

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



Analisi dei dati osservati nell'anno 2011

PAGINA INSERITA PER STAMPA FRONTE-RETRO



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: N. Di Deo, P. Cecamore, P. De Iure

Batimetrie e restituzioni cartografiche: R. Cacciatore

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

Attività analitica:

- *Analisi chimiche:*

I. *Distretto Prov.le di Pescara:* E. Scamosci, B. Filareto, F. Caporale, M. Di Nino, F. Scorrano, S. Tennina

II. *Distretto Prov.le di Chieti:* G. Mancinelli, E. Crescenzi, R. Mancini, A. Felici, S. Batilde, R. Civitavecchia, P. D'Onofrio

- *Analisi tossicologiche:* A. Arizzi Novelli

- *Analisi granulometriche:* N. Di Deo

- *Analisi biologiche:* G. Martella, A. Arizzi Novelli, D. Rosoni, F.P. Russo, M. Melchiorri, L. Mastrangioli



Premessa

Nell'anno 2011 l' ARTA Abruzzo ha svolto le attività di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero sulla Rete Regionale previste dalla convenzione della Regione Abruzzo, per la classificazione ecologico-ambientale delle acque marine in applicazione del D.lgs 152/06.

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

Tab. 1 – Elenco delle stazioni di campionamento



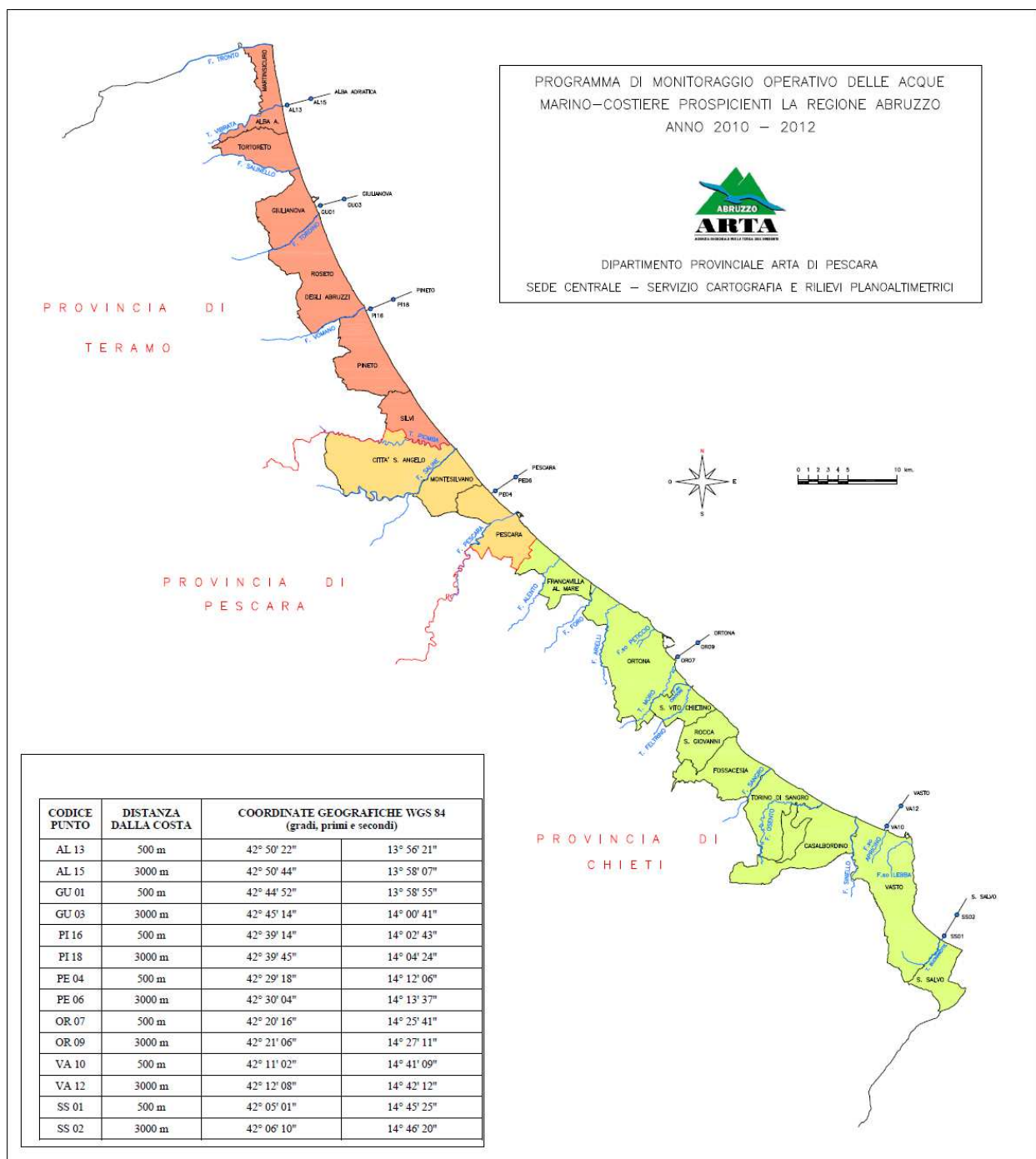


Fig. 1: Localizzazione delle stazioni di campionamento della Rete Regionale



1. 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.

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

Tab. 2: Campagna di monitoraggio effettuata nel 2011 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 m²: 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'O₂ atmosferico e dipende da alcuni fattori fisici (temperatura, pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua), da caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (salinità, pH) e da processi biologici e chimici (attività fotosintetica, respirazione di piante e animali acquatici e mineralizzazione della sostanza organica).

Salinità: 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-(NO₃ + NO₂ + NH₃) 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 sottosaturazione 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 particolata (POM).

- **Analisi granulometrica**

È 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 2011, da gennaio a dicembre.

La campagna di monitoraggio sui sette transetti della Rete Regionale ha portato all'acquisizione di 1.120 dati meteo marini, 140 profili con sonda multiparametrica per un totale di 700 dati analitici acquisiti a 0,5 m di profondità, al prelievo di 140 campioni di acqua e di fitoplancton, 14 campioni di sedimento, 7 di biota 42 di macrobenthos.

4.1 ACQUA

I campioni della matrice acqua sono stati prelevati con frequenza mensile, su tutte le stazioni per l'analisi dei nutrienti e, solo sulle stazioni a 500 m dalla costa, 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	18,82	18,99	8,65	27,84	7,05	AL13	35,40	35,05	32,46	38,04	1,92
AL15	18,56	18,68	7,72	27,73	7,24	AL15	35,31	35,22	31,04	38,17	2,28
GU01	18,73	19,14	7,61	27,46	7,32	GU01	35,13	34,97	31,10	38,25	2,18
GU03	18,65	19,04	7,46	27,64	7,33	GU03	35,22	35,10	29,78	38,19	2,54
PI16	18,79	18,99	8,02	27,77	7,37	PI16	35,00	34,91	32,09	37,77	1,99
PI18	18,71	18,67	7,43	28,09	7,32	PI18	34,94	34,98	30,20	37,44	2,19
PE04	18,58	18,58	7,28	27,40	7,33	PE04	35,12	34,53	31,18	37,90	2,04
PE06	18,62	18,34	7,09	27,34	7,42	PE06	34,84	34,64	30,52	37,12	1,98
OR07	18,74	18,66	7,91	26,48	6,95	OR07	35,38	35,23	31,86	38,12	1,92
OR09	18,75	18,64	7,94	26,80	6,93	OR09	35,36	35,37	31,63	38,27	2,06
VA10	18,92	18,97	8,20	27,72	7,13	VA10	35,38	35,18	31,99	38,61	2,04
VA12	19,02	19,23	8,00	27,59	7,20	VA12	35,40	35,40	31,77	37,37	1,96
SS01	19,33	19,07	8,35	28,19	7,41	SS01	35,87	35,60	32,85	38,64	1,94
SS02	19,02	18,66	8,87	27,56	7,06	SS02	35,85	35,62	32,86	38,62	1,85



	Ossigeno disciolto (% Sat.)						Concentrazione idrogenionica (unità pH)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.		Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	96,79	96,65	85,97	105,60	7,80	AL13	8,21	8,26	7,88	8,50	0,20
AL15	97,97	100,20	83,18	108,20	8,84	AL15	8,23	8,21	8,00	8,56	0,18
GU01	95,10	94,55	84,90	104,30	7,29	GU01	8,24	8,27	8,00	8,50	0,15
GU03	96,76	96,00	85,76	109,00	8,96	GU03	8,22	8,23	7,98	8,56	0,18
PI16	96,00	94,40	83,10	114,00	10,11	PI16	8,21	8,24	7,89	8,58	0,21
PI18	96,44	94,15	84,30	109,80	9,91	PI18	8,24	8,26	8,03	8,50	0,15
PE04	100,79	98,55	82,20	119,40	11,93	PE04	8,25	8,22	8,12	8,57	0,14
PE06	100,85	97,20	89,30	129,80	11,70	PE06	8,23	8,22	8,05	8,59	0,17
OR07	102,18	99,05	90,94	124,00	9,44	OR07	8,25	8,24	8,06	8,55	0,14
OR09	103,82	99,90	90,84	121,30	9,39	OR09	8,24	8,22	8,02	8,57	0,16
VA10	97,32	98,20	83,20	109,20	7,99	VA10	8,23	8,21	8,07	8,52	0,14
VA12	98,97	98,45	86,40	114,00	8,35	VA12	8,23	8,22	8,01	8,54	0,17
SS01	100,15	99,60	88,60	110,40	7,94	SS01	8,24	8,24	8,01	8,52	0,16
SS02	101,37	100,50	93,26	110,60	5,62	SS02	8,23	8,23	8,01	8,55	0,17

	Clorofilla (µg/l)						Trasparenza (m)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.		Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	0,40	0,25	0,15	0,97	0,26	AL13	2,80	2,75	1,00	4,00	0,98
AL15	0,56	0,27	0,08	1,78	0,62	AL15	4,85	3,50	1,00	10,00	3,17
GU01	0,49	0,30	0,16	1,81	0,50	GU01	2,73	2,50	1,10	4,50	1,17
GU03	0,44	0,22	0,08	1,66	0,50	GU03	4,67	3,75	1,00	9,50	2,80
PI16	0,43	0,30	0,13	1,05	0,32	PI16	2,21	2,45	0,50	4,00	1,28
PI18	0,42	0,28	0,10	1,10	0,37	PI18	3,81	3,25	1,00	8,00	2,57
PE04	0,46	0,30	0,20	1,00	0,30	PE04	2,46	2,25	1,00	5,00	1,22
PE06	0,51	0,29	0,10	1,41	0,41	PE06	4,35	3,50	0,50	9,00	2,94
OR07	0,95	0,62	0,14	4,35	1,24	OR07	2,50	2,50	0,50	5,00	1,43
OR09	0,69	0,41	0,04	2,57	0,81	OR09	4,95	3,75	1,00	10,00	3,02
VA10	1,20	0,62	0,12	6,32	1,88	VA10	2,83	3,00	1,00	4,00	1,05
VA12	1,04	0,60	0,03	5,51	1,64	VA12	4,81	4,50	2,00	9,00	2,17
SS01	1,10	0,26	0,15	8,38	2,56	SS01	2,50	2,75	0,50	3,50	1,00
SS02	1,09	0,36	0,07	6,61	2,00	SS02	4,50	4,00	1,00	9,00	2,36

Tabella 4: Valori medi, mediana, minimo, massimo, deviazione standard (SD) dei parametri acquisiti nelle acque di superficie nell'anno 2011 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 (19,33 °C) mentre il valore più basso a AL15 (18,56 °C); i valori mensili evidenziano un minimo di 7,09 °C a gennaio (PE06) e un massimo di 28,19 °C a luglio (SS01).

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



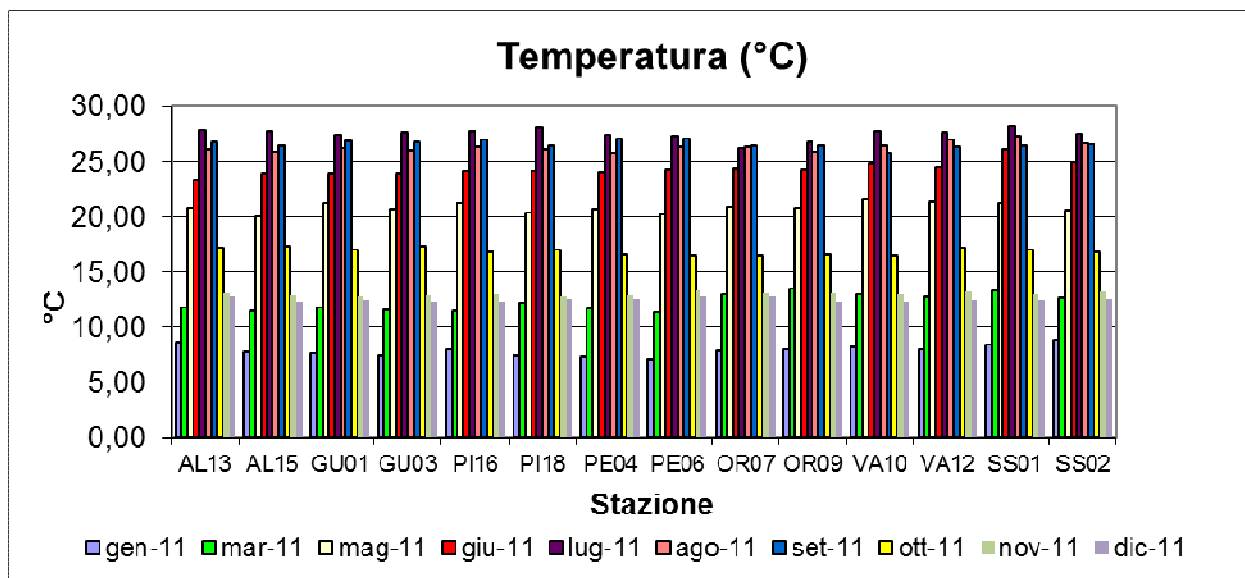


Fig.2 Valori mensili di Temperatura dell'acqua in superficie

TRASPARENZA

I valori di trasparenza sono compresi tra un massimo di 10,0 m rilevato presso le stazioni OR09 (ad agosto) e AL15 (ad agosto e settembre), ed un minimo pari a 0,5 m rilevato nelle stazioni PI16 (a gennaio e marzo), PE06 (a gennaio), OR07 (a gennaio) e a SS01 (a gennaio). In Fig. 3 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna.

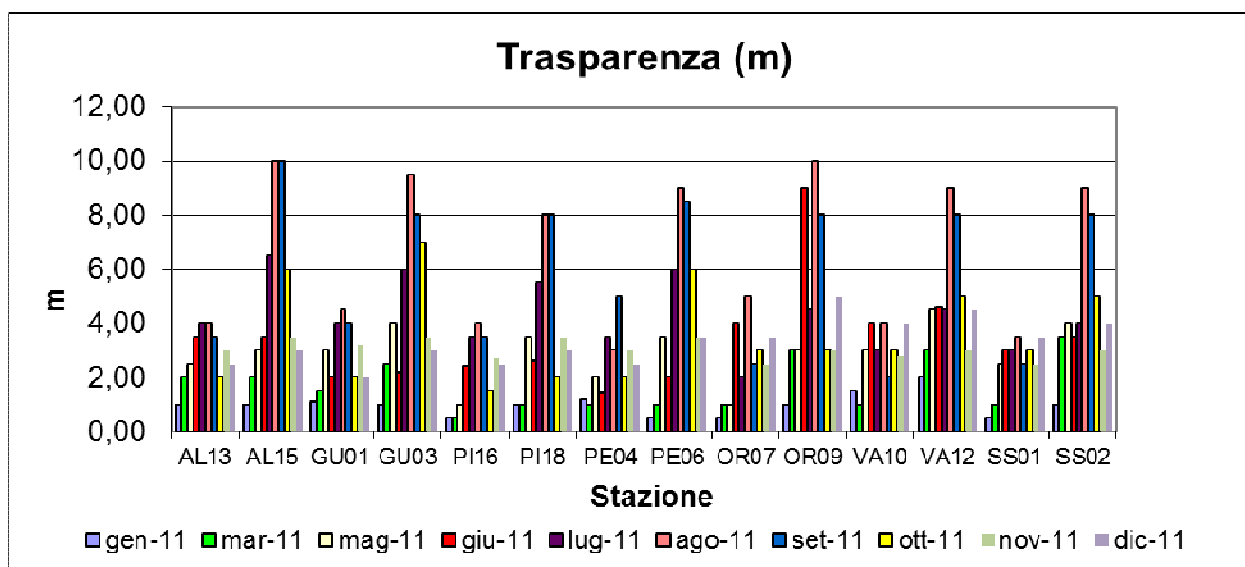


Fig. 3 Andamento medio della trasparenza



SALINITA'

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra il valore minimo di 29,78 ‰ (stazione GU03 nel mese di gennaio) ed il valore massimo di 38,64 ‰ (stazione SS01 nel mese di settembre).

I valori bassi di salinità registrati nel mese di gennaio, soprattutto nelle stazioni dei transetti a Nord (Alba Adriatica, Giulianova, Pineto, Pescara), 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.

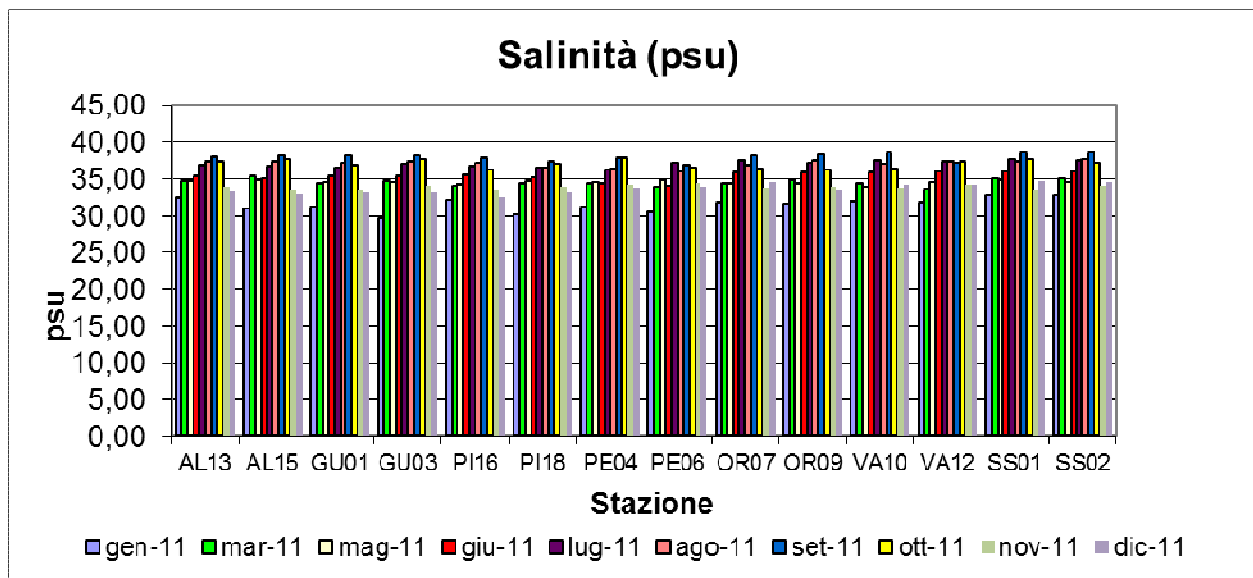


Fig. 4 Andamento mensile della salinità superficiale.

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 8,23 unità di pH, un massimo di 8,59 (staz. PE06 a maggio) ed un minimo di 7,88 (staz. AL13 a gennaio).

In figura 5 si riporta la distribuzione dei valori di media e mediana (annuali) di pH calcolati in superficie.



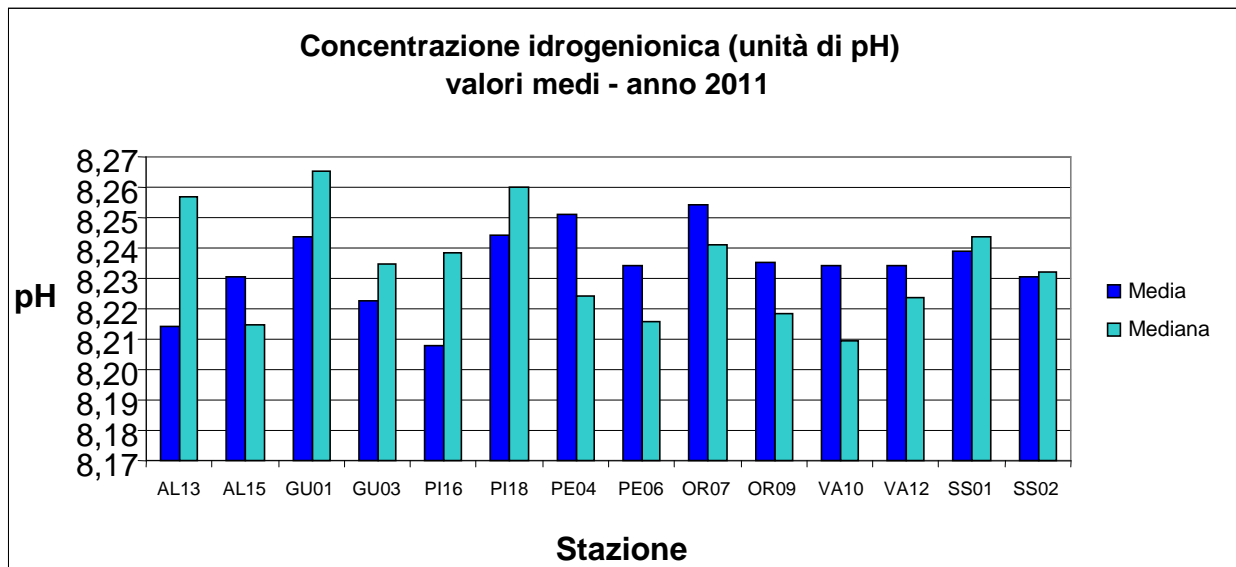


Fig.5 Distribuzione dei valori di media e mediana (annuale) di pH .

OSSIGENO DISCIOLTO

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 98,89 % con un minimo di 82,20 % alla staz. PE04 a maggio ed un massimo di 129,80 % alla staz. PE06 a settembre.

