



University  
of Southampton



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile

**Università degli Studi di Parma**  
*Dipartimento di Ingegneria e Architettura*  
*Dipartimento di Scienze della Terra*

**MASTER UNIVERSITARIO INTERSEDE  
IN SCIENZE COSTIERE APPLICATE**  
*ANNO ACCADEMICO 2010-11*

**Relazione Finale di Ricerca**

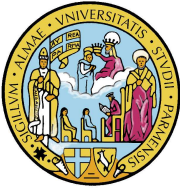
*Piano di monitoraggio ed analisi delle matrici ambientali  
utili alla classificazione delle acque marino costiere della  
Regione Abruzzo anno 2010 - Applicazione della nuova  
normativa prevista dal D.M. 260/2010*

**Relatori**

Chiar.mo Prof. Renzo Valloni  
Chiar.mo Dott. Nicola Caporale

**Candidato**

Dott. Walter Vacca



University  
of Southampton



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile

**Università degli Studi di Parma**  
*Dipartimento di Ingegneria e Architettura*  
*Dipartimento di Scienze della Terra*

**MASTER UNIVERSITARIO INTERSEDE  
IN SCIENZE COSTIERE APPLICATE**  
*ANNO ACCADEMICO 2010-11*

**Relazione Finale di Ricerca**

*Piano di monitoraggio ed analisi delle matrici ambientali  
utili alla classificazione delle acque marino costiere della  
Regione Abruzzo anno 2010 - Applicazione della nuova  
normativa prevista dal D.M. 260/2010*

**Relatori**

**Renzo Valloni**  
Prof. Renzo Valloni  
Università di Parma

**Nicola Caporale**

Dott. Nicola Caporale  
Regione Abruzzo - Servizio OO MM e Acque Marine  
Ufficio Qualità Acque Marine ed Ecosistemi

**Candidato**

**Walter Vacca**  
Dott. Walter Vacca

# INDICE

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
<b>1. QUADRO NORMATIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. QUADRO CONOSCITIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Il mare adriatico: caratteristiche generali.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 La fascia costiera abruzzese.....</b>	<b>6</b>
<b>3. PIANO DI MONITORAGGIO OPERATIVO DELLE ACQUE MARINO COSTIERE....</b>	<b>7</b>
<b>4. METODICHE DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI.....</b>	<b>11</b>
<b>5. MONITORAGGIO E RISULTATI.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Parametri idrologici.....</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Elementi nutritivi.....</b>	<b>23</b>
<b>6. ANALISI DELLE MATRICI AMBIENTALI UTILI ALLA CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE SECONDO IL D.M. 260/2010.....</b>	<b>32</b>
<b>6.1 Descrittori geomorfologici.....</b>	<b>33</b>
<b>6.2 Descrittori idrologici.....</b>	<b>36</b>
<b>6.3 Classificazione sulla base degli elementi di qualità biologica (EQB).....</b>	<b>41</b>
<b>6.3.1 Fitoplancton.....</b>	<b>41</b>
<b>6.3.2 Macroinvertebrati bentonici.....</b>	<b>46</b>
<b>7. ELEMENTI DI QUALITA' CHIMICO-FISICA E IDROLOGICA A SOSTEGNO DELL'ANALISI QUALITATIVA DELL'ECOSISTEMA COSTIERO.....</b>	<b>50</b>
<b>7.1 Indice Trix.....</b>	<b>50</b>
<b>7.2 Elementi idromorfologici e fisico-chimici nei sedimenti.....</b>	<b>61</b>
<b>7.3 Analisi dello stato chimico.....</b>	<b>64</b>
<b>CONCLUSIONE.....</b>	<b>71</b>

## **INTRODUZIONE**

Lo stato di qualità delle acque marino-costiere è certamente un problema di grande importanza nella regione Abruzzo che, con i suoi 126 chilometri di costa, trova nel suo meraviglioso mare e nelle sue ampie spiagge, una notevole ricchezza ed allo stesso tempo una risorsa aggiuntiva, da sfruttare al meglio delle potenzialità. Difatti, la qualità delle acque genera forti ripercussioni sull'intera economia regionale, in considerazione dell'importanza dell'industria turistica e della pesca.

E' dunque inevitabile collocare questa nostra grande risorsa nell'ottica di attività mirate alla sua preservazione, conservazione e tutela, e agganciarla sempre più alle politiche ormai diffuse di uno sviluppo sostenibile.

Tale elaborato, ha lo scopo di presentare il Piano di Monitoraggio 2010 della Regione Abruzzo e di dare un giudizio sullo stato ambientale delle acque marino costiere, attraverso i criteri di classificazione proposti dal nuovo D.M. 260/2010.

Il Piano di Monitoraggio, è parte integrante del Piano di Tutela delle Acque, adottato dalla Regione Abruzzo il 06 Agosto 2010, ed introduce tre nuovi transetti, Alba Adriatica, Pineto e San Salvo, implementando così le stazioni di controllo distribuite lungo la fascia costiera abruzzese e l'attività di sorveglianza delle aree maggiormente sensibili alle pressioni antropiche.

