPN; ICRAM – Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare.
3. Avancini M., Cicero A. M., Di Girolamo I., Innamorati M., Magaletti E., Sertorio Zunini T. 2006. *Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani, Vol. II – Zooplancton Neritico – Tavole.* Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio – DPN; ICRAM – Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare.
4. *Barnes, R.D. 1985. Zoologia: gli Invertebrati. Piccin ed..*
5. 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. 18/9/90, n. 218
6. Fauvel P. 1923. *Faune de France.* P. Lechevalier – Paris
7. 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.
8. 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
9. Pérès, J.M. & Picard, J.. 1964. *Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée.* Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 31 (47).
10. Picard, J.. 1965. *Recherques qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles dragables de la region marseillaise.* Thèse Doct. Sci. Nat. Aix-Marseille, 160.
11. Regione del Veneto - ARPAV, 2009. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2008. Analisi dei dati osservati nell'anno 2008.* A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., Ancona S., Barbaro J., Berti L.,

---

Bon D., Buosi A., D'Amico M.L., Delli Quadri F., Fassina D., Guardati L., Guzzinati R., Iacovone V., Lonigo A., Rossi S., Rizzardi S.

12. Ricard M., 1987. *Atlas du Phytoplancton Marin*. Vol. I. Ed. du CNRS, Paris.
13. Riedl, R. 1991. *Fauna e flora del Mediterraneo*. Muzzio Ed.
14. Rouse G., Pleijel F., 2001. *Polychaetes*. Oxford University Press, Hong Kong.
15. Sournia A., 1986. *Atlas du Phytoplancton Marin*. Vol. 1. Ed. du CNRS, Paris.
16. Tomas R. C. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press.