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

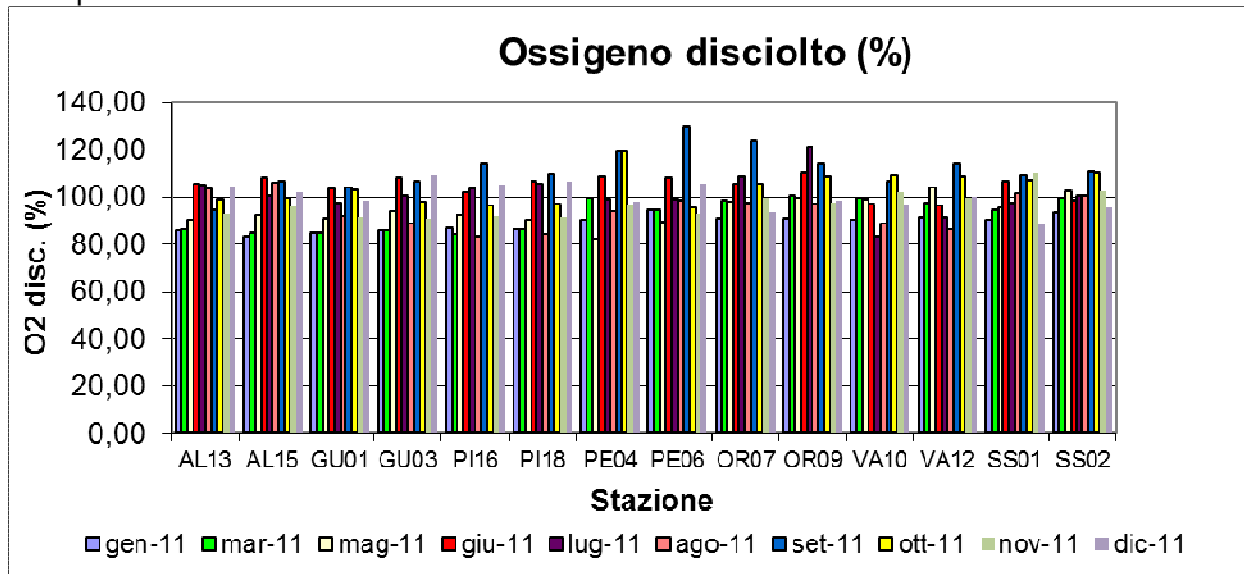


Fig. 6 Distribuzione dei valori medi mensili di ossigeno disciolto.



CLOROFILLA "a"

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla "a", misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0,70 µg/L, con un valore minimo pari a 0,03 µg/L nella stazione di VA12 (luglio) ed un massimo di 8,38 µg/L rilevato a novembre nella staz. SS01.

Gli alti valori registrati a novembre nelle stazioni di Ortona, Vasto e San Salvo, sono riconducibili a fioriture di *Chaetoceros socialis*. *Pseudo-nitzschia* spp.

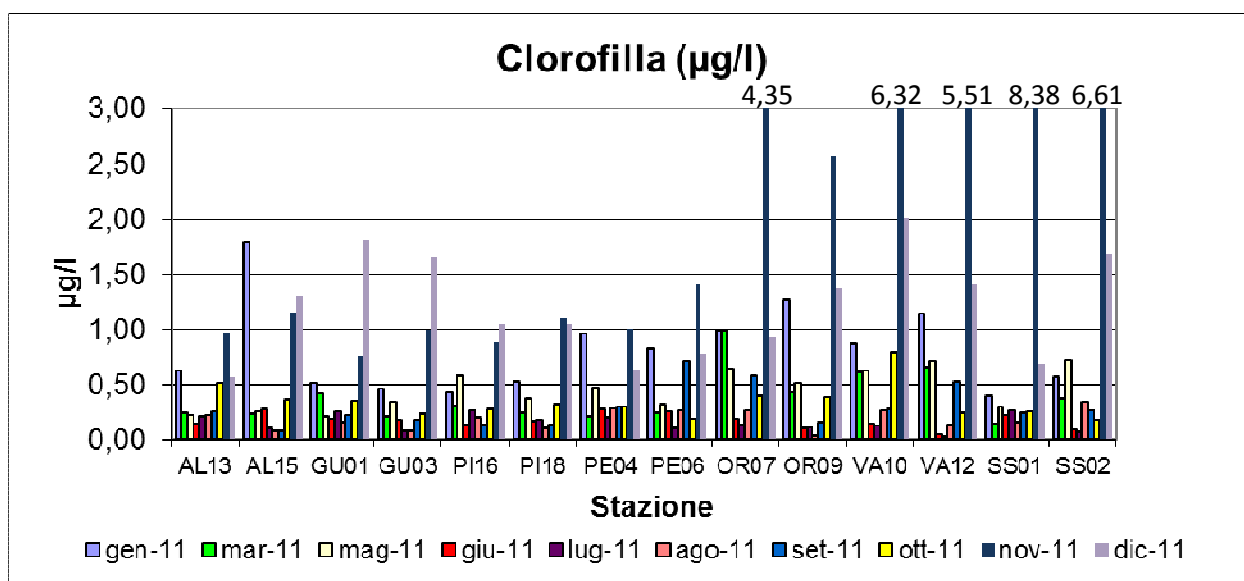


Fig. 7. Distribuzione dei valori di clorofilla a rilevati in superficie.

- NUTRIENTI

AMMONIACA

In superficie la concentrazione media annua di ammoniaca è stata pari a 0,27 µg/L con un valore minimo di concentrazione pari a 0,01 µg/L nel mese di ottobre nelle stazioni di PE04, OR07 e VA12 ed un valore massimo di 12,88 µg/L nella stazione GU03 nel mese di dicembre.



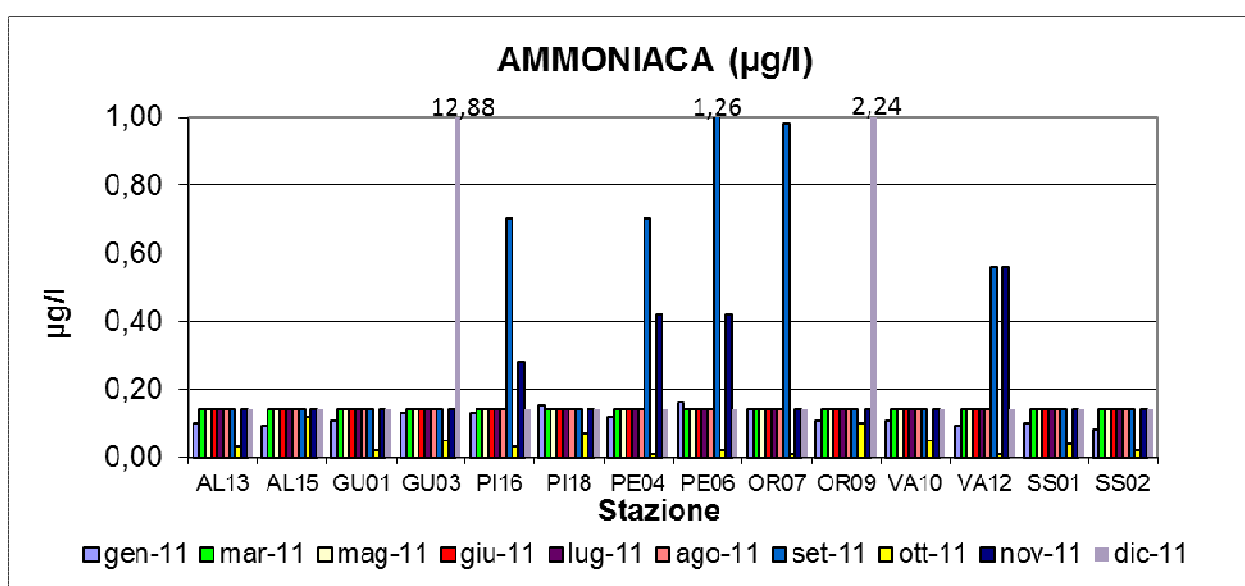


Fig. 8 Distribuzione dei valori di ammoniaca rilevati in superficie.

NITRATI

In superficie la concentrazione media del nitrato è di 80,06 µg/L, con un valore minimo di 5,74 µg/L nella staz. PE04 a novembre ed un valore massimo di 311,22 µg/L nella staz. AL13 a gennaio.

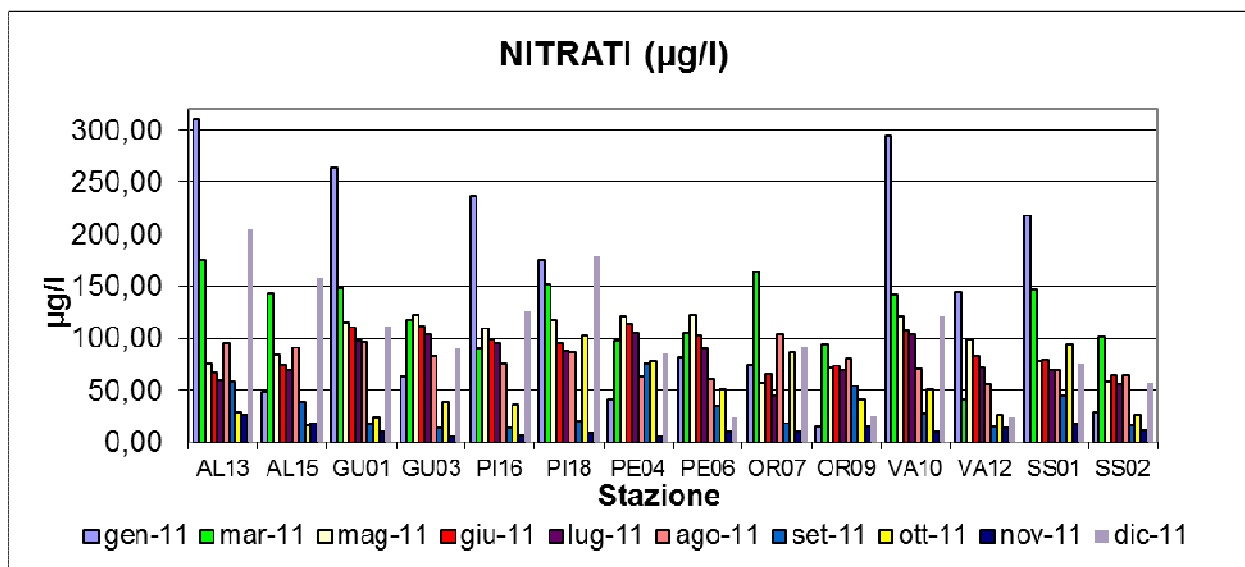


Fig. 9. Distribuzione dei valori di nitrati rilevati in superficie.



NITRITI

In superficie la concentrazione media dei nitriti è di 4,67 µg/L con un valore minimo di 0,28 µg/L nelle stazioni di GU01 e SS02 nel mese di marzo, ed un valore massimo pari a 18,24 µg/L nella staz. OR09 ad ottobre.

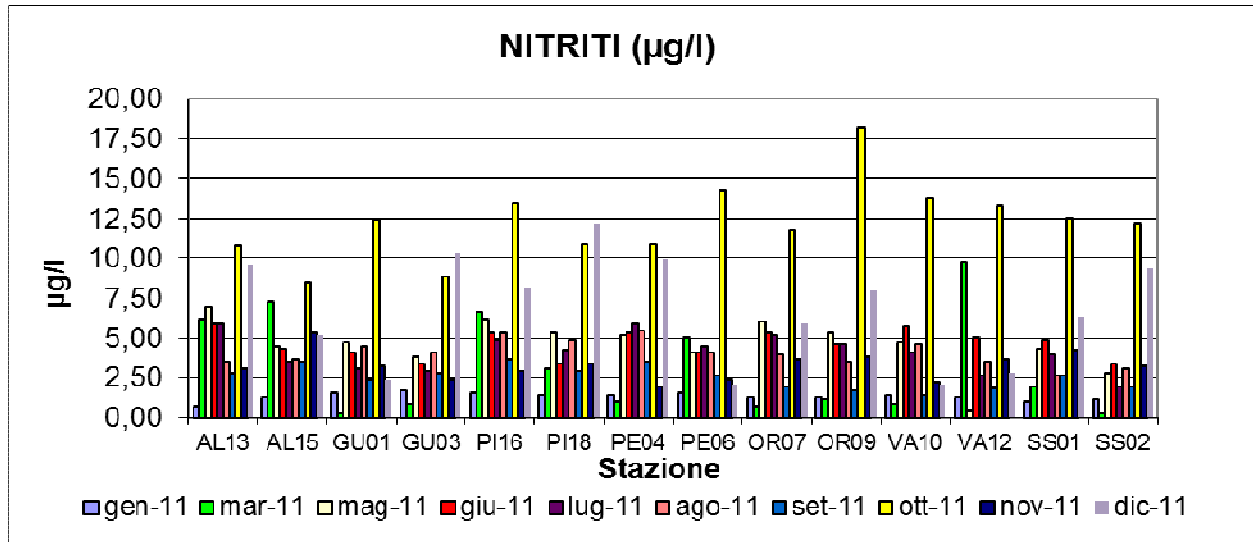


Fig. 10. Distribuzione dei valori di nitriti rilevati in superficie.

AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 257,88 µg/L, con un valore minimo pari a 139,44 µg/L alla stazione GU01 a novembre ed un valore massimo di 439,74 µg/L nella stazione AL13 a dicembre.

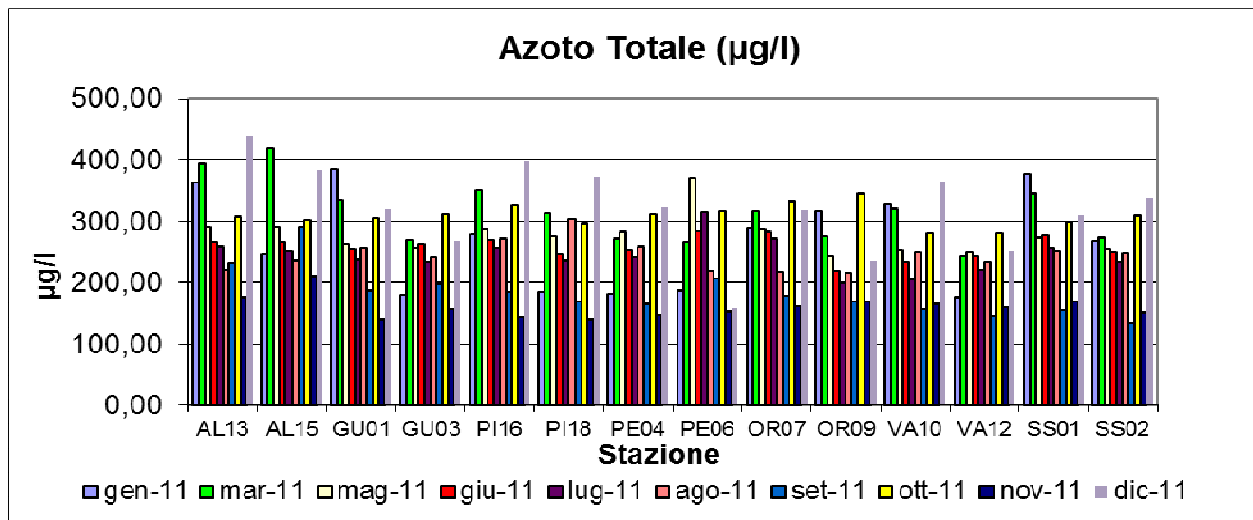


Fig. 11. Distribuzione dei valori di azoto totale rilevati in superficie.



FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di 19,93 µg/L con un massimo di 53,63 µg/L (staz. SS01 a gennaio) ed un minimo di 3,10 µg/L nella staz. VA12 a novembre.

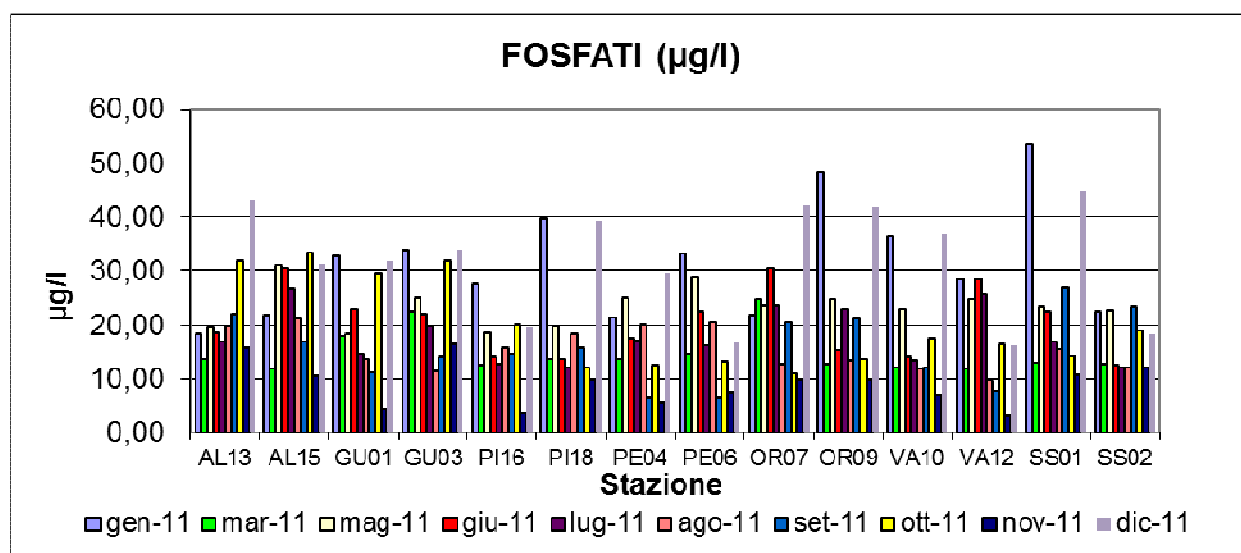


Fig. 12. Distribuzione dei valori di fosfati totale rilevati in superficie.

FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 61,93 µg/L con un massimo di 278,69 µg/L (staz. VA12 a gennaio) ed un minimo di 31,31 µg/L nella staz. OR09 a novembre.

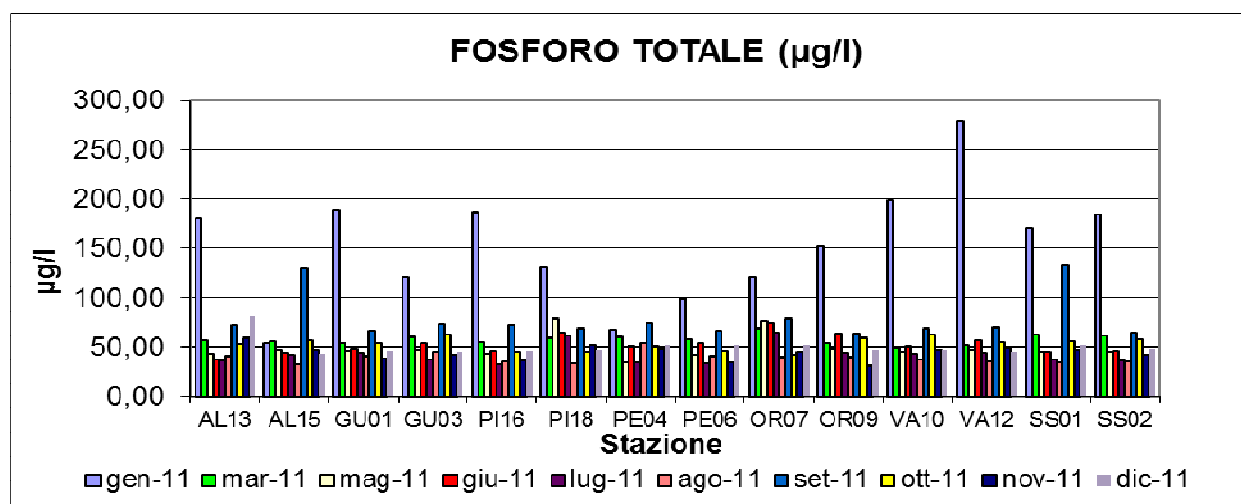


Fig. 13. Distribuzione dei valori di fosfati totale rilevati in superficie.



SILICATI

In superficie la concentrazione media di silicati è di 346,67 µg/L con un massimo di 1039,20 µg/L (staz. SS01 a gennaio) ed un minimo di 64,41 µg/L ad AL15 nel mese di ottobre.

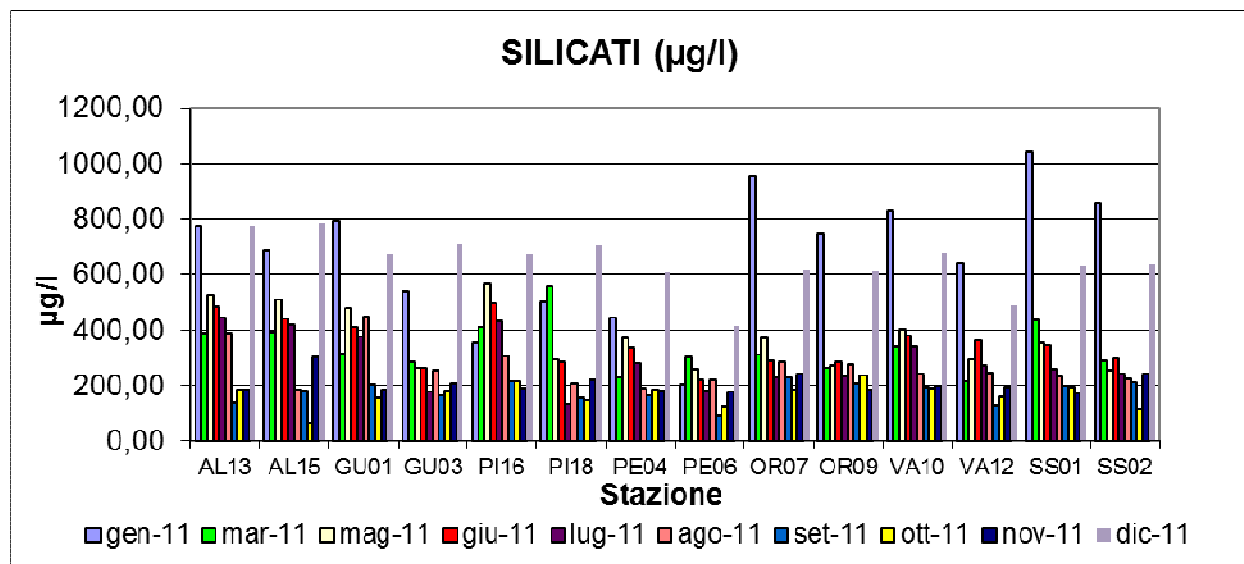


Fig. 14. Distribuzione dei valori dei silicati totali rilevati in superficie.