L'esecuzione delle attività di monitoraggio è stata possibile grazie all'unità operativa Ermione, motonave a servizio dell'ARTA, che opera a stretto contatto con il Dipartimento di Qualità delle Acque ed Opere Marittime della Regione Abruzzo, garantendo diagnosi e sorveglianza di elevato valore scientifico.

Nei successivi paragrafi, verranno valutati in particolare i parametri chimico-fisici della colonna d'acqua e le metodologie per giungere alla tipizzazione delle acque superficiali e alla valutazione qualitativa delle acque marino costiere.

## 1. QUADRO NORMATIVO

Nell'anno 2010 la Regione Abruzzo, grazie all'operatività dell'Agenzia Regionale Tutela Ambientale (ARTA), ha svolto il Programma di Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero predisposto ai sensi del DM 14/04/2009 n° 56, recante il regolamento riguardante i "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. n. 152/06". Tale programma di monitoraggio, è parte integrante del Piano di Tutela delle Acque, adottato dalla Regione Abruzzo con la Delibera 614 del 09 Agosto 2010.

Con il D.Lgs. n. 152/06 ( che recepisce la direttiva 2000/60/CE e abroga integralmente il precedente D.lgs. 152/99) vengono definite le modalità con cui effettuare la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici. Tale decreto, vede la piena applicazione con l'entrata in vigore del D. 56/09, nel quale vengono definiti i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.lgs 152/06, art. 75, comma 3.

Un altro decreto attuativo del D.lgs 152/06, è il D.M. 16 giugno 2008 n. 131, recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici per la modifica delle norme tecniche del D.lgs 152/06, art. 75, comma 4. Tale Decreto definisce le metodologie per l'individuazione di tipi per le diverse categorie di acque superficiali (tipizzazione), l'individuazione dei corpi idrici superficiali e l'analisi delle pressioni e degli impatti.

A seguito di tale decreto, è stato pubblicato il D.M. 260/10, "Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo". In particolare per le acque marino costiere, sono previsti nuovi elementi per la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici, individuando gli elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico, ed implementando i criteri per la tipizzazione dei corpi idrici superficiali.

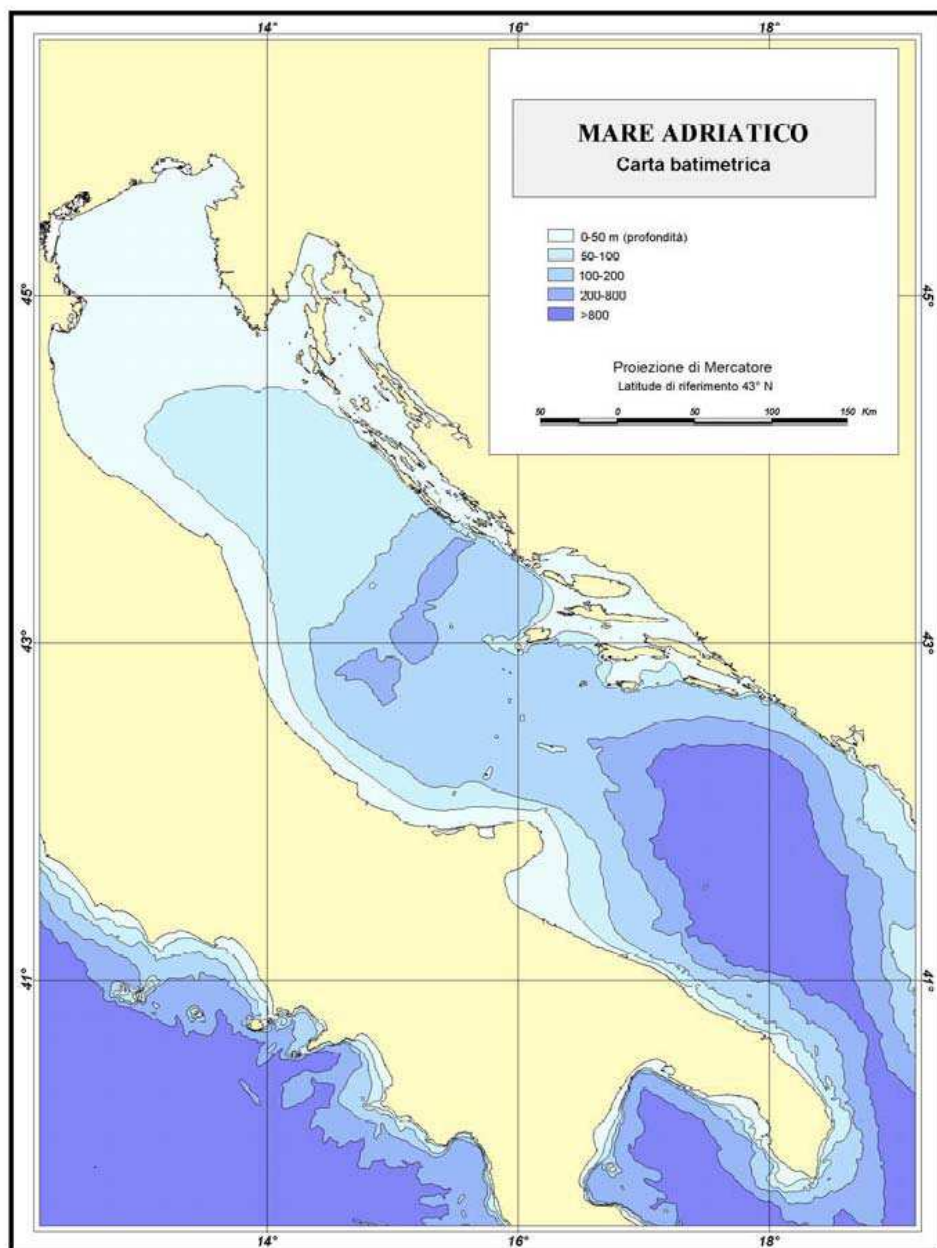
## **2. QUADRO CONOSCITIVO**

### **2.1 IL MARE ADRIATICO: CARATTERISTICHE GENERALI**

L'Adriatico ha un'estensione di 132.000 Km<sup>2</sup>, con una superficie pari ad 1/19 di quella del Mediterraneo (2.504.000 Km<sup>2</sup>). Ha un volume di 36.000 Km<sup>3</sup> corrispondente a 1/103 dell'intera massa acqueea mediterranea (3.700.000 Km<sup>3</sup>). Straordinaria è la quantità di acque dolci che in esso si immettono, pur essendo un bacino di modeste dimensioni riceve 1/3 di tutti gli apporti fluviali confluenti nel Mediterraneo.

Presenta una forma allungata secondo un asse principale orientato in direzione Nord Ovest – Sud Est. Ha una lunghezza di circa 800 Km e una larghezza massima di 220 Km. Ricorda un lungo e stretto golfo, chiuso a settentrione in corrispondenza del Golfo di Trieste ed aperto verso Sud, che comunica con il Mar Ionio attraverso il Canale d'Otranto largo appena 74 Km.

Il bacino dell'Alto e Medio Adriatico è costituito da un'ampia piattaforma continentale con fondali di natura sabbiosa e fangosa. L'area si caratterizza per la bassa profondità dei fondali, soprattutto se confrontati con le depressioni che si riscontrano nei restanti distretti del Mar Mediterraneo ed il gradiente batimetrico risulta di conseguenza meno importante rispetto agli altri mari italiani.



*Fig. 1, Adriatico, Carta batimetrica.*

Una superficie di circa 102.415 Km<sup>2</sup>, corrispondente al 73% del Mar Adriatico, presenta una batimetria inferiore ai 200 m (Fig.1).

La circolazione generale è di tipo ciclonico, con movimento antiorario; le masse d'acqua entrano dal mediterraneo orientale lungo il lato orientale e ridiscendono lungo la costa occidentale.

La costa orientale è alta, rocciosa e articolata, con numerose isole, canali e baie. La costa italiana è generalmente bassa, alluvionale e caratterizzata, soprattutto nell'Alto Adriatico, da un elevato apporto fluviale che contribuisce ad abbassare la salinità, a determinare un'elevata produzione primaria ed un'elevata produttività biologica.

Le temperature hanno escursioni stagionali molto forti nelle aree costiere, scendendo sotto i 7°C in inverno e sopra i 28°C in estate. Il settore centrale dell'Adriatico è occupato da una depressione,

che prende il nome di Fossa di Pomo/Jabuka, che raggiunge profondità di circa 250 m situata geograficamente ad oltre 40 miglia nautiche (nm) dalle coste abruzzesi e marchigiane. Questa comunica mediante un canalone con la più vasta depressione meridionale, con fondali profondi oltre i 1200 m, che segna il confine con il Mar Ionio.

## **2.2 LA FASCIA COSTIERA ABRUZZESE**

La costa della regione Abruzzo si sviluppa per 125,8 Km. Gran parte di essa, circa il 75%, ha la struttura tipica dell'Adriatico, caratterizzata da un fondale basso e sabbioso, mentre il restante 25% è rappresentato da costa bassa con spiagge a ghiaietto e da costa alta intervallata da piccole calette. Questa grande varietà di ambienti rende il paesaggio marino dell'Abruzzo davvero peculiare. In particolare, dalla foce del Tronto a confine con le Marche, fino alla foce del fiume Foro situato poco a sud di Francavilla al Mare, l'arenile si presenta basso e sabbioso. Spesso, a ridosso delle ampie spiagge si trovano spazi verdi di vegetazione mediterranea e boschi di Pino domestico e Pino d'Aleppo. A partire dalla porzione di litorale situata a sud di Pescara il paesaggio viene modificato dalla presenza di profonde insenature tagliate da falesie e da calette immerse tra ginestreti, vigneti, e dai rari boschi di Leccio. Tra gli habitat litoranei più caratteristici d'Abruzzo sono da segnalare le residuali vegetazioni dunali di Martinsicuro e di Punta Aderci.