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 4,55 per la fascia a 500 m dalla costa e un valore di 4,29 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 - 2011												
	gen-11	feb-11	mar-11	apr-11	mag-11	giu-11	lug-11	ago-11	set-11	ott-11	nov-11	dic-11
AL13	5,99	-	5,02	-	4,48	4,05	4,08	4,18	4,42	3,77	4,65	5,14
AL15	5,33	-	4,42	-	4,34	4,37	3,02	3,74	3,40	2,87	3,82	4,71
GU01	5,90	-	5,17	-	4,60	4,23	4,15	4,36	3,81	4,00	4,19	4,71
GU03	5,18	-	4,85	-	4,65	4,54	3,15	4,20	3,87	3,87	4,16	5,31
PI16	5,75	-	4,92	-	4,87	3,85	4,16	4,57	4,08	4,04	4,10	5,02
PI18	5,60	-	4,98	-	5,03	4,47	4,37	4,31	4,04	4,33	4,41	5,25
PE04	4,93	-	3,71	-	5,05	4,73	3,61	4,43	5,03	4,94	3,78	4,40
PE06	5,08	-	4,53	-	4,80	4,65	3,25	3,72	5,20	4,07	4,30	4,40



OR07	5,35	-	4,72	-	4,44	4,36	4,24	4,11	4,88	4,57	3,91	4,99
OR09	4,96	-	3,79	-	3,86	4,34	4,48	3,43	4,51	4,63	4,21	4,17
VA10	5,98	-	4,15	-	4,12	4,10	4,56	4,53	4,22	4,97	4,51	5,01
VA12	5,91	-	4,28	-	4,71	3,69	3,68	4,23	4,54	4,30	4,14	3,37
SS01	5,53	-	4,50	-	4,33	4,36	3,98	3,62	4,71	4,61	5,38	5,01
SS02	4,85	-	3,87	-	4,32	3,44	2,88	3,35	4,17	4,26	4,61	4,91

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 4,29 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (AL13) si registra un valore massimo di 5,99 a gennaio e un valore minimo di 3,77 ad ottobre; mentre nella stazione a 3000 m (AL15) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,33 a gennaio e un valore minimo di 2,87 ad ottobre.

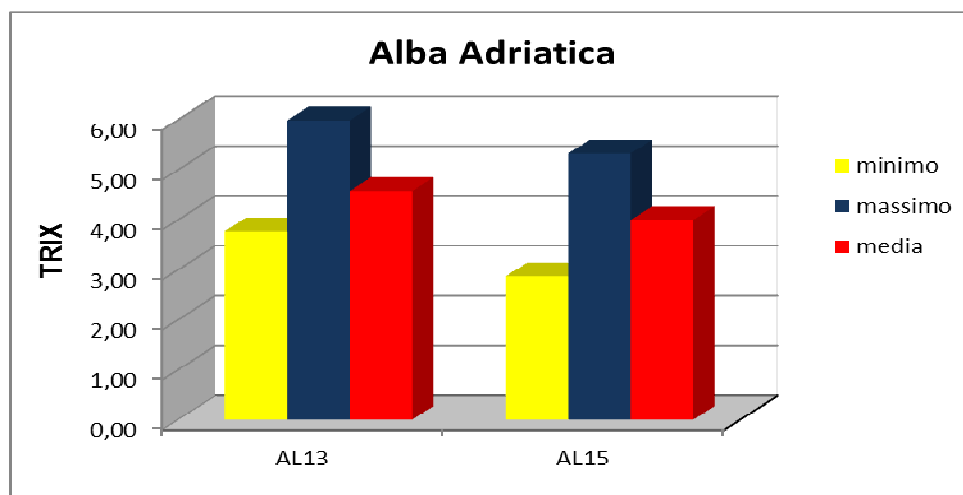


Fig. 15. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Alba Adriatica.

Il transetto di Giulianova, Fig. 16, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,44 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (GU01) si registra un valore massimo di 5,90 a gennaio e un valore minimo di 3,81 a settembre; mentre nella stazione a 3000 m (GU03) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,31 a dicembre e un valore minimo di 3,15 a luglio.



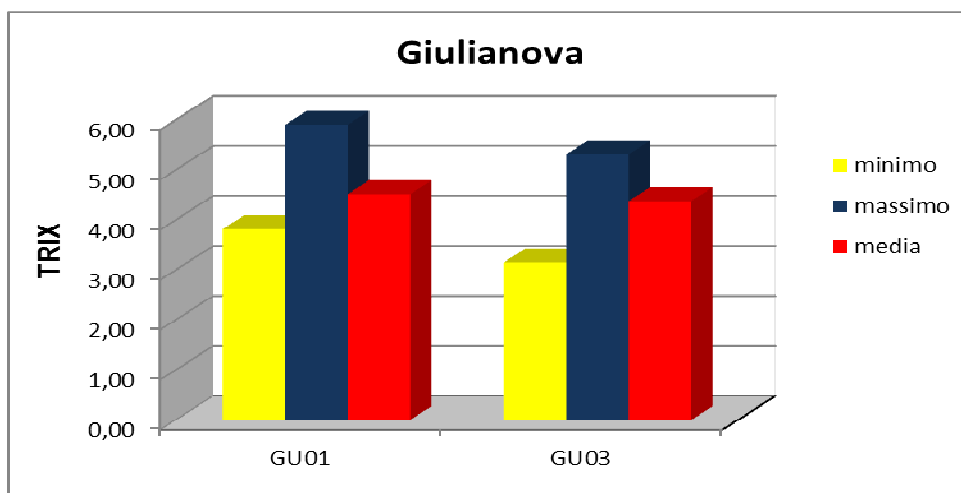


Fig. 16. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Giulianova

Per il transetto di Pineto, Fig. 17, si ottiene un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,61 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (PI16) si registra un valore massimo di 5,75 a gennaio e un valore minimo di 3,85 a giugno; mentre nella stazione a 3000 m (PI18) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,60 a gennaio e un valore minimo di 4,04 a settembre.

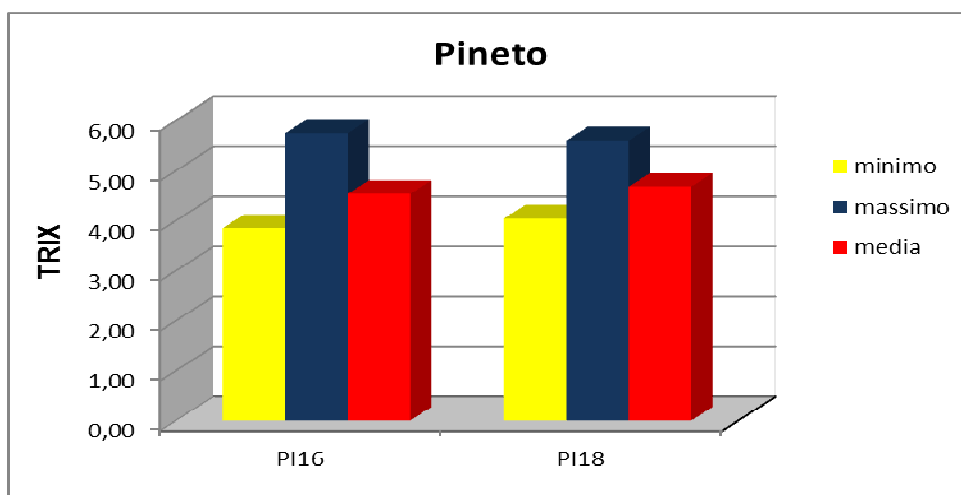


Fig. 17. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Pineto.

Nel transetto di Pescara, Fig. 18, si ottiene un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,43 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (PE04) si registra un valore massimo di 5,05 a maggio e un valore minimo di 3,61 a luglio; mentre nella stazione a 3000 m (PE06) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,20 a settembre e un valore minimo di 3,25 a luglio.



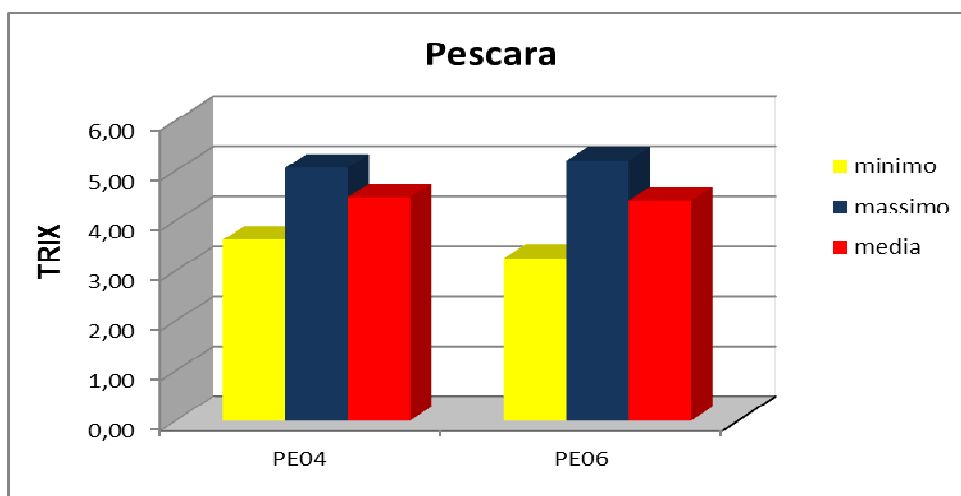


Fig. 18. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Pescara.

Il transetto di Ortona , Fig. 19, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,40 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (OR07) si registra un valore massimo di 5,35 a gennaio e un valore minimo di 3,91 a novembre; mentre nella stazione a 3000 m (OR09) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 4,96 a gennaio e un valore minimo di 3,43 ad agosto.

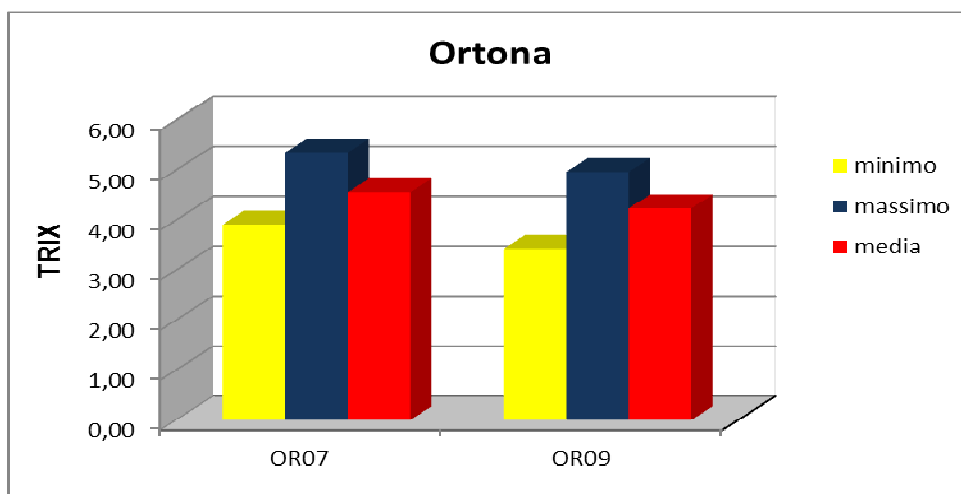


Fig. 19 Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Ortona.

Il transetto di Vasto, Fig. 20, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,45 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (VA10) si registra un valore massimo di 5,98 a gennaio e un valore minimo di 4,10 a giugno; mentre nella stazione



a 3000 m (VA12) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,91 a gennaio e un valore minimo di 3,37 a dicembre.

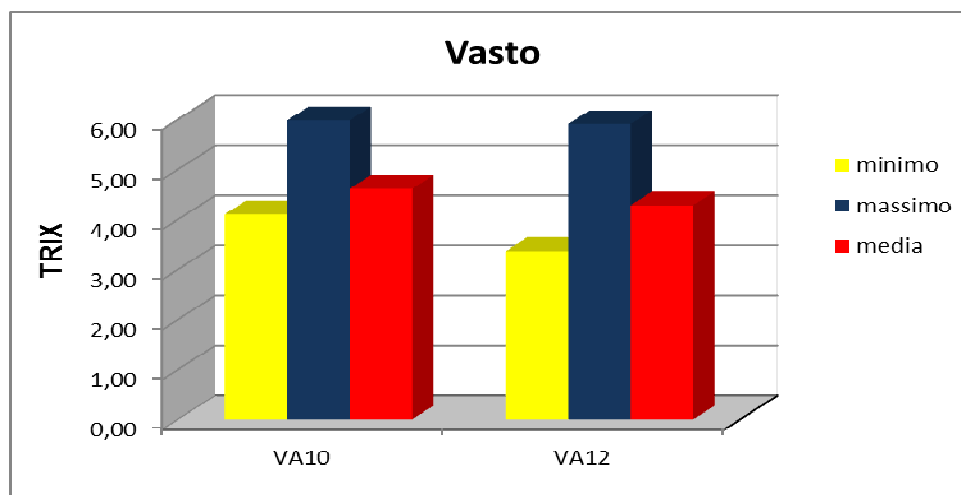


Fig. 20 Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Vasto.

Il transetto di San Salvo, Fig. 21, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,33 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (VA10) si registra un valore massimo di 5,53 a gennaio e un valore minimo di 3,62 ad agosto; mentre nella stazione a 3000 m (VA12) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 4,91 a dicembre e un valore minimo di 2,88 a luglio.

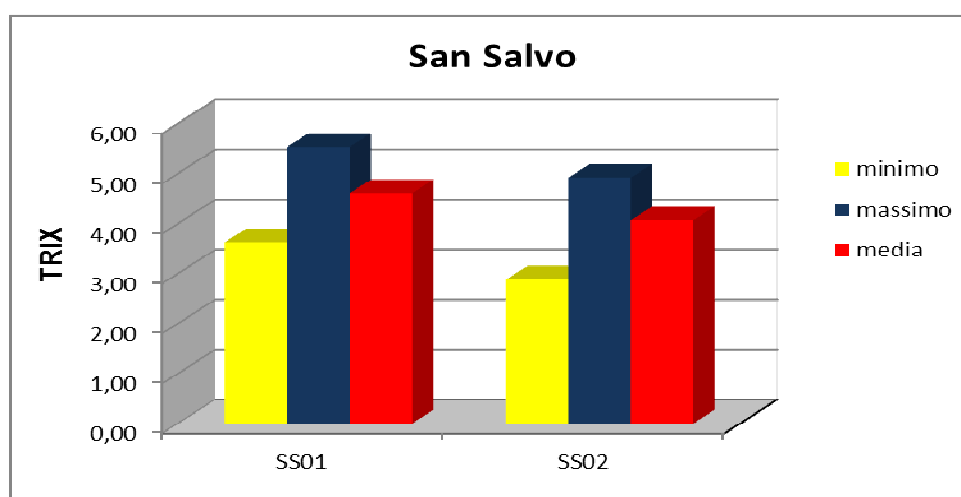


Fig. 21 Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di San Salvo.



- INQUINANTI CHIMICI

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

Nello specifico, i valori di IPA, Composti organici volatili, Pesticidi e Organometalli in tutte le stazioni indagate, sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità.

I valori dei microinquinanti inorganici (metalli), invece, riportati nelle tabelle seguenti, presentano valori spesso inferiori ai limiti di rilevabilità o comunque valori sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 260/10.

Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	AL13										SQA-MA (**)
µg/L	mar-11	apr-11	mag-11	giu-11	lug-11	ago-11	set-11	ott-11	nov-11	dic-11	µg/L
arsenico	0,2	2,0	0,7	0,6	1,1	0,7	0,3	0,5	0,3	< 0,2	5
cadmio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
cromo	1,9	2,4	2,0	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	< 0,03	< 0,03	4
mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,01
nichel	<0,06	3,00	<0,06	<0,06	0,28	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	20
piombo	<0,01	<0,01	0,24	0,09	<0,01	0,70	0,30	0,40	<0,01	<0,01	7,2

Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	GU01										SQA-MA (**)
µg/L	mar-11	apr-11	Mag-11	giu-11	lug-11	ago-11	set-11	ott-11	nov-11	dic-11	µg/L
arsenico	0,6	0,9	0,6	0,7	1,0	0,7	0,3	0,8	< 0,2	< 0,2	5
cadmio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
cromo	2,6	2,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	< 0,03	< 0,03	4
mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,01
nichel	<0,06	5,00	<0,06	<0,06	1,48	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	20
piombo	<0,01	<0,01	0,36	0,20	0,03	0,20	0,13	0,08	<0,01	3,66	7,2



Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	PI16										SQA-MA (**)
µg/L	mar-11	apr-11	mag-11	giu-11	lug-11	ago-11	set-11	ott-11	nov-11	dic-11	µg/L
arsenico	0,4	0,8	0,6	0,7	0,5	0,8	0,2	0,6	< 0,2	< 0,2	5
cadmio	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
cromo	2,4	2,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	< 0,03	< 0,03	4
mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,01
nichel	<0,06	3,00	0,12	<0,06	1,10	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	20
piombo	<0,01	<0,01	0,14	0,30	0,21	0,20	0,06	0,20	0,04	<0,010	7,2

Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	PE04										SQA-MA (**)
µg/L	mar-11	apr-11	mag-11	giu-11	lug-11	ago-11	set-11	ott-11	nov-11	dic-11	µg/L
arsenico	0,2	6,8	0,6	0,5	0,4	0,6	0,3	0,7	0,2	< 0,2	5
cadmio	<0,010	<0,010	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
cromo	2,5	2,8	0,3	0,2	<0,030	0,3	0,1	0,4	<0,030	<0,030	4
mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,01
nichel	<0,06	3,00	0,12	<0,06	0,50	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	20
piombo	<0,01	<0,01	0,67	0,15	0,16	0,40	<0,010	1,60	0,09	<0,010	7,2

Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	OR07										SQA-MA (**)
µg/L	mar-11	apr-11	mag-11	giu-11	lug-11	ago-11	set-11	ott-11	nov-11	dic-11	µg/L
arsenico	0,4	1,7	0,5	0,6	0,5	0,6	0,3	0,5	< 0,2	< 0,2	5
cadmio	<0,010	<0,010	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
cromo	2,4	2,4	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	<0,030	<0,030	4
mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,01
nichel	< 0,06	5,00	0,09	<0,06	0,80	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	20
piombo	<0,01	<0,01	0,20	0,43	0,18	<0,010	0,18	0,09	<0,010	<0,010	7,2



Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	VA10										SQA-MA (**)
µg/L	mar-11	apr-11	mag-11	giu-11	lug-11	ago-11	set-11	ott-11	nov-11	dic-11	µg/L
arsenico	0,2	2,0	0,8	0,6	0,4	0,7	0,2	0,7	0,3	< 0,2	5
cadmio	<0,010	<0,010	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
cromo	2,4	2,3	0,2	0,1	<0,030	0,3	0,2	0,3	<0,030	<0,030	4
mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,01
nichel	0,47	1,50	<0,06	<0,06	0,41	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	20
piombo	<0,01	<0,01	0,58	0,55	0,04	0,20	0,18	0,13	<0,010	<0,010	7,2

Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	SS01										SQA-MA (**)
µg/L	mar-11	apr-11	mag-11	giu-11	lug-11	ago-11	set-11	ott-11	nov-11	dic-11	µg/L
arsenico	0,2	3,9	0,6	0,7	0,4	0,7	0,7	0,6	< 0,2	< 0,2	5
cadmio	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
cromo	3,88	2,32	0,16	<0,03	0,04	0,30	0,08	0,30	<0,030	<0,030	4
mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,01
nichel	0,78	0,60	<0,06	<0,06	0,71	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	20
piombo	<0,01	<0,01	0,49	0,10	0,10	<0,01	<0,01	0,20	<0,01	<0,01	7,2

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

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

Nelle figure che seguono sono riportati gli andamenti dei valori mensili, tranne per il Mercurio ed il Cadmio che sono risultati quasi sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale.



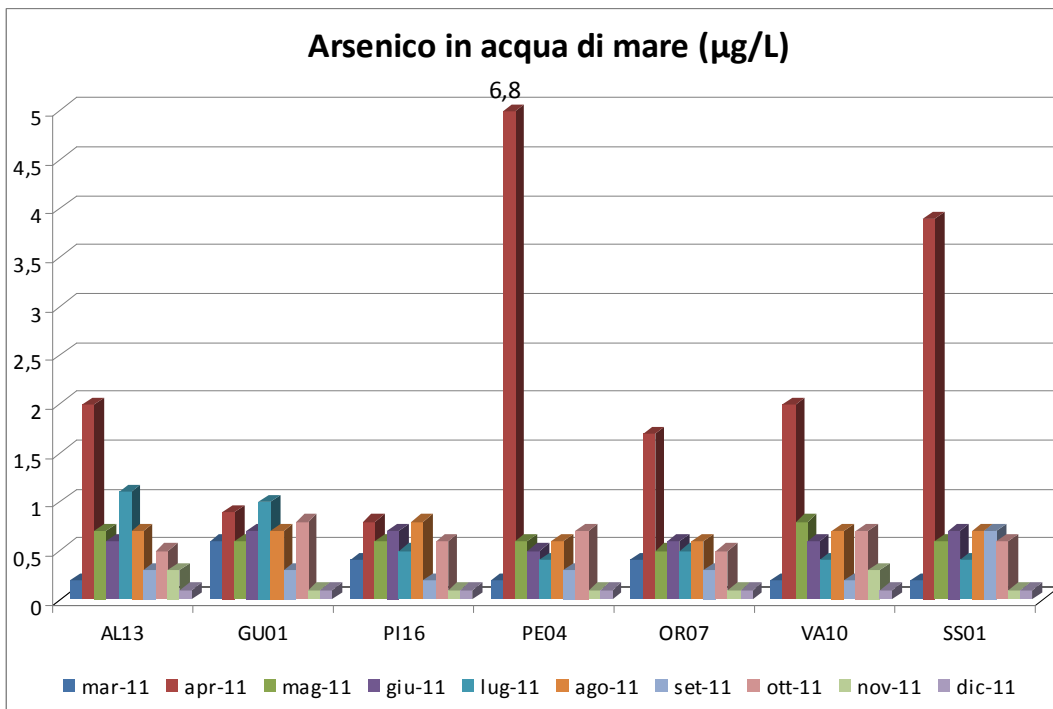


Fig. 22 Andamento dell'Arsenico nelle 7 stazioni monitorate

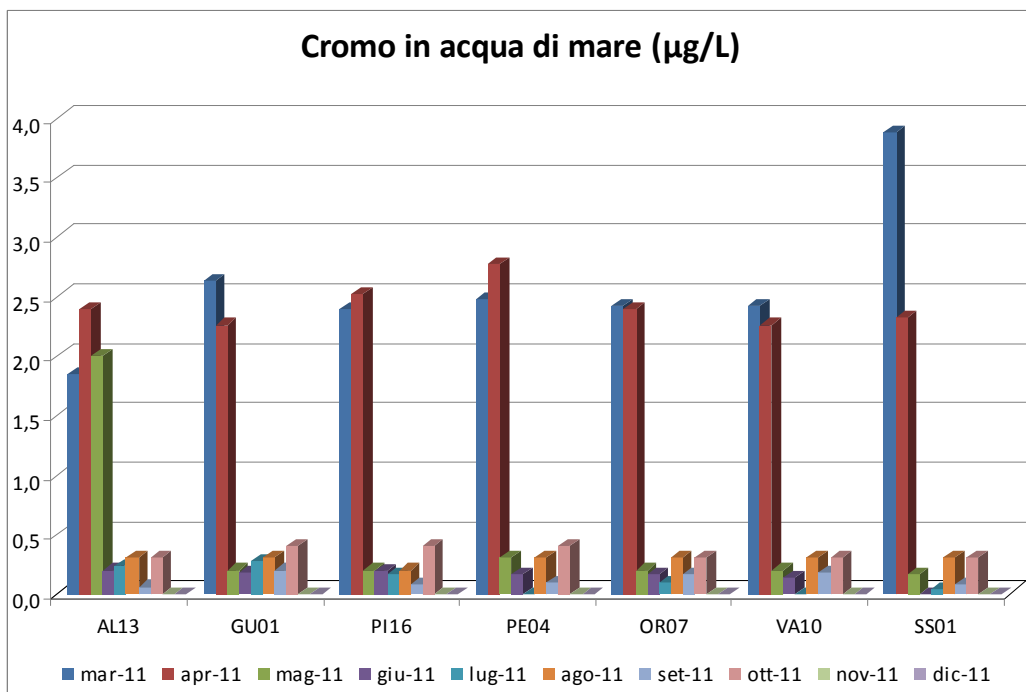


Fig. 23 Andamento del Cromo nelle 7 stazioni monitorate



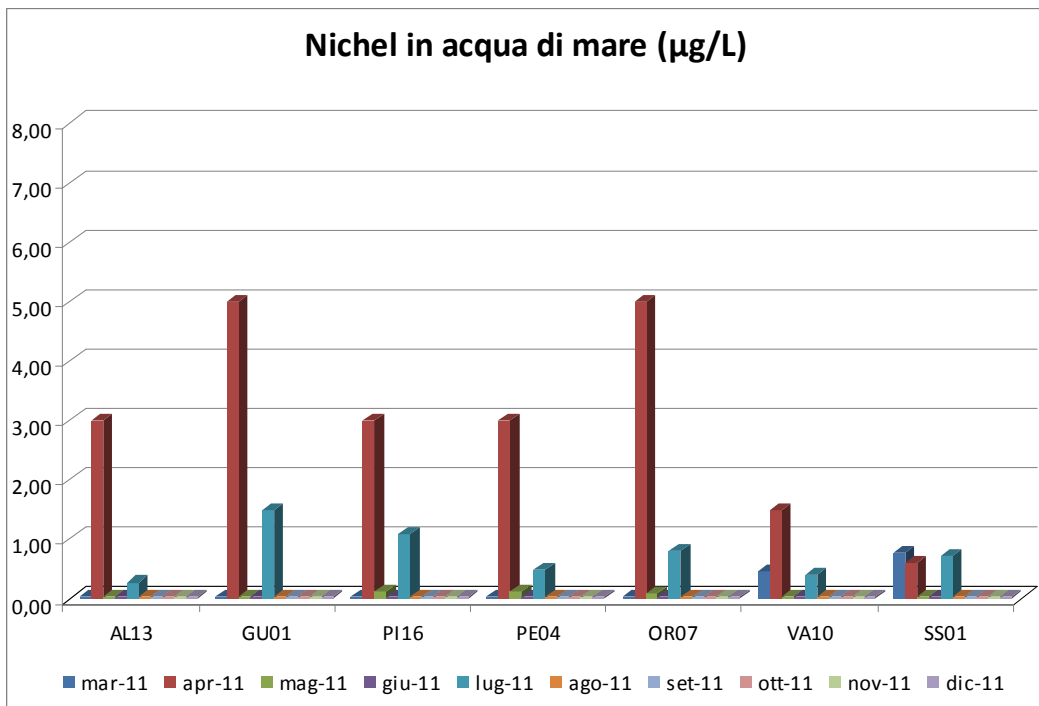


Fig. 24 Andamento del Nichel nelle 7 stazioni monitorate

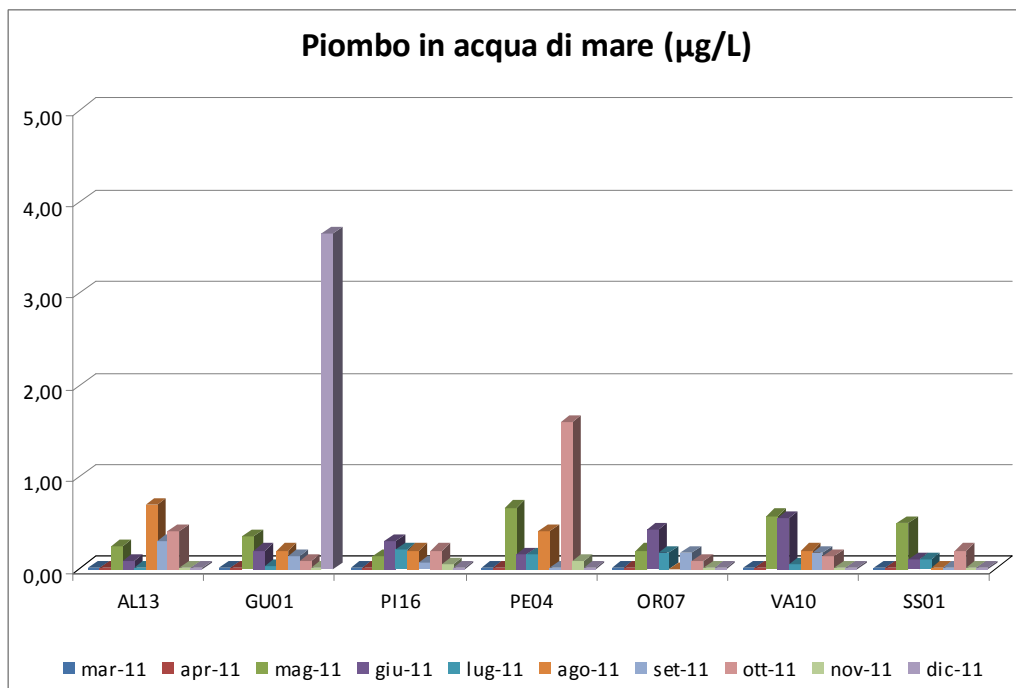


Fig. 25 Andamento del Piombo nelle 7 stazioni monitorate



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. Le abbondanze fitoplanctoniche sono caratterizzate da valori massimi registrati nel mese di novembre, rispettivamente 5.574.567 c/L nella stazione PE04 e 12.803.912 c/L a PI18, legati ad una fioritura di Diatomee, in particolare di *Chaetoceros socialis*.

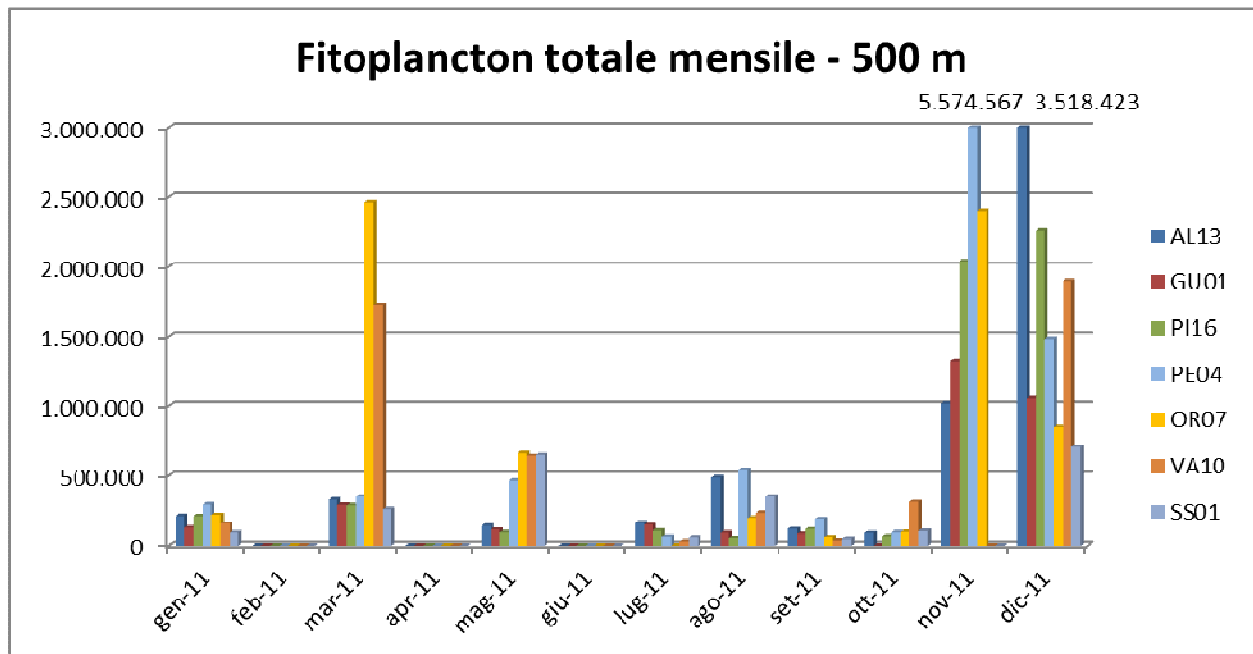


Fig.26. Valori totali mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) nelle stazioni a 500 m dalla costa.



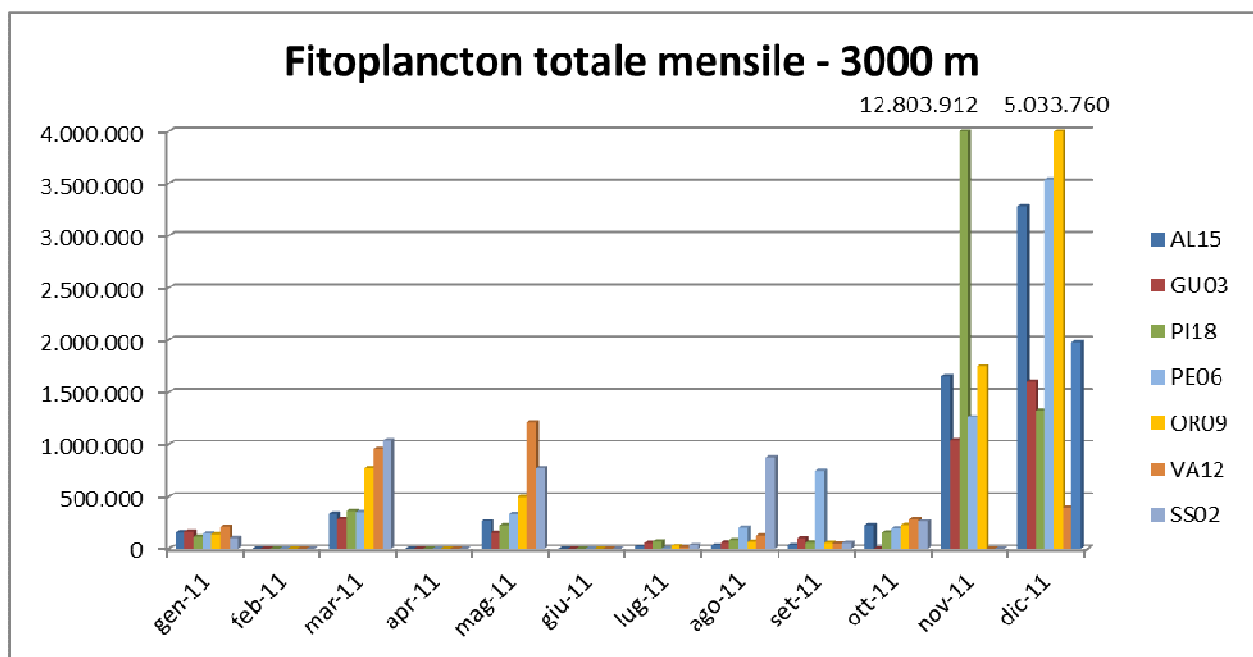
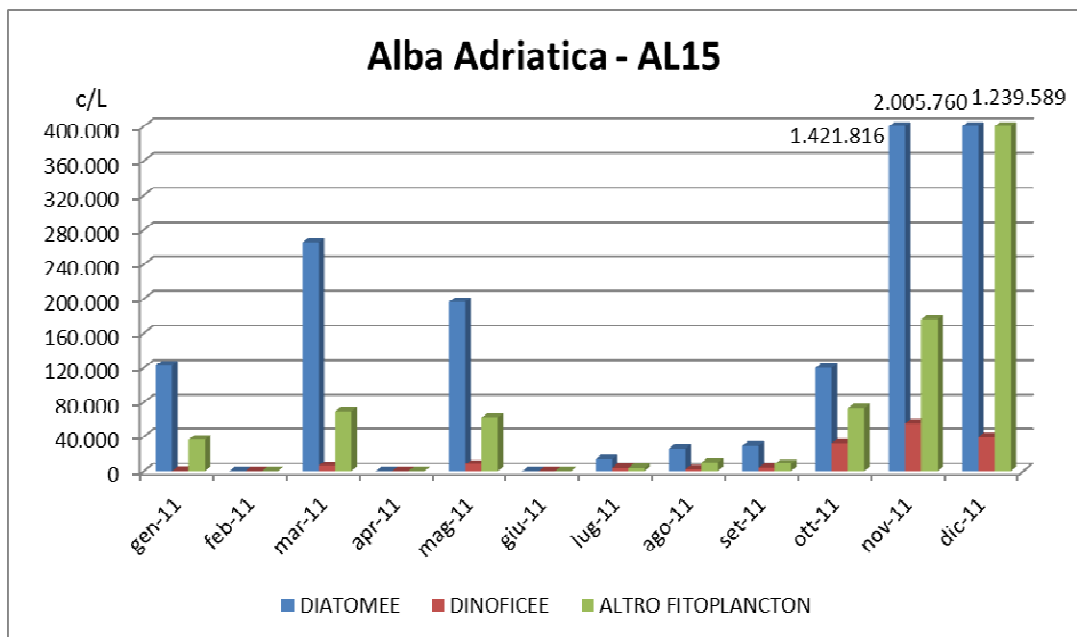
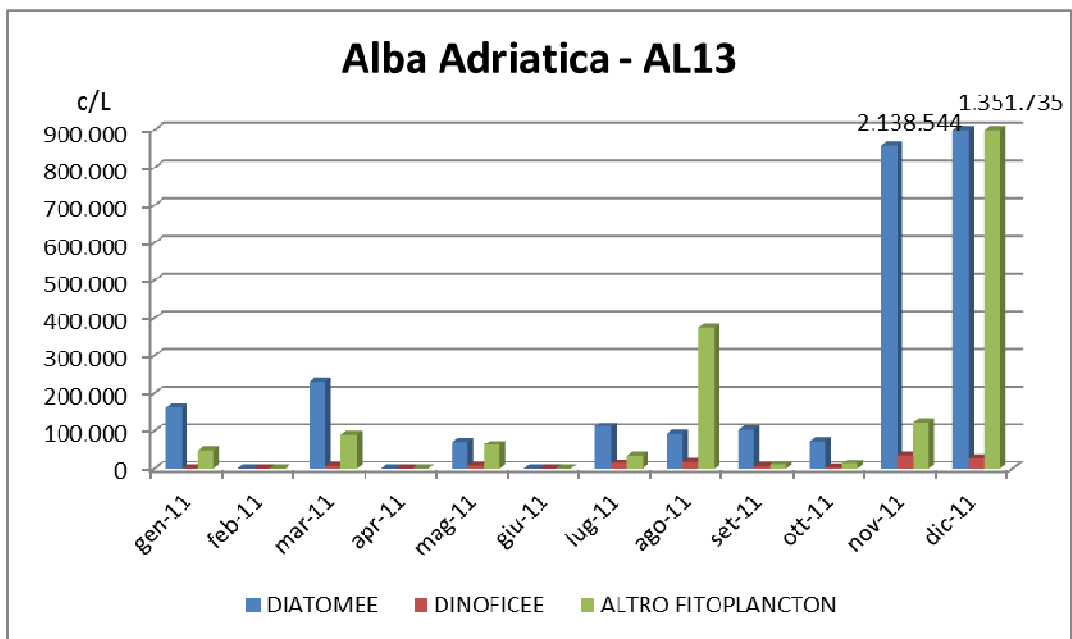
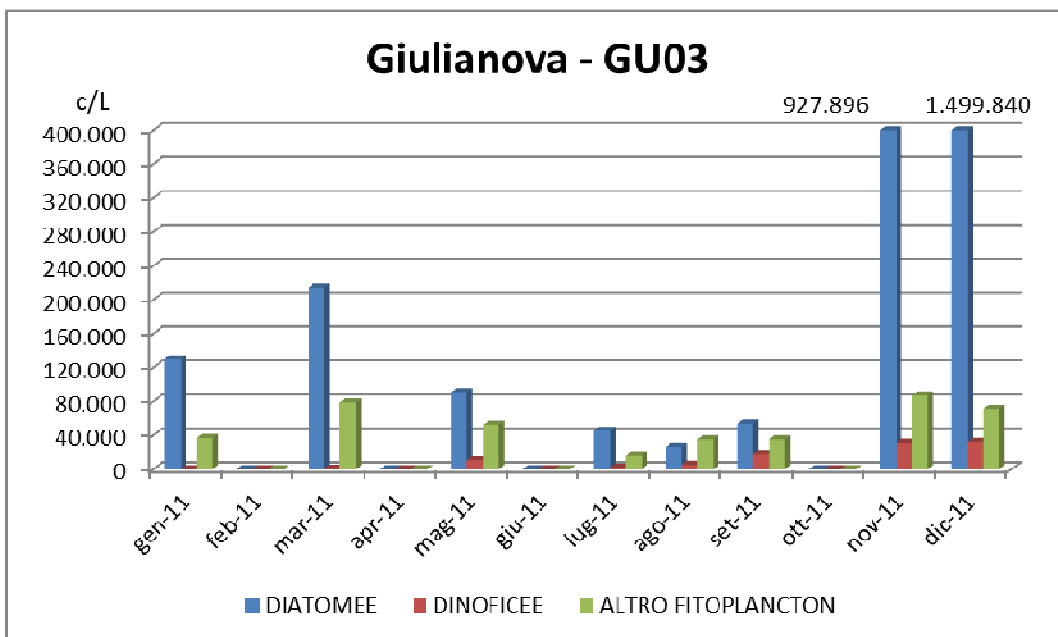
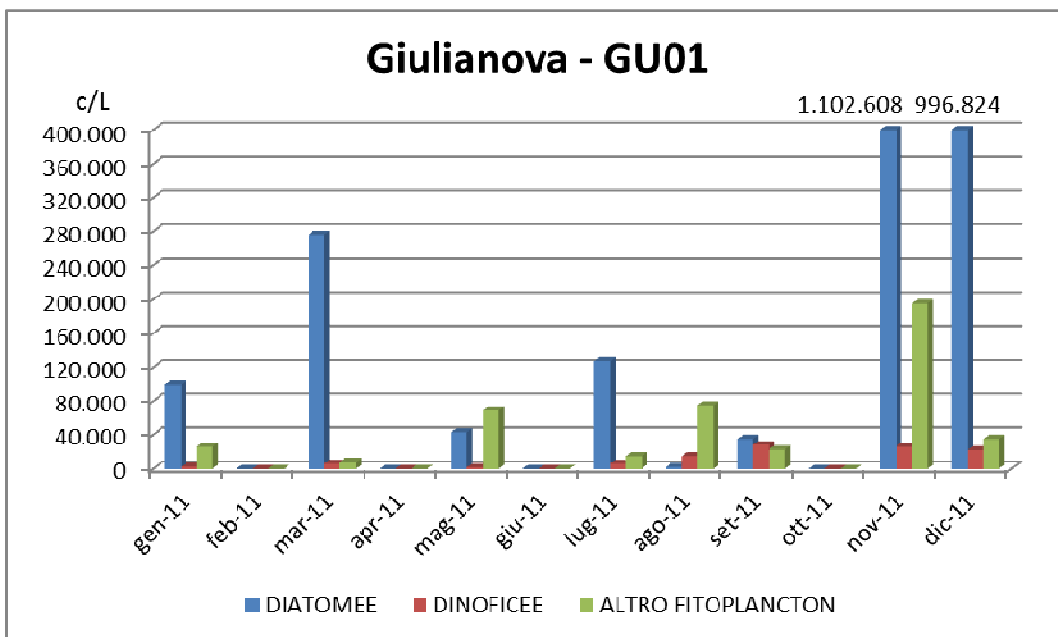