Come in altre aree dell'Adriatico centro - settentrionale, la fascia costiera abruzzese è soggetta a pressioni antropiche non trascurabili, dovute principalmente all'intensa presenza turistica nel periodo estivo, ed al fatto che in tale porzione di territorio si concentrano le principali infrastrutture civili, turistiche e commerciali; inoltre l'orografia è caratterizzata da un intervallarsi di piccole valli perpendicolari al mare, lungo le quali scorrono corpi idrici di varia grandezza e nelle cui acque defluiscono scarichi civili e industriali, con i loro relativi carichi inquinanti.

Pertanto, particolare attenzione viene data alle aree contigue le foci dei fiumi e dei torrenti che sversano in mare e che rappresentano una possibile fonte di contaminazione delle stesse acque marine.

Le attività di monitoraggio attuate negli anni antecedenti il 2010, mostrano un buono stato di qualità delle acque marino costiere regionali, sia per quanto riguarda gli aspetti ecologico - ambientali sia per quelli legati alla balneazione.



### 3. PIANO DI MONITORAGGIO OPERATIVO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE

Il programma di monitoraggio delle acque marino costiere viene predisposto ai sensi del Decreto 14 aprile 2009 n°56. Esso prevede l'individuazione dei principali corpi idrici su cui modulare il programma di monitoraggio, finalizzato al raggiungimento del livello di qualità ambientale previsto da tale decreto, ed alla valutazione dello stato di qualità delle acque marino-costiere, atto a definire i livelli di "rischio" per ciascun corpo idrico individuato.

Nell'allegato 5 del Piano di Tutela delle Acque, viene riportata la "**Carta dei corpi idrici marino-costieri e il relativo stato di rischio**", valutato ai sensi del DM 131/2008", suddiviso in "a rischio", "non a rischio" e "probabilmente a rischio" rispetto al raggiungimento dell'obiettivo di qualità "buono" previsto dal decreto (Fig.2).

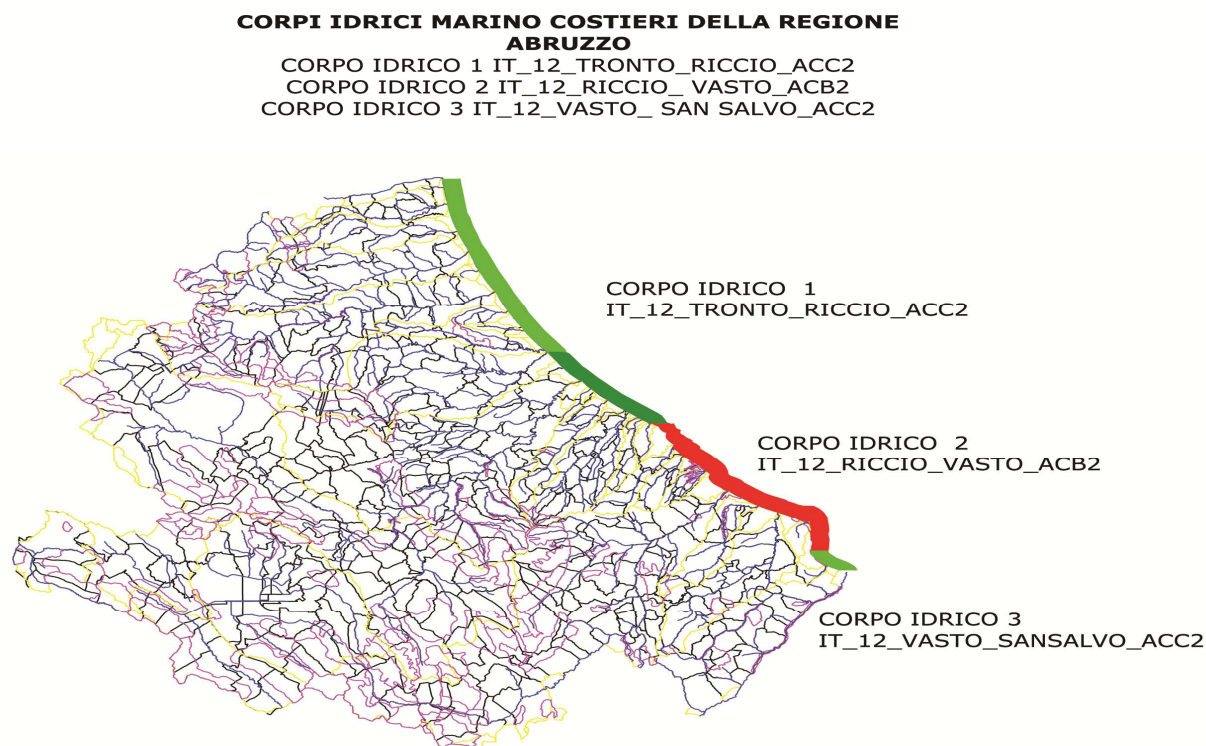


Fig. 2, Carta dei corpi idrici marino-costieri e il relativo stato di rischio, Regione Abruzzo.