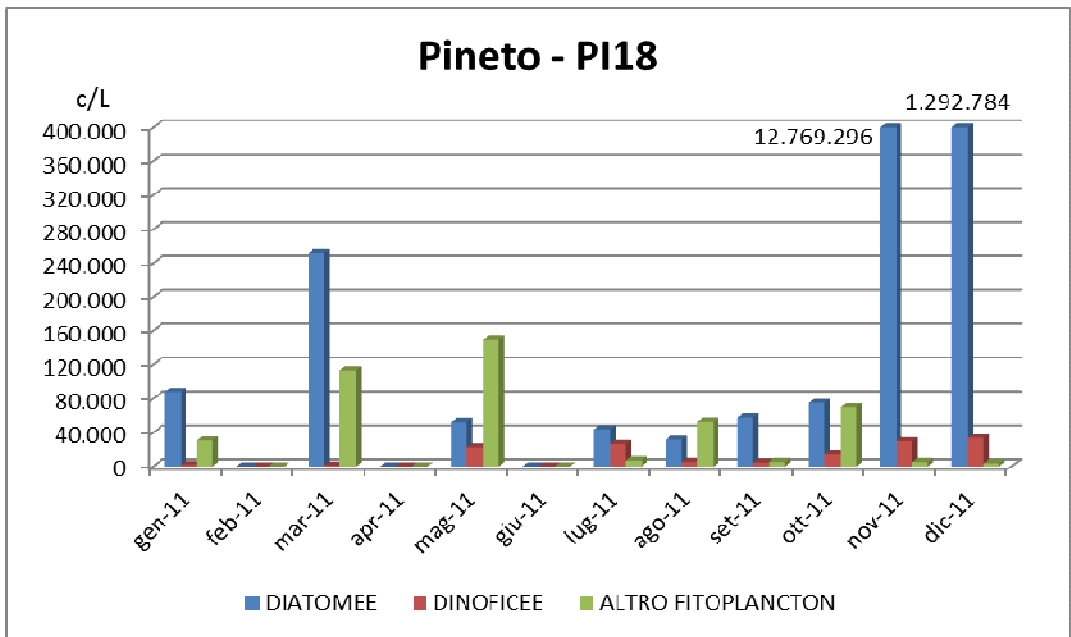
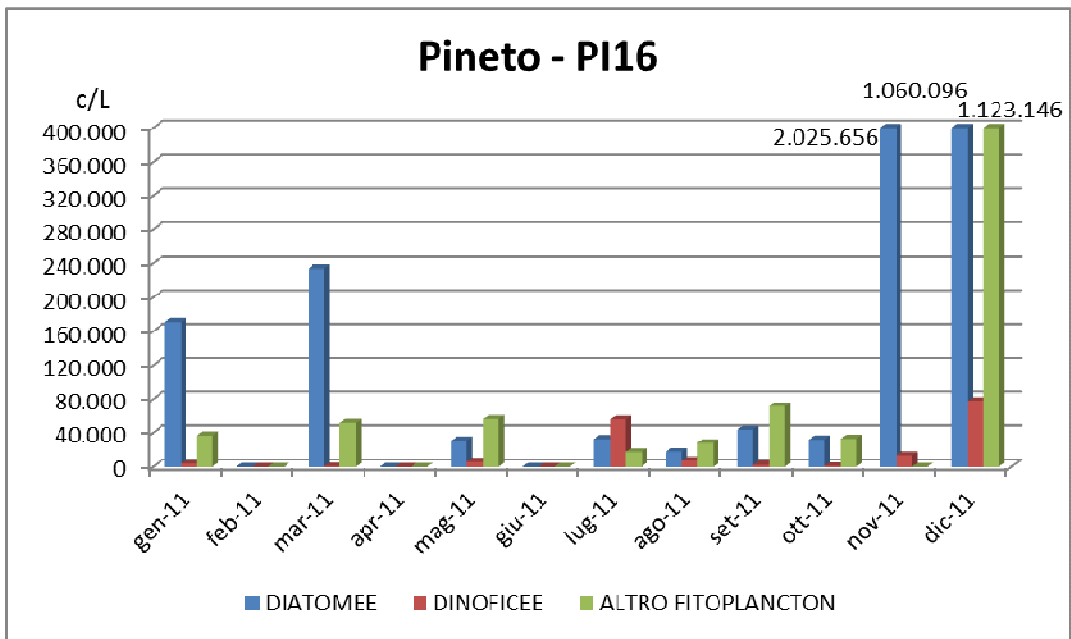
Fig.27. Valori totali mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) nelle stazioni a 3000 m dalla costa.

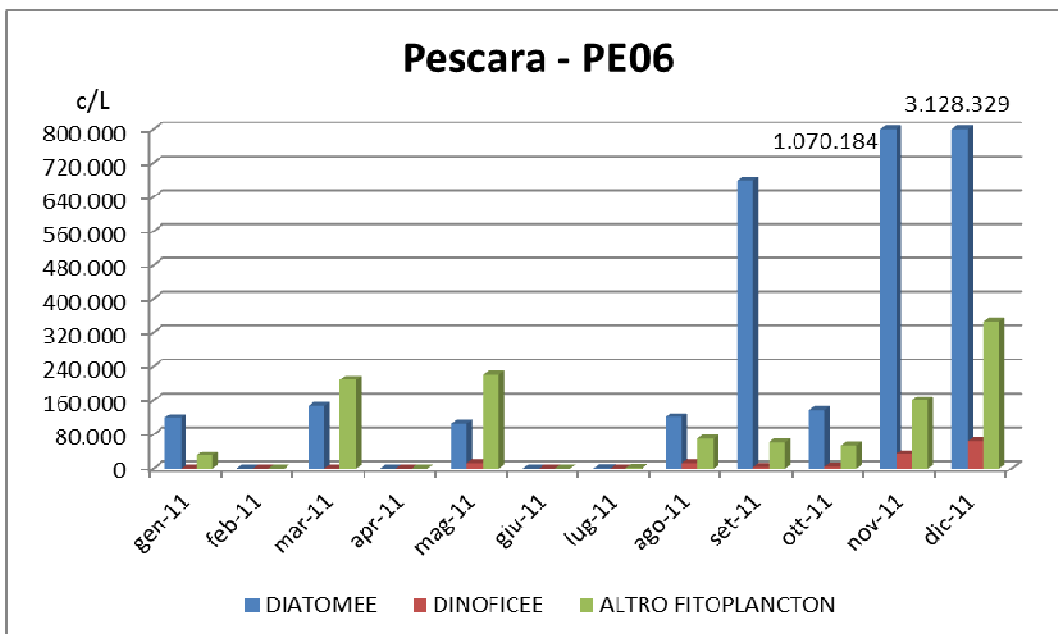
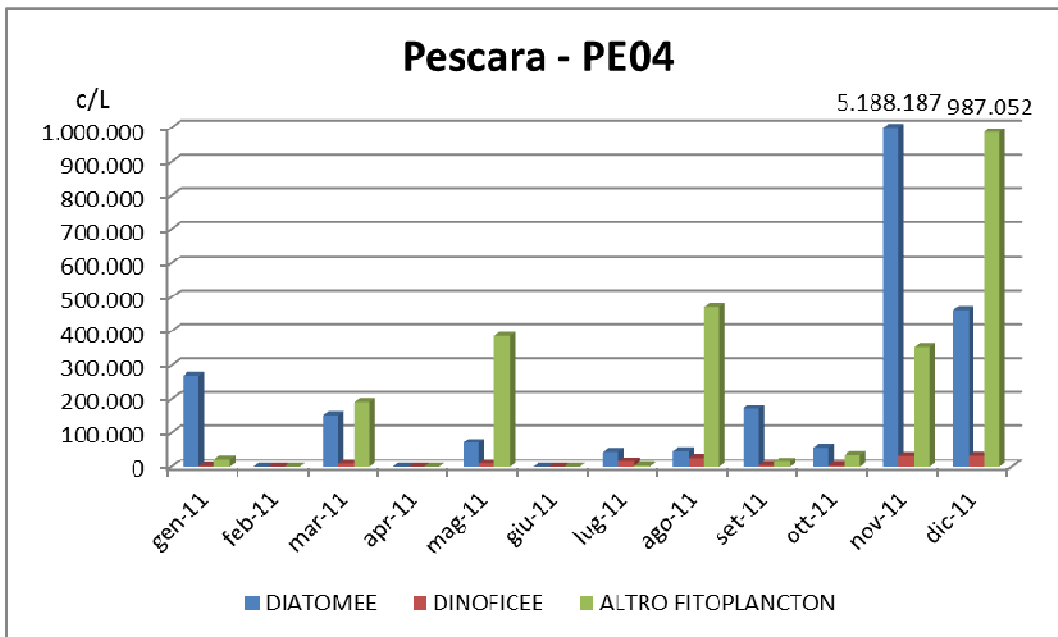
In particolare si nota che la presenza di Diatomee, sia nelle stazioni a 500 m che a 3000 m dalla costa, è maggiore nei mesi invernali tra novembre e marzo, (fioritura di *Chaetoceros socialis*) mentre le Dinoficee sono maggiormente presenti a maggio e dicembre; il gruppo dell'altro fitoplancton, rappresentato prevalentemente dalle Cryptoficee, è presente soprattutto nei mesi di maggio e dicembre.

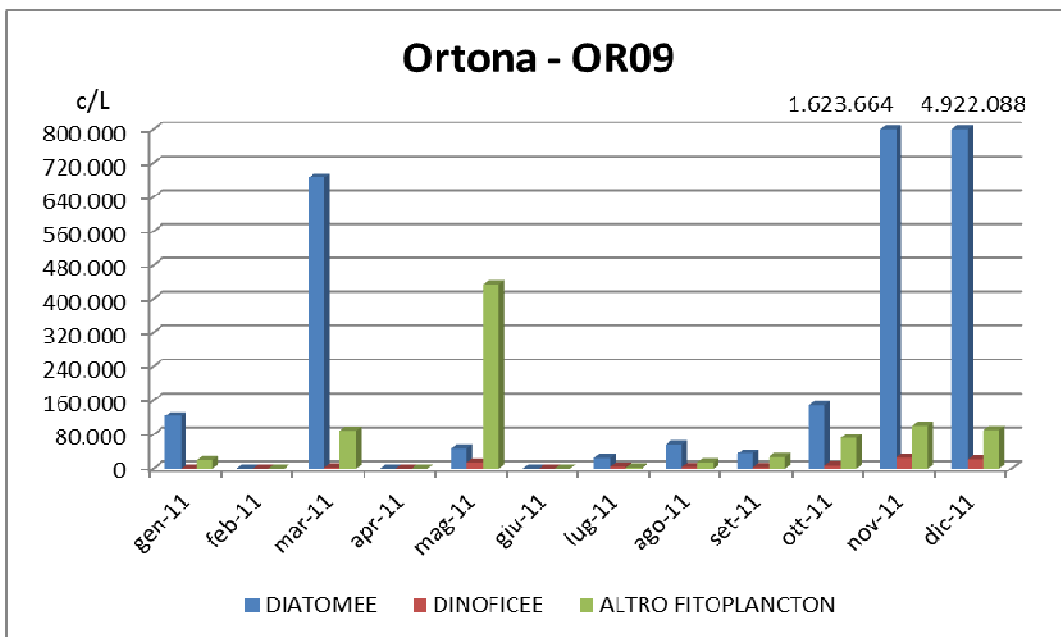
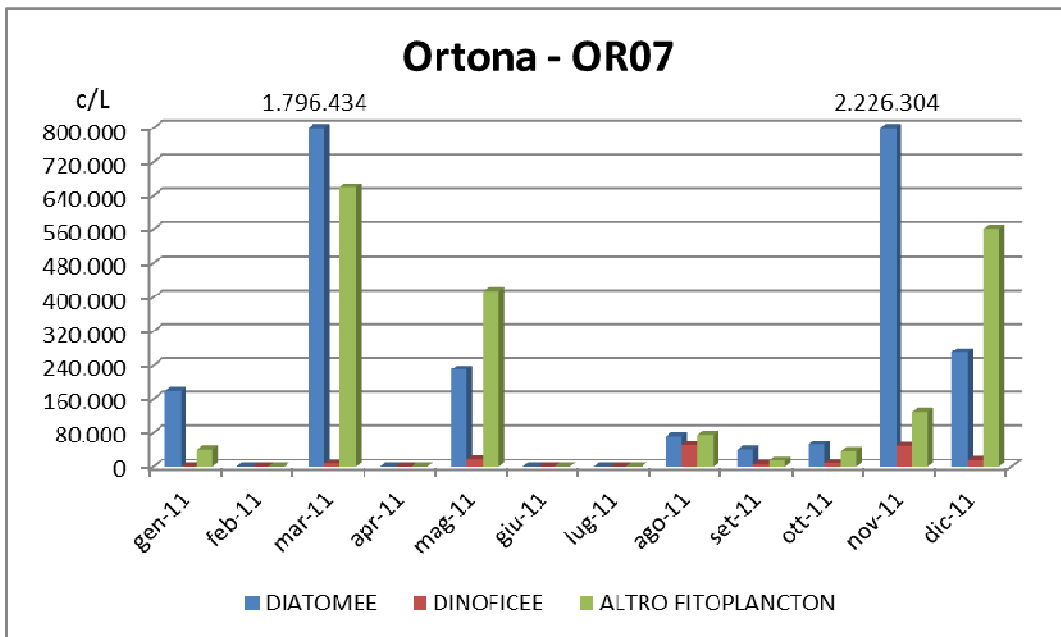


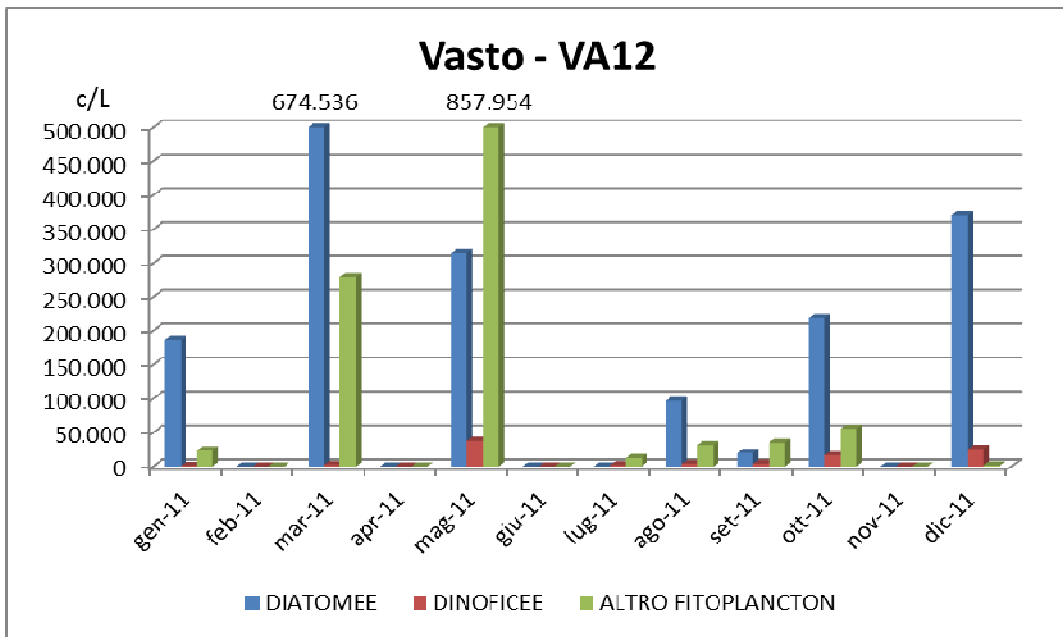
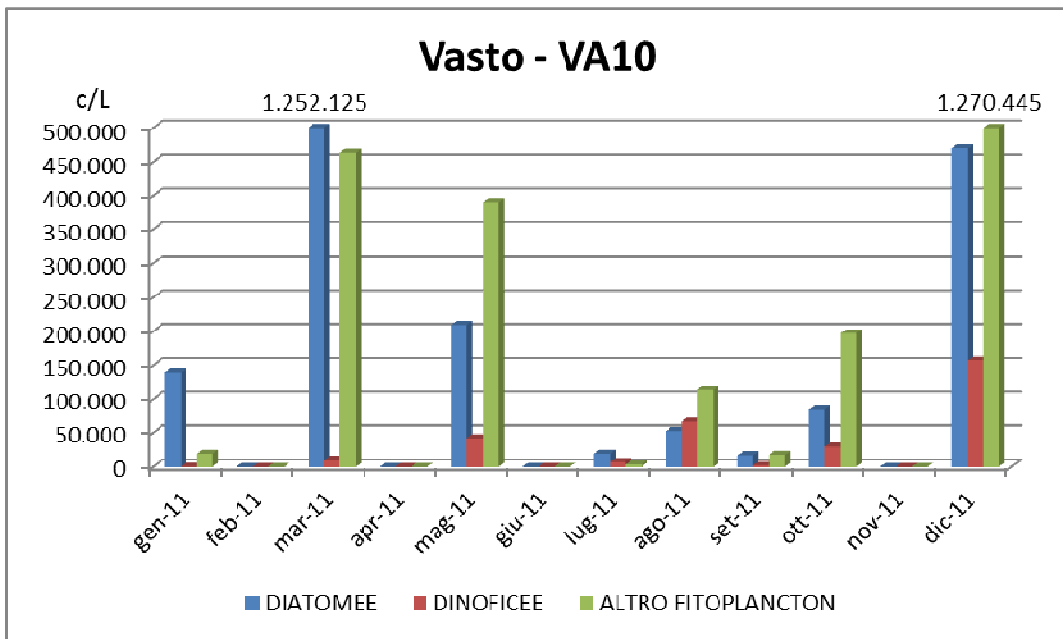












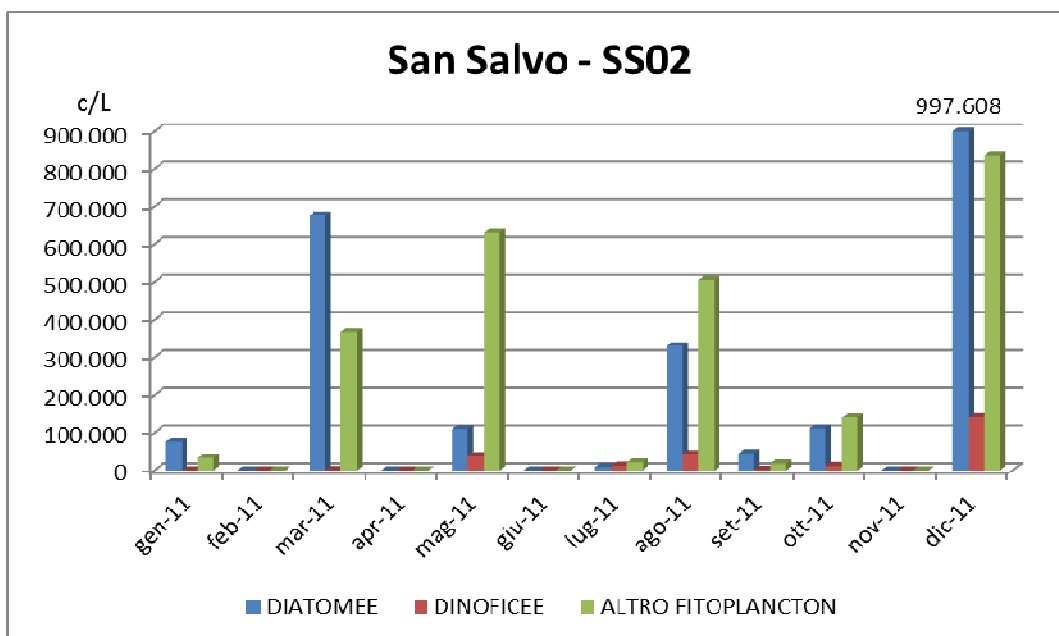
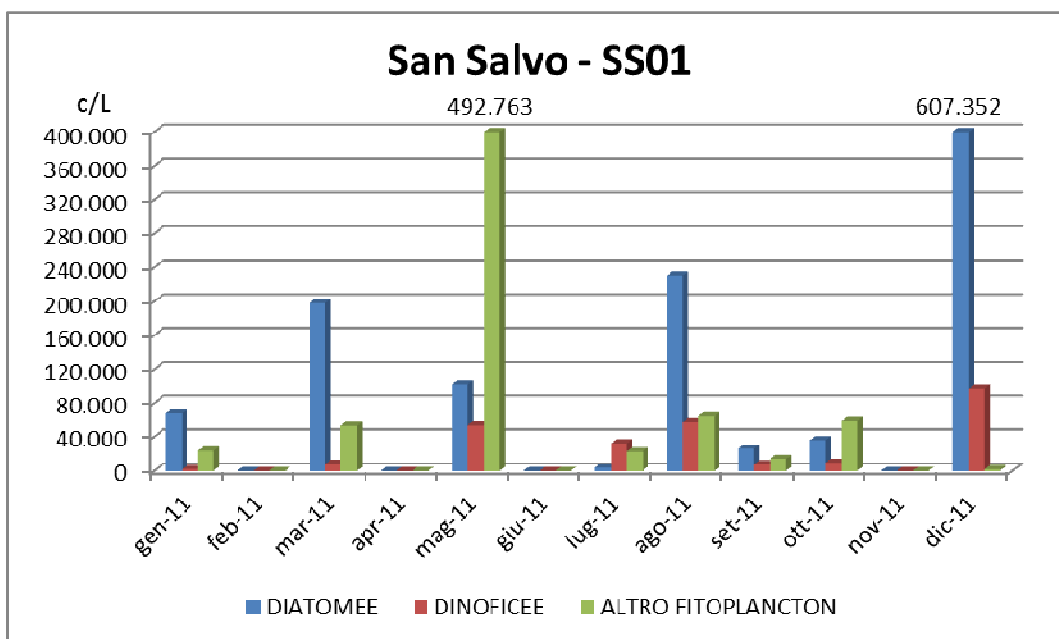


Fig. 28 Andamenti mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) per ogni stazione



In particolare nell'anno 2011 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

DIATOMEE
Bacillariophyceae indet.
Asterionellopsis glacialis
Bacillaria paxillifera
Bacteriastrum sp.
Cerataulina pelagica
Cerataulina sp.
Chaetoceros affinis
Chaetoceros curvisetus
Chaetoceros danicus
Chaetoceros decipiens
Chaetoceros dichæta
Chaetoceros didimus
Chaetoceros gracilis
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.
Melosira sp.
Navicula sp.
Nitzschia longissima
Nitzschia sp.
Pleurosigma elongatum
Pleurosigma normanii
Pleurosigma sp.
Proboscia alata
Pseudosolenia calcar-avis
Pseudosolenia sp.
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.
DINOFICEE
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
Eutreptia sp.
Gonyaulax fragilis
Gonyaulax polygramma
Gonyaulax spinifera
Gonyaulax sp.
Gymnodinium sp.
Gyrodinium fusiforme
Gyrodinium sp.
Heterocapsa sp.
Katodinium glaucum
Katodinium sp.
Kofooidinium velloides
Noctiluca scintillans
Ostreopsis sp.
Oxytoxum sp.
Peridinium quinquecorne
Podolampas sp.
Prorocentrum lima
Prorocentrum micans
Prorocentrum sp.
Proto-peridinium crassipes



Protoperidinium diabolium
Protoperidinium divergens
Protoperidinium minutum
Protoperidinium sp.
Protoperidinium steni
Pselodinium vaubanii
Scripsiella sp.
Scripsiella trochoidea
Torodinium robustum
Torodinium sp.
Warnowia sp.
ALTRO FITOPLANCTON
Altro fitoplancton indet.
Calyptosphaera sp.
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 microscopica dei campioni prelevati lungo tutta la costa, sono stati rinvenuti 133 taxa, di cui 121 determinate a livello di genere o specie e 12 a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa sono così ripartiti:

- Diatomee 64 (48,15%)
- Dinoflagellate 52 (39,26%)
- Altro fitoplancton 17 (12,60%).