Tali obiettivi prevedono:

- Il raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato di "buono" ai sensi dell'art. 76 comma 4 del D.Lgs. 152/06 ed il mantenimento delle condizioni ambientali nelle corpi idrici marino-costieri attualmente caratterizzate da uno stato "buono";

- Attuazione di monitoraggi di sorveglianza ed operativi ai sensi della Direttiva 2000/60/CE e dei relativi decreti attuativi;

La rete di monitoraggio è strutturata su sette transetti che vanno a coprire le tre aree individuate come corpi idrici marino costieri. Nella cartina sottostante (Fig.3) è riportata la localizzazione dei transetti, che prevedono campionamenti a 500 m e 3000 m di distanza dalla costa, per un totale di 14 stazioni di campionamento.

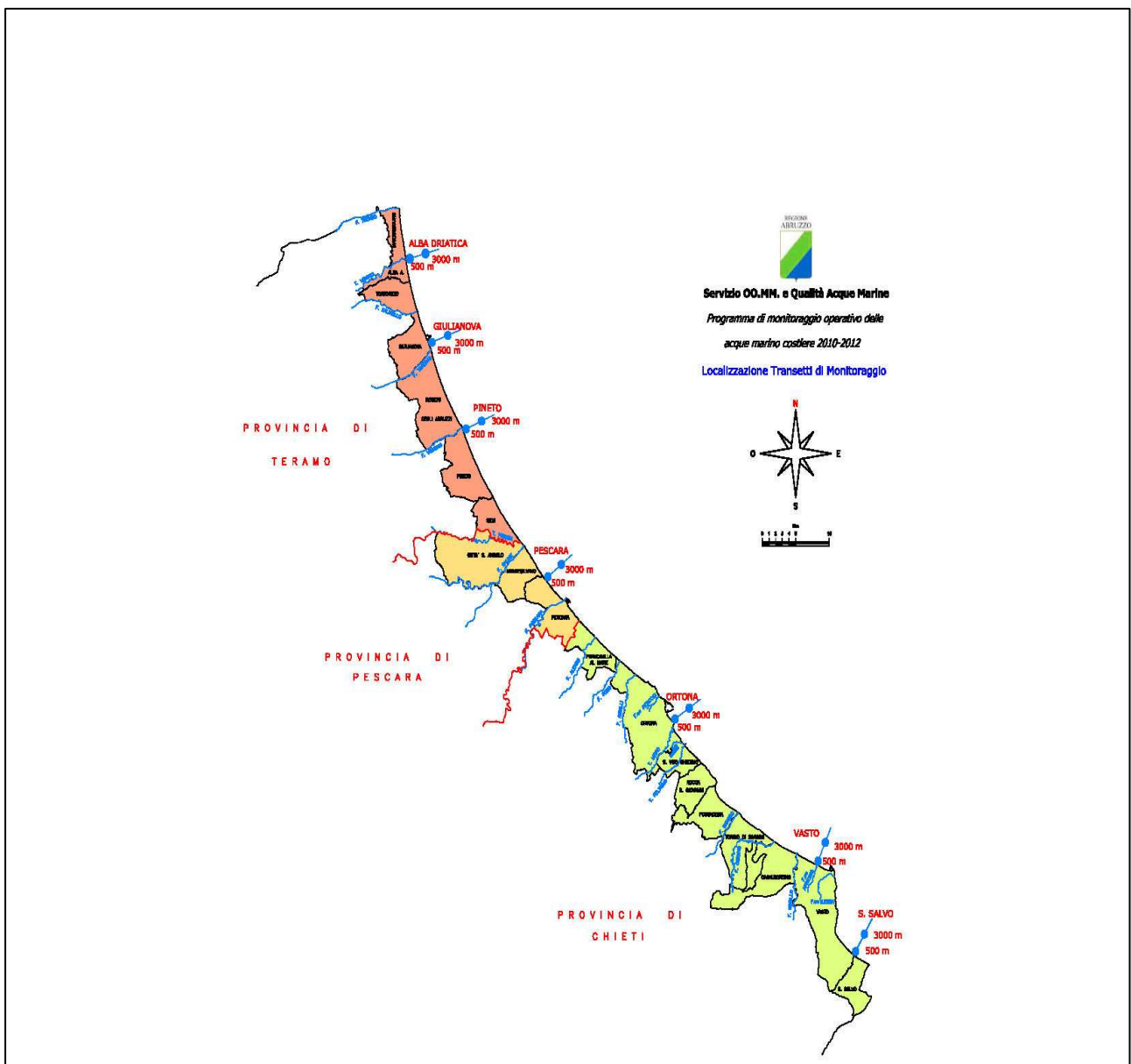


Fig.3, Localizzazione dei transetti di monitoraggio previsti dal Programma di monitoraggio operativo delle acque marino-costiere 2010-2012, Regione Abruzzo.