4.3 MACROBENTHOS

Nel corso del 2011 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 aprile e la seconda nel mese di ottobre.

In ogni stazione sono state effettuate tre repliche per un totale di 84 campioni di macrobenthos sottoposti ad analisi microscopica.

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 il numero 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 e di ottobre.

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:

Data campionamento:	Aprile 2011				
Tipologia indice Stazione	Indice ricchezza spec. (d)	Indice diversità spec. (H)	Indice di equiripartizione (J)	tot. individui (n)	tot. Specie (S)
AL13	2,24	2,01	0,47	4.850	20
AL15	3,49	2,97	0,61	3.027	29
GU01	2,22	1,84	0,43	5.270	20
GU03	2,86	2,30	0,52	1.077	21
PI16	2,06	2,20	0,53	3.863	18
PI18	2,79	1,66	0,38	1.293	21
PE04	3,01	2,43	0,51	5.707	27
PE06	4,31	3,76	0,75	1.330	32
OR07	2,04	2,36	0,64	362	13
OR09	1,62	2,53	0,73	480	11
VA10	3,38	3,10	0,66	1.620	26
VA12	2,02	1,70	0,47	230	12
SS01	2,92	2,30	0,51	1.883	23
SS02	4,32	3,44	0,68	1.643	33

Tab. 7 – riepilogo degli indici nel prelievo di aprile 2011



Data campionamento:	Ottobre 2011				
Tipologia indice	Indice ricchezza spec. (d)	Indice diversità spec. (H)	Indice di equiripartizione (J)	tot. individui (n)	tot. Specie (S)
Stazione					
AL13	3,18	3,20	0,71	1.000	23
AL15	3,84	2,92	0,60	1.460	29
GU01	2,45	1,28	0,29	3.530	21
GU03	3,73	2,78	0,58	1.393	28
PI16	1,27	1,04	0,30	2.710	11
PI18	2,08	1,19	0,30	1.333	16
PE04	2,40	1,99	0,47	1.783	19
PE06	3,60	3,41	0,73	790	25
OR07	3,68	3,49	0,74	887	26
OR09	3,04	3,15	0,71	993	22
VA10	3,25	3,46	0,77	877	23
VA12	3,29	3,16	0,72	440	21
SS01	2,34	2,72	0,67	927	17
SS02	3,53	2,70	0,58	1.187	26

Tab. 8 – riepilogo degli indici nel prelievo di ottobre 2011

Nel mese di aprile il transetto di Ortona presenta il minor numero di specie nella stazione a 3000 m (OR09) mentre ad ottobre è la stazione di Pineto posta a 500 m (PI16) a presentare il valore più basso di specie.

Il transetto di San Salvo a 3000 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 Aprile ed Ottobre 2011, per le stazioni poste a 500 m e 3000 m di distanza dalla costa.

INDICE AMBI – STAZIONI 500 m – APRILE 2011							
Stations	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01
I(%)	86,579	35,984	23,641	45,502	18,367	46,913	69,081
II(%)	13,282	63,383	64,279	52,278	69,387	45,679	25,795
III(%)	0,137	0,631	0,517	0,7	10,204	3,086	4,946
IV(%)	0	0	11,561	1,46	2,04	4,32	0,176
V(%)	0	0	0	0,058	0	0	0
AMBI	0,203	0,969	1,5	0,874	1,438	0,972	0,543
Mean AMBI	0,203	0,969	1,5	0,874	1,438	0,972	0,543
BI from Mean AMBI	1	1	2	1	2	1	1
Std deviation	0	0	0	0	0	0	0
Disturbance Clasification	Undisturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Undisturbed	Undisturbed
Not assigned (%)	0	0	0	0	0	0	0

INDICE AMBI – STAZIONI 500 m – OTTOBRE 2011							
Stations	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01
I(%)	59,197	15,217	12,792	35,887	48,12	30,039	47,841
II(%)	30,1	84,404	87,084	63,738	47,368	33,201	50,359
III(%)	9,364	0,378	0,123	0,373	4,135	34,782	1,798
IV(%)	1,337	0	0	0	0,375	1,976	0
V(%)	0	0	0	0	0	0	0
AMBI	0,792	1,277	1,309	0,967	0,851	1,63	0,809
Mean AMBI	0,792	1,277	1,309	0,967	0,851	1,63	0,809
BI from Mean AMBI	1	2	2	1	1	2	1
Std deviation	0	0	0	0	0	0	0
Disturbance Clasification	Undisturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Undisturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Undisturbed
Not assigned (%)	0,3	0	0	0	0	3,8	0

Tab 9 - Indici AMBI per le 7 stazioni a 500 m monitorate ad Aprile ed Ottobre 2011.



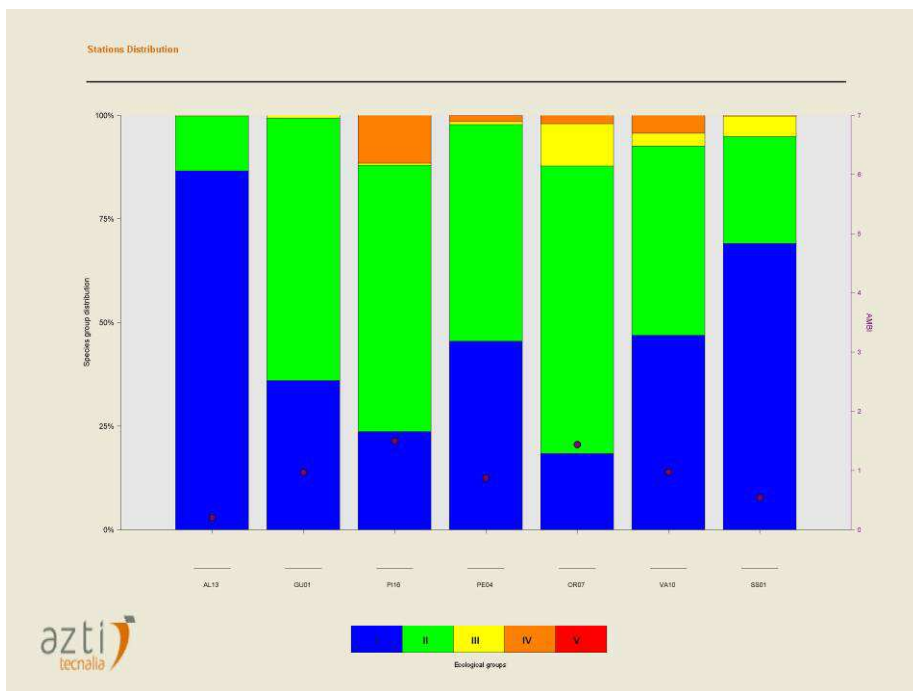


Fig. 29 - Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza per le specie esaminate; le stazioni a 500 m (Aprile 2011).

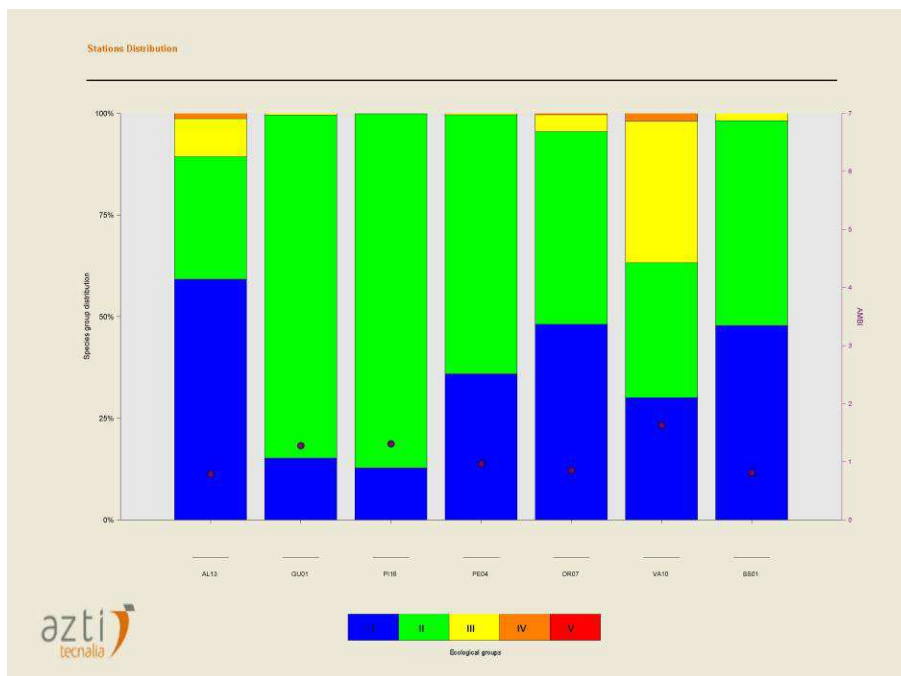


Fig. 30 - Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza per le specie esaminate; stazioni a 500 m (Ottobre 2011).



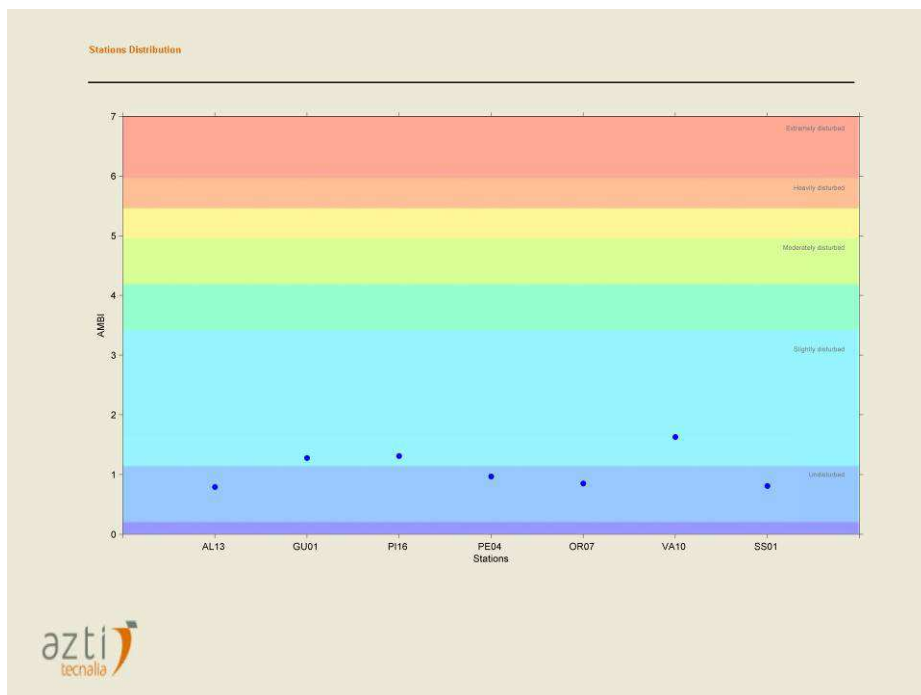
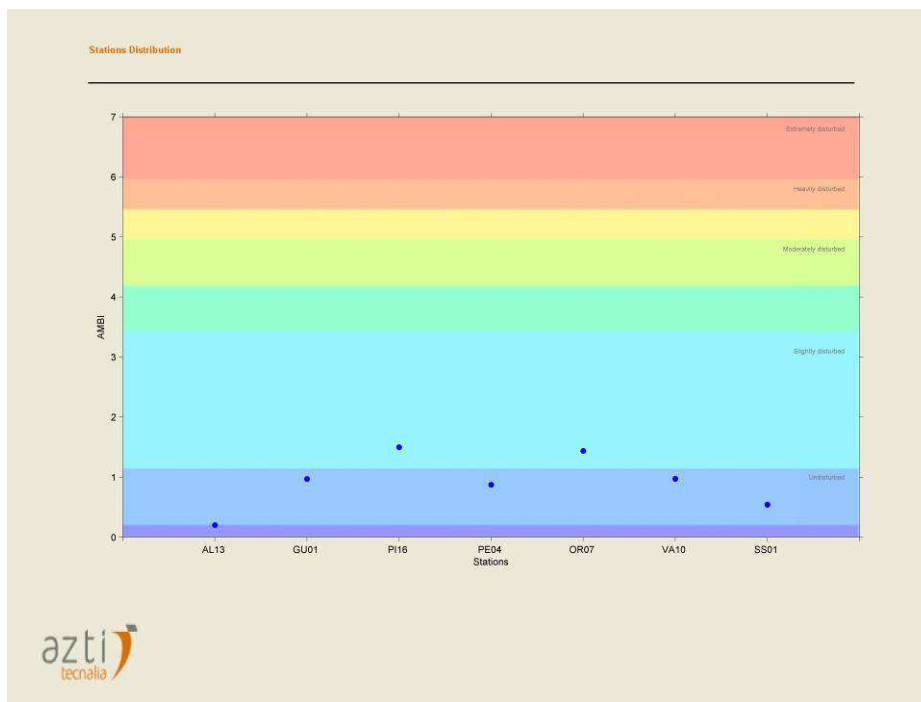


Fig. 31 - Indice AMBI per le 7 stazioni monitorate a 500 m dalla costa (Aprile-Ottobre 2011)



Le Fig. 30 e 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-OR07 (Aprile) e GU01-PI16-VA10 (Ottobre) che denotano un leggero aumento delle specie indicatrici di uno stato ambientale perturbato, rimanendo comunque sempre in una classe di qualità buona, "slightly undisturbed".

INDICE AMBI – STAZIONI 3000 m – APRILE 2011							
Stations	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01
I(%)	62,183	10,163	4,627	7,692	5	2,985	5,341
II(%)	28,445	9,836	10,025	44,289	20,714	7,462	27,991
III(%)	6,504	16,393	5,655	24,009	68,571	85,074	41,239
IV(%)	2,866	63,606	78,663	21,678	5,714	4,477	25,427
V(%)	0	0	1,028	2,331	0	0	0
AMBI	0,75	3,501	3,921	2,5	2,625	2,865	2,801
Mean AMBI	0,75	3,501	3,921	2,5	2,625	2,865	2,801
BI from Mean AMBI	1	3	3	2	2	2	2
Std deviation	0	0	0	0	0	0	0
Disturbance Clasification	Undisturbed	Moderately disturbed	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed
Not assigned (%)	0,1	3,7	0,2	1,8	6	2,8	5

INDICE AMBI – STAZIONI 3000 m – OTTOBRE 2011							
Stations	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01
I(%)	15,201	9,677	1,256	16,216	35,353	12,213	6,818
II(%)	19,952	27,047	6,281	21,171	17,171	32,824	21,306
III(%)	13,776	56,079	5,527	54,504	45,791	53,435	17,329
IV(%)	50,593	7,196	83,165	8,108	1,683	1,526	54,545
V(%)	0,475	0	3,768	0	0	0	0
AMBI	3,017	2,411	4,228	2,317	1,707	2,164	3,294
Mean AMBI	3,017	2,411	4,228	2,317	1,707	2,164	3,294
BI from Mean AMBI	2	2	3	2	2	2	2
Std deviation	0	0	0	0	0	0	0
Disturbance Clasification	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed
Not assigned (%)	3,8	3,5	0,5	6,3	0,3	0,7	1,1

Tab. 10 - Indici AMBI per le 7 stazioni a 3000 m monitorate (Aprile-Ottobre 2011).



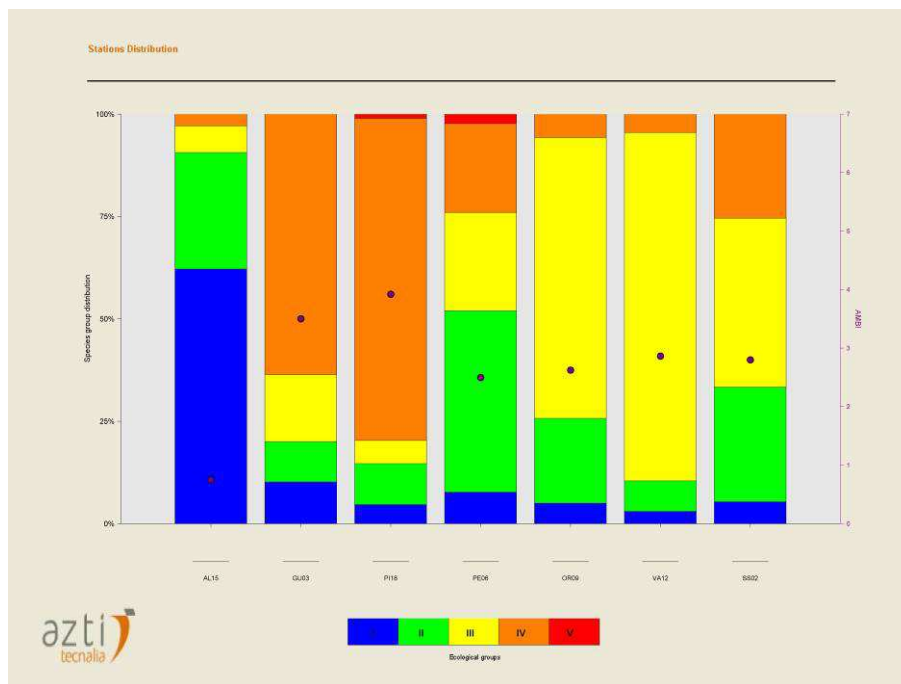


Fig. 32 - Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza per le specie esaminate per le stazioni a 3000 m (Aprile 2011).

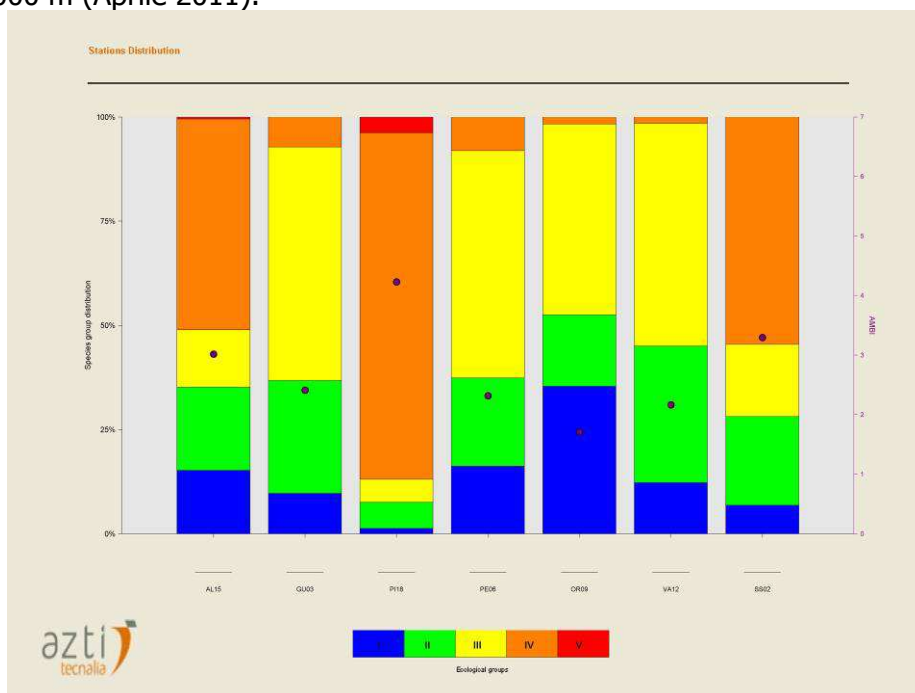


Fig. 33 - Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza per le specie esaminate per le stazioni a 3000 m (Ottobre 2011).



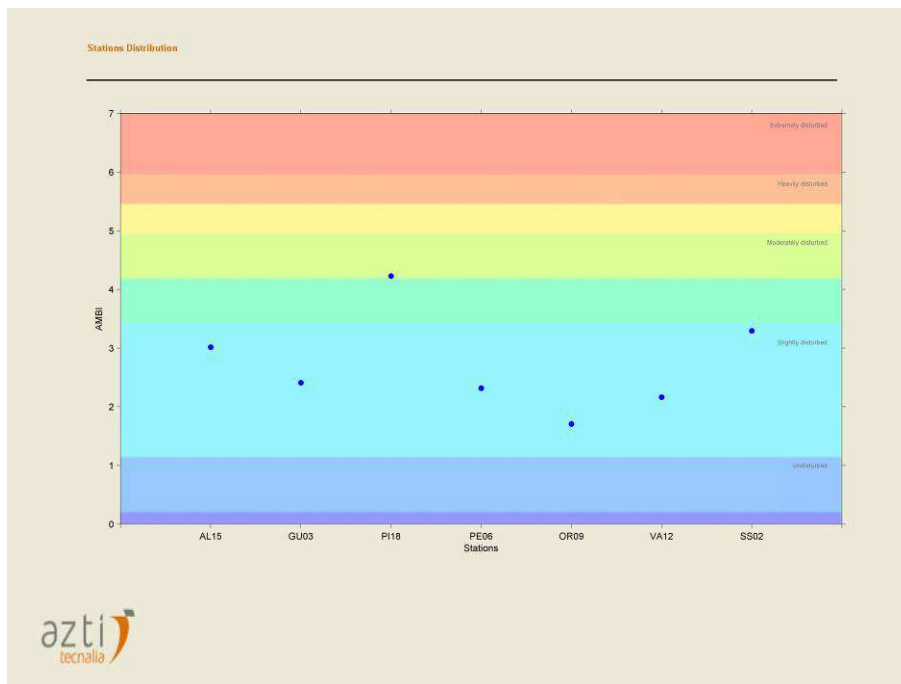
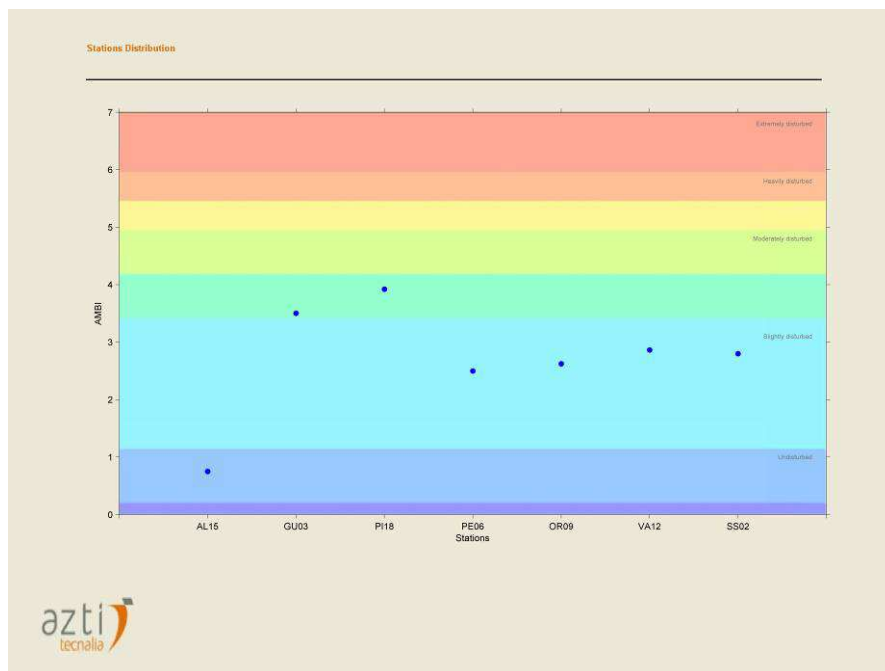


Fig. 34 - Indice AMBI per le 7 stazioni monitorate a 3000 m dalla costa (Aprile-Ottobre 2011)

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.

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 (Aprile ed Ottobre), GU03-OR09-VA12 (Aprile) che presentano un valore "moderate" (moderato).

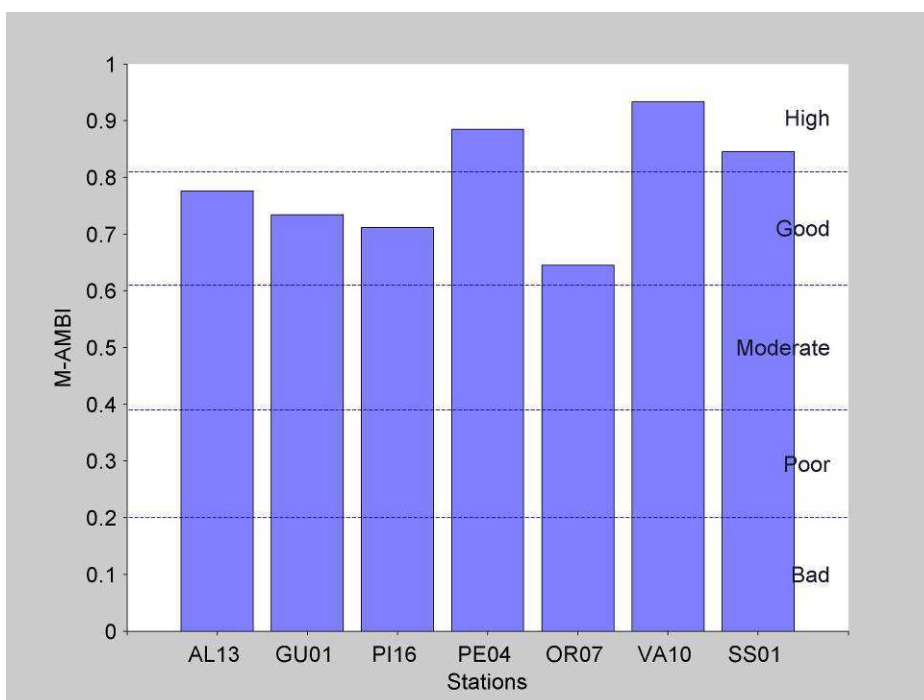


Fig. 35 - Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 500 m (Aprile 2011).



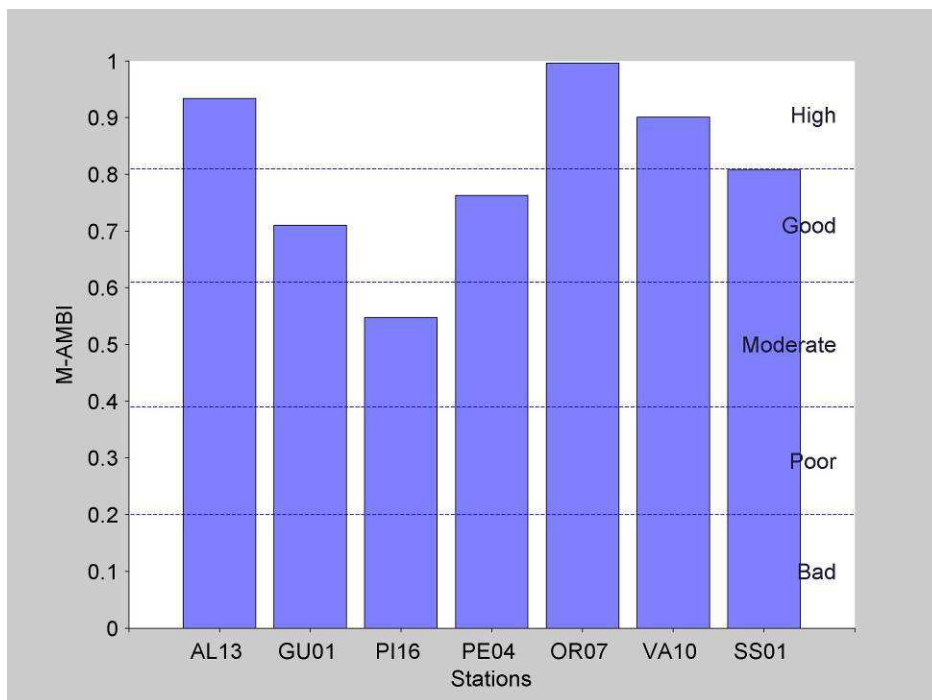


Fig. 36 -Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 500 m (Ottobre 2011).

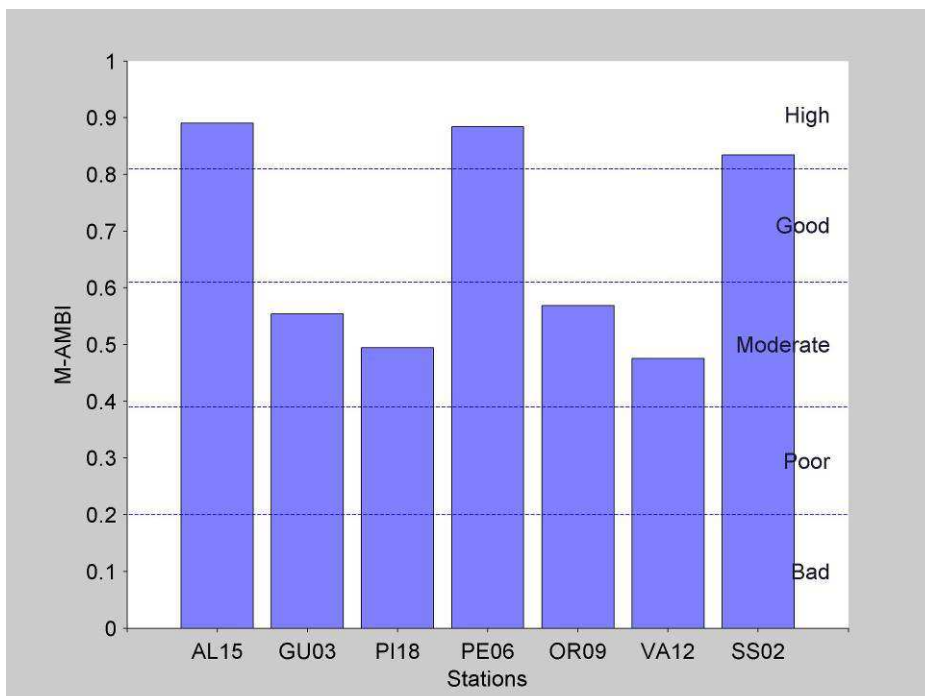


Fig. 37 - Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 3000 m (Aprile 2011).



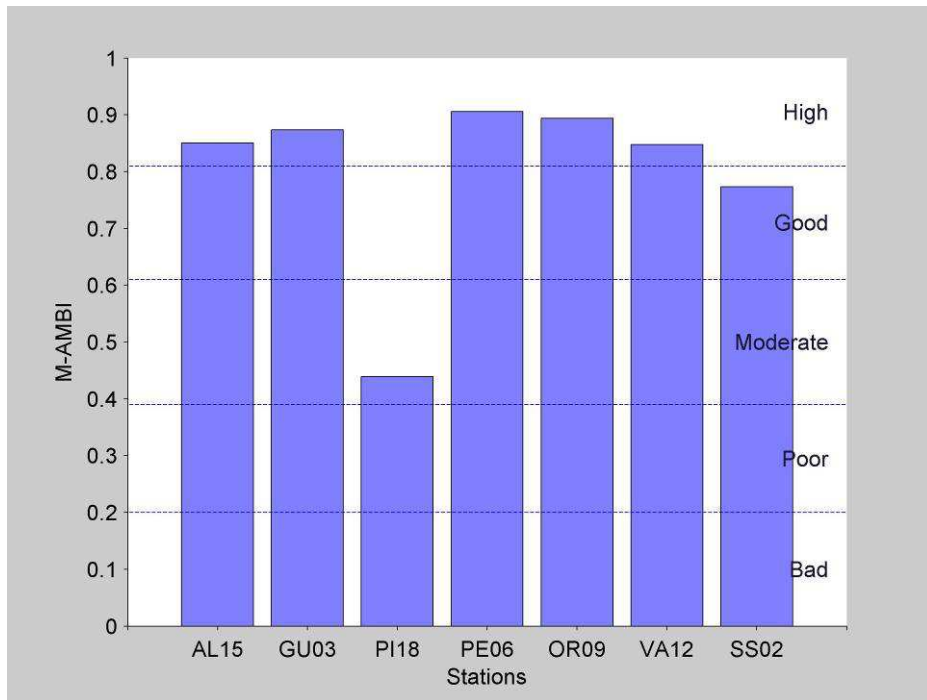


Fig. 38 - Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 3000 m (Ottobre 2011).



4.4 SEDIMENTO

Analisi granulometriche

I risultati delle analisi granulometriche dei sedimenti prelevati in tutte le stazioni sotto costa evidenziano una matrice prevalentemente arenitica, in quanto la frazione pelitica non supera il 10 %.; di contro la stazione di Ortona (OR07) presenta valori dell'80 % di pelite discordanti sia con le stazione contigue che con i valori riscontrati nella stessa stazione negli anni precedenti.

Tale anomalia è imputabile alle attività di dragaggio della cava sottomarina ad uso di ripascimento costiero che è stato effettuato nell'anno 2011; pertanto il dato analitico è rappresentativo dell'intervento antropico e non del normale trend granulometrico riscontrato dell'area in esame.

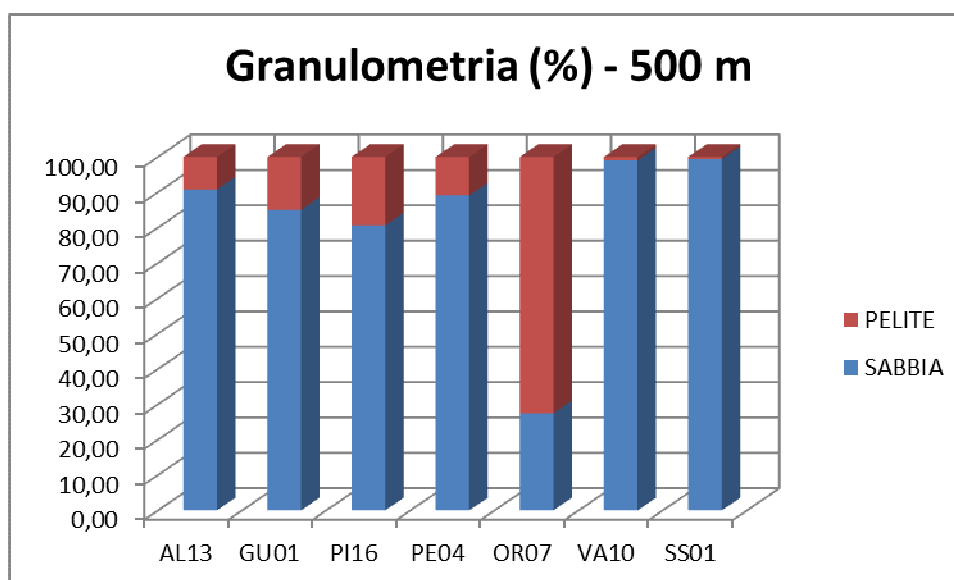


Fig.39 - Caratterizzazione granulometrica del sedimento nelle stazioni a 500 m dalla costa.

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 Giulianova e Vasto, confermando il trend dei dati preliminari di alcune stazioni caratterizzate nell'anno precedente e dell'82,2 % ad Ortona per le cause enunciate in precedenza.



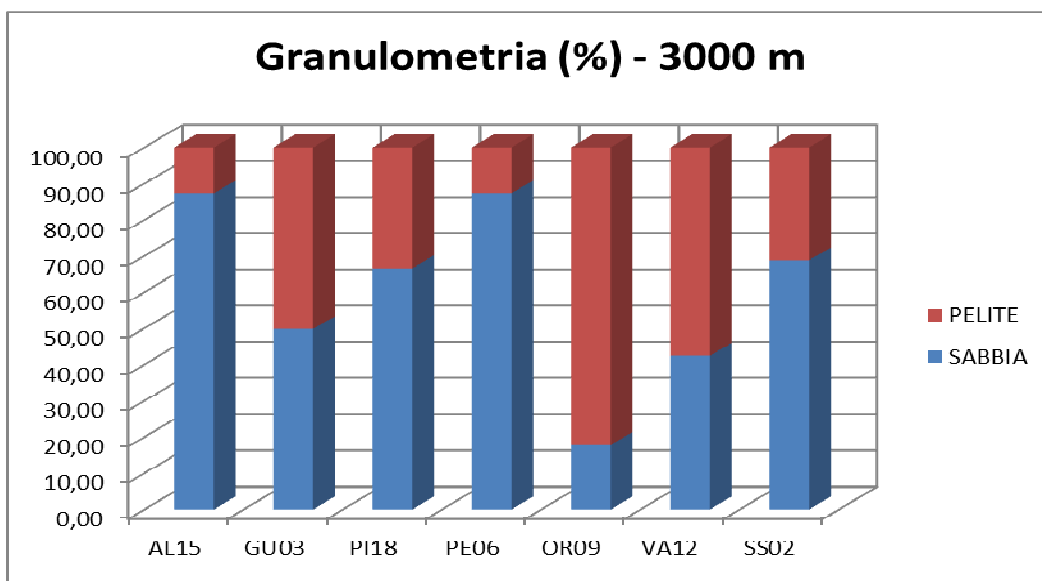


Fig. 40 Caratterizzazione granulometrica del sedimento delle stazioni a 3000 m dalla costa

Analisi chimiche

Per quanto riguarda il carbonio organico (TOC) determinato nei campioni di sedimento, i risultati mostrano valori compresi fra un minimo di 0,1 % nelle stazioni di AL13, AL15, PI16, OR07, OR09 e un valore massimo di 3,9 % nella stazione SS01;

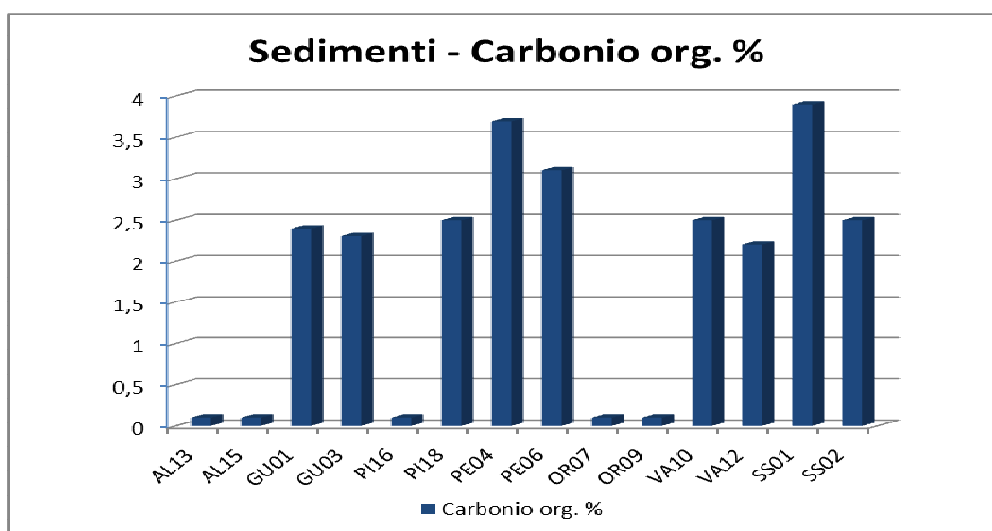


Fig. 41 - Valori di carbonio organico presente nei sedimenti di ogni stazione



I risultati delle analisi chimiche per la ricerca di microinquinanti inorganici sui campioni prelevati in tutte le stazioni, sono riportati nella tabella che segue:

Stazioni	Data	Carbonio org. %	Arsenico (mg/kg)	Cromo Tot. (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Nichel (mg/kg)	Piombo (mg/kg)
AL13	24/03/2011	0,1	5,3	25	<0,10	<0,05	13	4,2
AL15	24/03/2011	0,1	8,5	43	<0,10	<0,05	25	7,9
GU01	24/03/2011	2,4	6,9	23	<0,10	<0,05	14	4,2
GU03	24/03/2011	2,3	8,8	34	<0,10	<0,05	19	4,6
PI16	24/03/2011	0,1	5	24	0,13	<0,05	16	3,4
PI18	24/03/2011	2,5	11	<u>76</u>	<0,10	<0,05	<u>43</u>	11,8
PE04	24/03/2011	3,7	9,1	26	<0,10	<0,05	15	3,7
PE06	24/03/2011	3,1	7,5	21	<0,10	<0,05	13	3,5
OR07	30/03/2011	0,1	<u>13</u>	<u>55</u>	<0,10	<0,05	<u>32</u>	8,7
OR09	30/03/2011	0,1	8,8	40	<0,10	<0,05	25	7,6
VA10	30/03/2011	2,5	8,9	12	<0,10	<0,05	9,1	2,2
VA12	30/03/2011	2,2	<u>12,8</u>	49	<0,10	<0,05	27	8,1
SS01	30/03/2011	3,9	9,2	15	<0,10	<0,05	8,3	2,4
SS02	30/03/2011	2,5	11,4	38	<0,10	<0,05	20	6,5
SQA-MA		-	12	50	0,3	0,3	30	30

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

I valori degli elementi in tracce descritti in Tab. 2/A del D.M. 260/10, quali Cadmio, Piombo, Mercurio e Nichel sono risultati sempre inferiori al limite SQA-MA imposto da tale decreto, ad eccezione del nichel che mostra superamenti nelle stazioni PI18 e OR07; gli elementi descritti in Tab. 3/B del D.M. 260/10, quali Cromo ed Arsenico, mostrano invece valori di poco superiori ai limiti SQA-MA solo nelle stazioni PI18, OR07 e VA12.

I successivi grafici invece riportano gli andamenti dei risultati analitici ottenuti.