I codici e la localizzazione dei transetti, sono riportati nella tabella seguente (Tab.1):

Area	Codice stazione	Distanza dalla costa (km)	Latitudine	Longitudine
ALBA ADRIATICA	AL13	0,5	4743036,382	413415,343
	AL15	3	4743986,162	416446,686
GIULIANOVA	GU01	0,5	4733648,615	416662,375
	GU03	3	4734803,049	418756,318
PINETO	PI16	0,5	4722666,921	421881,381
	PI18	3	4724186,389	423947,488
PESCARA	PE04	0,5	4707195,865	432228,038
	PE06	3	4708004,049	434814,378
ORTONA	OR07	0,5	4687530,712	452976,327
	OR09	3	4688966,832	455045,067
VASTO	VA10	0,5	4670271,878	474125,425
	VA12	3	4672395,647	475348,613
SAN SALVO	SSA01	0,5	4659163,776	479734,183
	SSA02	3	4661310,502	481015,322

Tab.1, Localizzazione dei transetti operativi e relativi codici, Regione Abruzzo.

Le attività di misura e prelievi attuate nell'ambito del monitoraggio 2010-2012 possono essere così schematizzate:

- rilevazione dei parametri meteo marini;
- acquisizione dati fisico-chimici delle acque tramite sonda multiparametrica nella colonna d'acqua;
- determinazione della concentrazione dei nutrienti;
- analisi del fitoplancton e dello zooplancton;
- bioaccumulo e sedimentazione di microinquinanti nel biota (*M. galloprovincialis*) e nel sedimento;
- test ecotossicologici sui sedimenti;
- biomarkers;
- analisi granulometrica dei sedimenti;
- analisi delle biocenosi di fondo;
- ricerca delle microalghe bentoniche tossiche.

Il piano di monitoraggio delle acque marino-costiere della costa Abruzzese prevede l'esecuzione di campagne di campionamento e misura, in relazione alla tipologia di analisi e della matrice ambientale (Tab.2).

<b>Tipologia</b>	<b>Frequenza</b>
<b>Sonda multiparametrica + Nutrienti</b>	Bimensile
<b>Acqua - sostanze prioritarie e altre sostanze chimiche</b>	Trimestrale
<b>Plancton</b>	Bimensile
<b>Analisi tossicologiche</b>	Semestrale
<b>Macroinvertebrati</b>	Semestrale
<b>Biota (mitili)</b>	Semestrale
<b>Sedimenti</b> (sup + prof)	Annuale
(*) solo tossicità + metalli	Semestrale (*)

*Tab.2, Frequenze di campionamento per le diverse matrici ambientali.*

I parametri nutrienti, idrologici e Placton prevedono una frequenza di campionamento bimensile mentre per gli altri comparti ambientali si hanno frequenze trimestrali ( Acqua- sostanze prioritarie) e semestrali per le analisi tossicologiche, biota e sedimenti (tossicità e metalli).

L'ARTA Abruzzo, dispone di un mezzo nautico, la motonave "Ermione" (Fig. 4), 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 dalle diverse matrici ambientali.



Fig. 4, Motonave Ermione, ARTA Abruzzo.

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.

Tutte le attività analitiche vengono eseguite presso i laboratori del Dipartimento Provinciale di Pescara (Laboratorio Chimico-Ambientale, 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*).

#### 4. METODICHE DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI

##### **Matrice acqua**

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 (Tab.3); 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.

Indagini Chimico/Fisiche	
Parametro	Metodo analitico
Temperatura	Utilizzo di sonda multiparametrica "Idronaut mod. Ocean Seven 316 plus"
Salinità	
Ossigeno disciolto	
pH	
Torbidità	
Trasparenza	Disco di Secchi
Clorofilla "a" profilo verticale	Fluorimetro "Sea Teck" abbinato alla sonda multiparametrica.

Tab. 3, Parametri chimico-fisici indagati nella colonna d'acqua.

La determinazione dei sali nutritivi (Azoto totale, Fosforo totale e Ortofosfati, Silicati, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico) avviene mediante prelievo di acqua a 50 cm dalla superficie e a 50 cm dal fondo tramite bottiglia Niskin; un'aliquota prelevata a 50 cm dalla superficie 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 prelievo degli organismi *zooplanctonici* avviene mediante una rete standard WP-2, con vuoto di maglia di 200 µm e munita di flussimetro, su tutta la colonna d'acqua e con pescata obliqua. Nello schema seguente vengono riassunte le tipologie di analisi ed i parametri indagati per la matrice acqua:

Matrice	Tipologia di analisi	Tipologia di parametro
Acqua	Sali nutritivi	Fosforo totale Ortofosfati Azoto ammoniacale Azoto totale Azoto nitroso Azoto nitrico Silicati
Acqua	CHIMICA sostanze prioritarie	<b>Metalli</b> Cadmio Mercurio Nichel Piombo <b>Pesticidi</b>