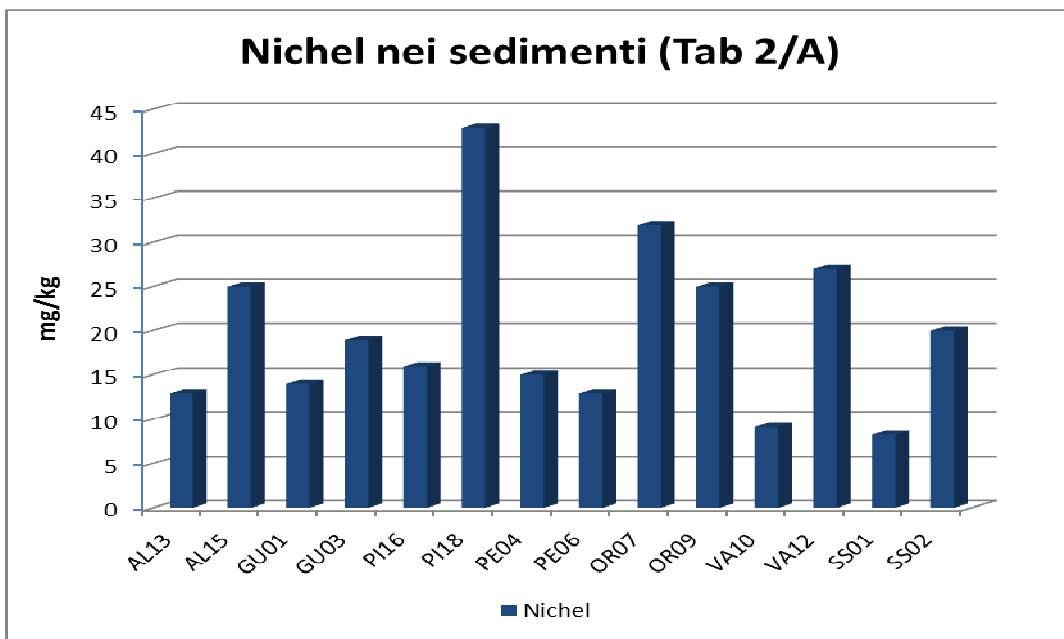


Fig 42 - Valore di Nichel presente nei sedimenti di ogni stazione

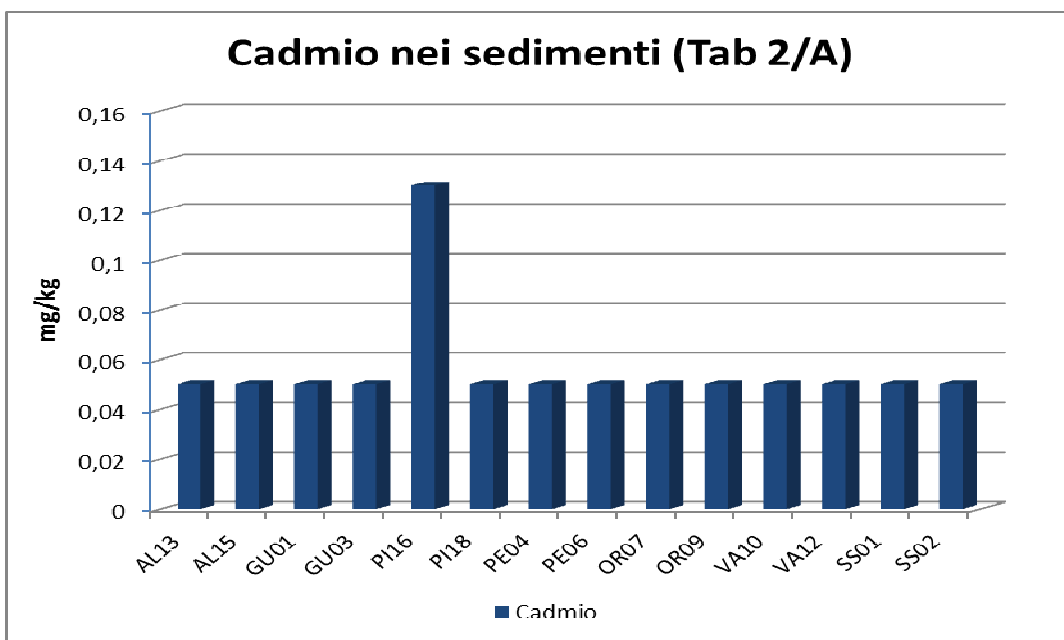


Fig 43 - Valore di Cadmio presente nei sedimenti di ogni stazione



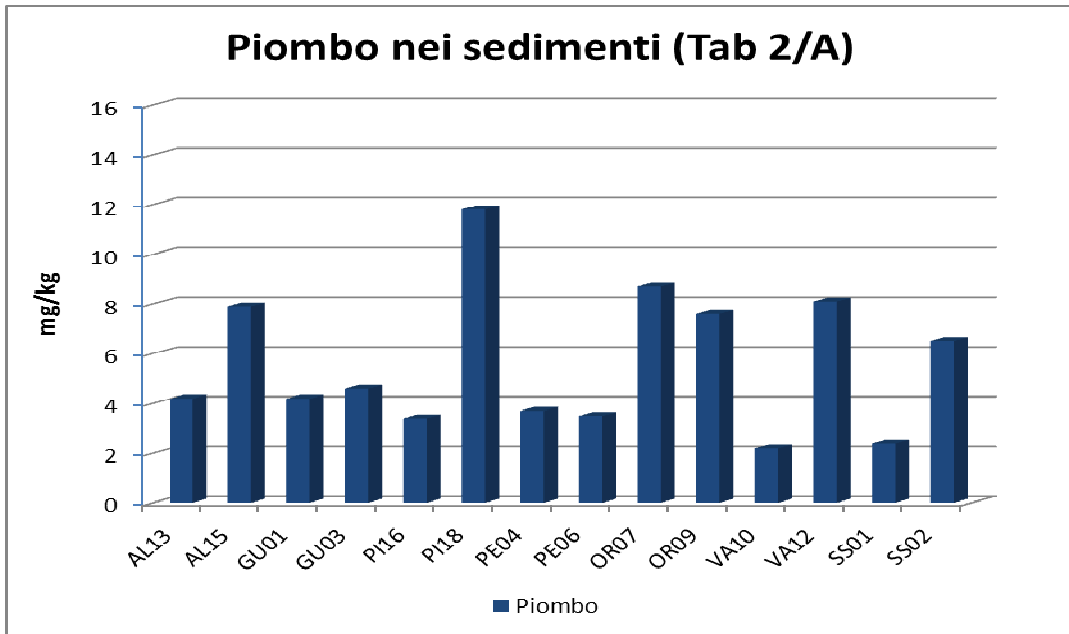


Fig 44 - Valore di Piombo presente nei sedimenti di ogni stazione

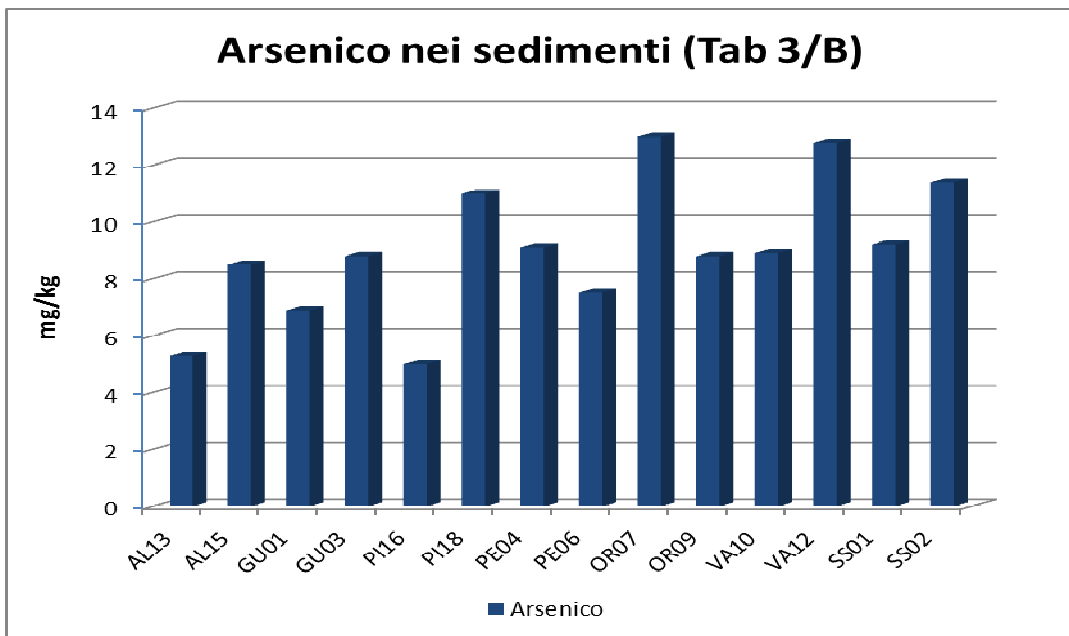


Fig 45 - Valore di Arsenico presente nei sedimenti di ogni stazione



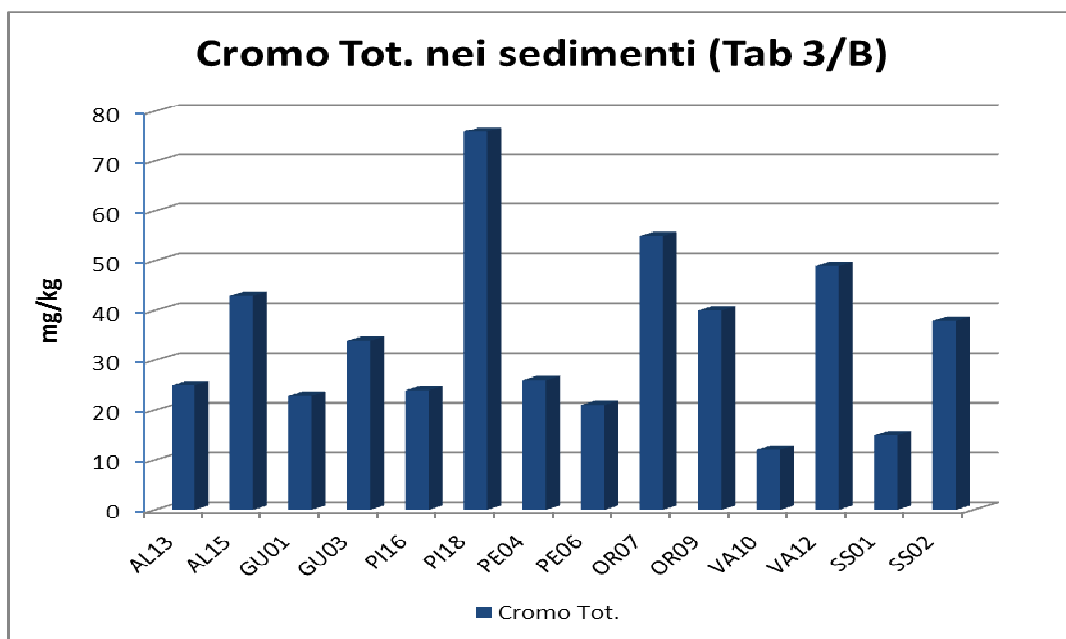


Fig 46 - Valori di Cromo presente nei sedimenti di ogni stazione

In tab. 12 sono riportati invece i valori ottenuti dal calcolo mediato delle concentrazioni rilevate nei campioni prelevati nelle due stazioni (500 e 3.000 m) di ogni transetto, dove non sono evidenti superamenti dei limiti SQA-MA previsti dalla normativa vigente.

VALORE MEDIO METALLI (Tab 2/A - 3/B DM 260/10)				
Transetto	Nichel	Piombo	Arsenico	Cromo tot.
Alba A.	19,00	6,05	6,90	34,00
Giulianova	16,50	4,40	7,85	28,50
Pineto	29,50	7,60	8,00	50,00
Pescara	14,00	3,60	8,30	23,50
Ortona	28,50	8,15	10,90	47,50
Vasto	18,05	5,15	10,85	30,50
San Salvo	14,15	4,45	10,30	26,50
SQA-MA (mg/kg)	30	30	12	50

Tab. 12 – Valore medio degli elementi in tracce (tra 500m e 3000m) rinvenuti nei sedimenti per i 7 transetti di monitoraggio



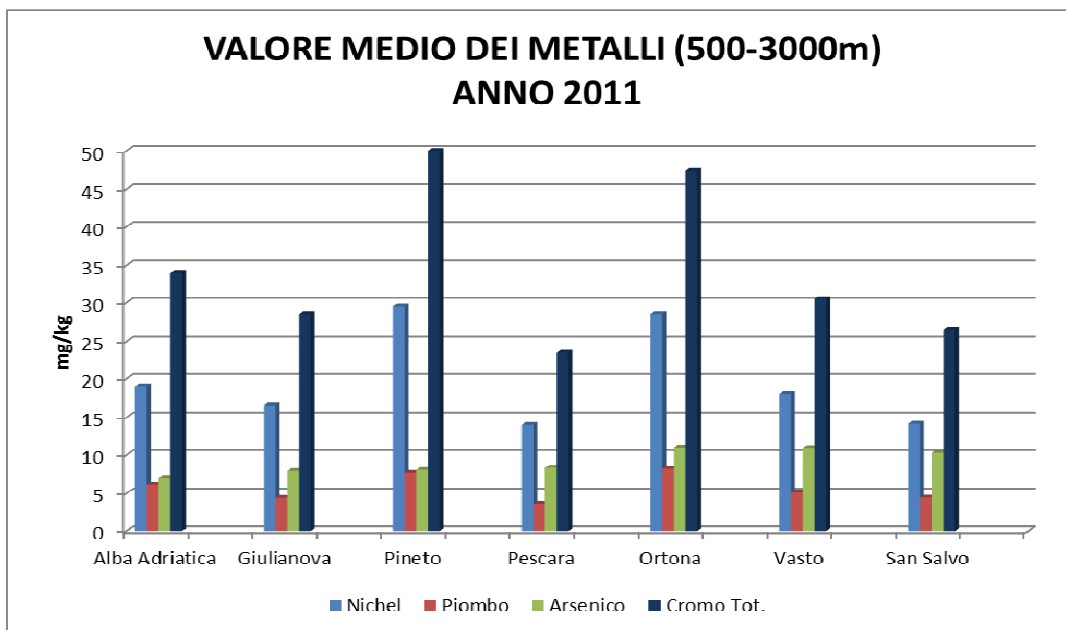


Fig 47 - Valore medio delle concentrazioni dei metalli (500-3000m) nella matrice sedimento, per i 7 transetti di monitoraggio

Gli altri inquinanti chimici (IPA totali, Pesticidi organici, PCB, Diossine, Furani e PCB diossine simili) determinati sui sedimenti presentano dei valori inferiori ai limiti di rilevabilità in tutte le 14 stazioni di monitoraggio.



4.4.1 SAGGI TOSSICOLOGICI

Per il programma di monitoraggio relativo all'anno 2011 i saggi di tossicità sono stati effettuati su campioni di sedimento superficiale prelevati nei transetti a 500 m dalla costa (AL13, GU01, PI16, PE04, OR07, VA10 e SS01) e sui sedimenti superficiali a 3000 m dalla costa (AL15, GU03, PI18, PE06, OR07, VA12 e SS02).

Risultati della campagna di campionamento sedimenti

Per analizzare lo strato superficiale dei tratti più vicini alla costa e 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), l'alga marina *Dunaliella tertiolecta* e il mollusco bivalve *Mytilus galloprovincialis* applicati alla matrice acquosa (elutriato).

Nella Tabella. 13 sono riportati i risultati ottenuti.

Stazioni	Test con <i>Vibrio fischeri</i>		Test con <i>Dunaliella tertiolecta</i>	Test con <i>Mytilus galloprovincialis</i>	
	Sedimento tal quale (STI)	Giudizio di qualità	Elutriato (% di inibizione)	Elutriato (% di effetto)	Elutriato (EC50)
AL13	0,4		-2,4		45(39-52)
AL15	3,5		-4,7	39	
GU01	1,2		-4,3	47	
GU03	1,0		-4,5		39(35-43)
PI16	0,6		-2,5		75(69-83)
PI18	0,4		-3,6		59(51-61)
PE04	4,9		-2,0		44(41-48)
PE06	0		-2,5		42(35-56)
OR07	0,05		-4,3		65(62-69)
OR09	1,4		-3,3	29	
VA10	0		-1,3	41	
VA12	1,1		-1,4	48	
SS01	1,8		-1,2	46	
SS02	2,3		-3,4		65(56-72)

Tab. 13 - Risultati dei test di tossicità relativi alla matrice sedimento - anno 2011

Nella prima colonna della Tab. 13 sono riportati i risultati con il batterio *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale; 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 mostra la Tab. 14 e la Fig. 48, al fine di avere una visione complessiva dei risultati ottenuti con il SPT. I risultati ottenuti mostrano che la maggior parte dei sedimenti risultano essere in classe A ad eccezione di Al15 e Pe04 che ricadono in classe B (tossicità media).

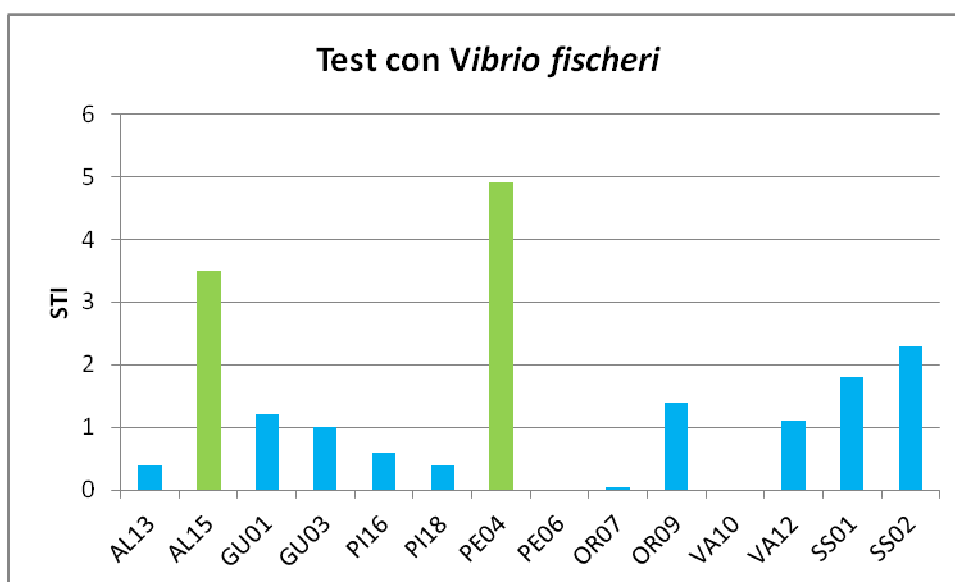


Fig 48 - Risultati del test di tossicità con *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale espressi in STI (Sediment Toxicity Index).

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

Tab 14 - Valori di STI e giudizio di tossicità per il SPT



Nella seconda colonna della tabella sono riportati i risultati ottenuti con il saggio di tossicità algale con la specie *Dunaliella tertiolecta* applicato alla matrice acquosa elutriato. Con tale test si è ottenuto per tutti i campioni analizzati un risultato di tossicità acuta assente anche se si è osservato un effetto di eutrofizzazione. In base alla classificazione della tossicità proposta dal Ministero dell’Ambiente nel Programma di Monitoraggio dell’Ambiente marino-costiero, i risultati ottenuti ricadono nella scala di tossicità di classe A (tossicità assente o trascurabile).

Per quanto riguarda il test sub-cronico di embriotossicità con il mollusco bivalve, risulta che il *M.galloprovincialis*, ha evidenziato un segnale di tossicità ed è stato possibile calcolare la EC50 per la maggior parte dei campioni di sedimento a 500m (AL13, GU01, PI16, PE04 e OR07) e a 3000m (PI18, PE06, e SS02).

In base alla tabella per la classificazione della tossicità proposta dal Ministero nel Programma di Monitoraggio dell’ambiente marino-costiero, 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:

	AL13	AL15	GU01	GU03	PI16	PI18	PE04	PE06	OR07	OR09	VA10	VA12	SS01	SS02
<i>Vibrio fischeri</i> (SPT)	A	B	A	A	A	A	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
<i>Mytilus galloprovincialis</i> embriotossicità	C	A	A	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	C



4.6 BIOTA

Le analisi chimiche eseguite sul biota, *Mytilus galloprovincialis*, 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, riportati nella tabella seguente, mostrano valori sempre inferiori ai limiti previsti dal decreto.

Stazione	Mercurio $\mu\text{g}/\text{kg}$	Esaclorobenzene $\mu\text{g}/\text{kg}$	Esaclorobutadiene $\mu\text{g}/\text{kg}$
AL13	< 10	<1	<1
GU01	< 10	<1	<1
PI16	< 10	<1	<1
PE04	11,3	<1	<1
OR07	< 10	<1	<1
VA10	12,6	<1	<1
SS01	< 10	<1	<1
Limiti (Tab. 3/A D.M. 260/10)	20	10	55

Tab 15 - 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 2011 è stato condotto sulla 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, dalle analisi dei dati raccolti, si può evidenziare quanto segue:

1. I valori di **Indice trofico** di 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 compreso tra luglio ed ottobre.
2. Gli inquinanti chimici determinati nella **matrice acqua (Metalli, IPA, PCB, Pesticidi)** sono risultati sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 260/10.
3. La **comunità fitoplanctonica** è caratterizzata da valori elevati a marzo e novembre, in coincidenza con fioriture di diatomee, tipiche in Adriatico durante la stagione invernale.
4. Non sono state individuate specie algali potenzialmente tossiche.
5. Gli inquinanti chimici determinati nella **matrice sedimento (IPA, PCB, Pesticidi, Metalli, Diossine)**, sono risultati sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 260/10 per tutti i parametri ricercati tranne per Nichel, Cromo totale e Arsenico che presentano dei superamenti del valore limite in alcune stazioni; tale superamento non si evidenzia calcolando la media dei campioni prelevati nelle due stazioni (500-3000m) del transetto.
6. Le **analisi granulometriche** hanno evidenziato che nei campioni di sedimento prelevati nelle stazioni a 500 m la componente arenitica è predominante, mentre spostandosi verso il largo (stazioni a 3000m) si ha un aumento della frazione pelitica a discapito della frazione sabbiosa. La stazione di Ortona, come descritto nel paragrafo di riferimento, presenta valori non rappresentativi del trend annuale riscontrato nelle campagne precedenti a causa di un evento temporaneo e localizzato.
7. I risultati dei **saggi di tossicità** mettono in evidenza una tossicità assente o trascurabile in tutti i campioni analizzati, sia con il test di tossicità acuta su *Vibrio fischeri* applicato alla fase solida sia con il saggio di tossicità algale con la specie *Dunaliella tertiolecta*.



-
8. I risultati delle analisi chimiche eseguite sul **Biota** mostrano valori sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 260/2010
 9. I risultati delle **comunità bentoniche**, analizzati mediante indice AMBI ed M-AMBI, confermano la buona qualità dell'ecosistema marino-costiero regionale, classificando gran parte delle stazioni come "undisturbed".
Le stazioni PI16, PE04, GU01, OR07 pur rimanendo sempre in una classe di qualità buona, "*slightly undisturbed*", denotano invece un leggero aumento delle specie indicatrici di uno stato ambientale perturbato. 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 (Aprile ed Ottobre), GU03-OR09-VA12 (Aprile) che presentano un valore "moderate" (moderato).



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. 503
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. 198
4. Barnes, R.D. 1985. Zoologia: gli Invertebrati. Piccin ed., 1237.
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), 137.
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 Phytoplankton Marin. Vol. I. Ed. du CNRS, Paris. 297
13. Riedl, R. 1991. *Fauna e flora del Mediterraneo.* Muzzio Ed., 777 .



-
14. Rouse G., Pleijel F., 2001. *Polychaetes*. Oxford University Press, Hong Kong, 354
 15. SOURNIA A., 1986. *Atlas du Phytoplancton Marin. Vol. 1*. Ed. du CNRS, Paris. 220
 16. Tomas R. C. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press. 835.