Aldrin  
 Alachlor  
 Dieldrin  
 Endrin  
 Isodrin  
 Atrazina  
 Clorfenvinfos  
 Clorpirifos  
 o-p DDD  
 p-p DDD  
 o-p DDE  
 p-p DDE  
 o-p DDT  
 p-p DDT  
 DDD tot.  
 Diuron  
 alfa-Endosulfan  
 Esaclorobenzene  
 Pentaclorobenzene  
 Esaclorocicloesano  
 Isoproturon  
 Simazina  
 Triflurarin  
**Policlici aromatici**  
 Fluorantene  
 Naftalene  
 Antracene  
 Benzo(a)pirene  
 Benzo(b)fluorantene  
 Benzo(k)fluorantene  
 Benzo(g,h,i)perilene  
 Indeno (1,2,3 -cd)pirene  
**Solventi organici**  
 1,2-Dicloroetano  
 Diclorometano  
 Esaclorobutadiene  
 Tetracloruro di carbonio  
 Tetracloroetilene  
 Tricloroetilene  
 Triclorobenzeni  
 Triclorometano  
**Difenileteri**  
**Polibromurati (PBDE)**  
 Difeniletere bromato (cog.  
 28, 47, 99, 100, 153, 154)  
**Cloroalcani**  
 Alcani C10 - C13, cloro  
**Ftalati**  
 Di(2-etilesilftalato)  
**Alchilfenoli**  
 Ottilfenolo 4-(1,1',3,3'  
 tetrametilbutil-fenolo)  
 Nonilfenolo

		<b>Clorofenoli</b> Pentaclorofenolo <b>Tributilstagno composti</b>
<b>Acqua</b>	CHIMICA altre sostanze chimiche	Arsenico, Cromo tot., Eptaclor, Fenitrotion, Linuron, Paration etile, Paration metile, Terbutilazina, Clorotalonil, metolaclor, matalaxil, matalaxil - M, carbofuran, oxadixil, fenarimol, pendimetalin, cicloato, forate, metobromuron, propizamide, benalaxil, miclobutanil, triadimenol, prometrina, ametrina, endosulfan solfato, oxadiazon, propazina, terbutilazina desetil, procimidone, clorprofam, atrazina desetil, Clorobenzene, 1,2-Diclorobezene, 1,3-Diclorobezene, 1,4-Diclorobezene, Toluene, 1,1,1 Tricloroetano, Xileni (o,m,p), 2-Clorofenolo, 3-Clorofenolo, 4-Clorofenolo, 2-4-Diclorofenolo, 2-4-5-Triclorofenolo, 2-4-6-Triclorofenolo, Composti del Trifenilstagno, azinfos metile, esacloetano, 1,2 dicloropropano, Fenarimol

### Matrice sedimento

Le attività di campionamento di *sedimento marino*, per le indagini chimiche, chimico-fisiche e tossicologiche, vengono effettuate mediante l'utilizzo di un box corer, con prelievi in superficie e in profondità.

Per quanto concerne il campionamento di *macrozoobenthos* per l'analisi della comunità bentonica, viene utilizzata una benna di Van Veen di 0,1 m<sup>2</sup>. In ogni stazione si effettuano tre repliche e conseguentemente ogni campione di sedimento viene sottoposto a vagliatura, allo scopo di eliminare l'acqua, il sedimento e quant'altro non necessario per l'analisi in questione. Tale operazione viene eseguita mediante un setaccio con maglie di 1 mm, e gli organismi così 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 grazie all'indagine diretta di un operatore subacqueo direttamente sui manufatti della scogliera in prossimità delle stazioni a 500 m dalla costa, così come i prelievi di acqua e macroalghe per la ricerca di *microalghe bentoniche tossiche*.

Matrice	Tipologia di analisi	Tipologia di parametro
Sedimento	Chimica	<b>Metalli</b> Cadmio Nichel Piombo Arsenico Cromo tot. Cromo VI <b>Policlici aromatici</b> IPA totali (vedi Tab3/B D.M. 260/10) <b>Pesticidi</b> Aldrin Dieldrin Alfa-esaclorocicloesano Beta-esaclorocicloesano Gamma-esaclorocicloesano DDD tot. (o-p DDD , p-p DDD) DDE tot. (o-p DDE , p-p DDE) DDT tot. (o-p DDT, p-p DDT) Esaclorobenzene (HCB) <b>Policloro Bifenili</b> PCB totali (vedi Tab3/B D.M. 260/10) <b>Diossine</b> Sarmat. T.E. PCDD, PCDF (Diossine e Furani) e PCB diossina simili (vedi Tab3/B D.M. 260/10)
		Chimico-Fisica Umidità, Granulometria, Carbonio organico totale (TOC)
	Ecotossicologica Batteri, Alghe, Molluschi	

## 5 MONITORAGGIO E RISULTATI

### 5.1 PARAMETRI IDROLOGICI

#### Salinità

Le acque marino-costiere della Regione Abruzzo, presentano oscillazioni nei valori di salinità superficiale dovuti 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. La salinità, è un fattore importante per definire i campi di densità e stratificazione, ed in particolare esso è il parametro indispensabile per valutare la stabilità della colonna d'acqua, utile alla tipizzazione delle acque marino-costiere secondo il nuovo decreto 260/2010.

I dati relativi all'anno 2010 mostrano una distribuzione dei valori di salinità superficiale compresa tra il valore minimo di 29,42 ‰ (stazione PI16 nel mese di dicembre) ed il valore massimo di 36,77 ‰ (stazione SS01 nel mese di novembre). Nella tabella seguente sono riportati i valori medi, mediana, minimo, massimo e deviazione standard del parametro salinità (Tab.4):

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	34,21	34,35	32,34	36,45	1,62
AL15	33,03	34,35	25,16	35,88	3,99
GU01	33,85	33,47	31,43	36,43	1,71
GU03	34,21	34,13	32,54	36,05	1,31
PE04	34,50	34,37	32,81	36,17	1,19
PE06	34,19	33,95	33,12	35,93	1,11
PI16	33,75	34,88	29,42	35,25	2,28
PI18	34,69	34,97	33,22	36,21	1,17
OR07	35,08	35,44	33,24	36,27	1,21
OR09	34,45	35,52	32,18	35,90	1,57
SS01	35,50	35,68	33,77	36,77	1,14
SS02	35,37	35,58	33,48	36,54	1,17
VA10	34,38	34,43	31,40	36,31	1,83
VA12	34,74	35,28	32,38	36,25	1,46

Tab. 4, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di salinità, Abruzzo 2010.

Di seguito è riportato l'andamento medio annuale della salinità superficiale nelle 14 stazioni monitorate, espressa in PSU. Tale andamento mostra un trend crescente da nord verso sud, oscillando tra un valore minimo di 33,03 ‰ (AL15) e un massimo di 35,50 ‰ (SS01).

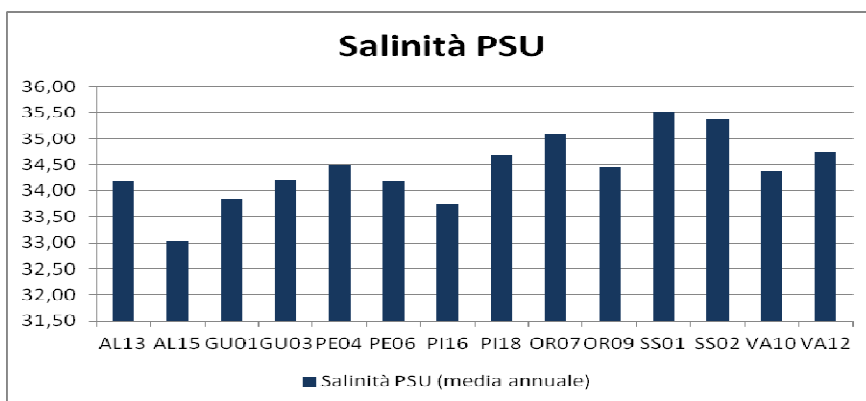


Fig. 5, Andamento del valore medio annuale di salinità, Abruzzo 2010.

Nelle stazioni di Giulianova e Pineto, si nota un andamento crescente di salinità da costa (500 m) verso il largo (3000 m), in quanto più ci si allontana dalla fonte di immisione di acqua dolce, in questo caso rappresentata rispettivamente dai fiumi Tordino e Vomano, maggiore risulta la salinità (GU03 e PI18).

## Temperatura

La temperatura è un parametro fisico di grande importanza per le acque del Mar Adriatico, in quanto presenta marcate fluttuazioni stagionali a causa della bassa profondità media, della latitudine e dell' afflusso di acque fluviali. In superficie il valore medio annuo più alto si è registrato a SS01 (16,74 °C) mentre il valore più basso a GU01 (14,55 °C); i valori mensili evidenziano un minimo di 6,30 °C a gennaio (GU01) e un massimo di 26,96 °C ad agosto (SS01) (Tab.5).

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	15,99	12,75	8,78	26,00	7,87
AL15	15,42	12,91	6,81	25,46	8,05
GU01	14,55	12,10	6,30	26,00	7,84
GU03	14,77	12,41	6,99	26,05	7,74
PE04	14,69	12,96	7,35	26,04	7,59
PE06	14,59	12,50	7,28	25,84	7,52
PI16	15,72	12,79	8,93	25,62	7,55
PI18	15,89	13,10	8,82	25,78	7,71
OR07	15,14	12,90	9,48	26,13	6,76
OR09	14,66	12,69	8,79	25,93	6,75
SS01	16,74	13,95	10,51	26,96	7,10
SS02	16,72	14,06	9,87	26,58	7,10
VA10	15,04	12,95	9,36	26,53	6,79
VA12	15,45	13,60	9,56	26,35	6,81

Tab. 5, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di temperatura, Abruzzo 2010.

L'andamento dei valori medi annuali è riportato nel grafico sottostante (Fig.6):

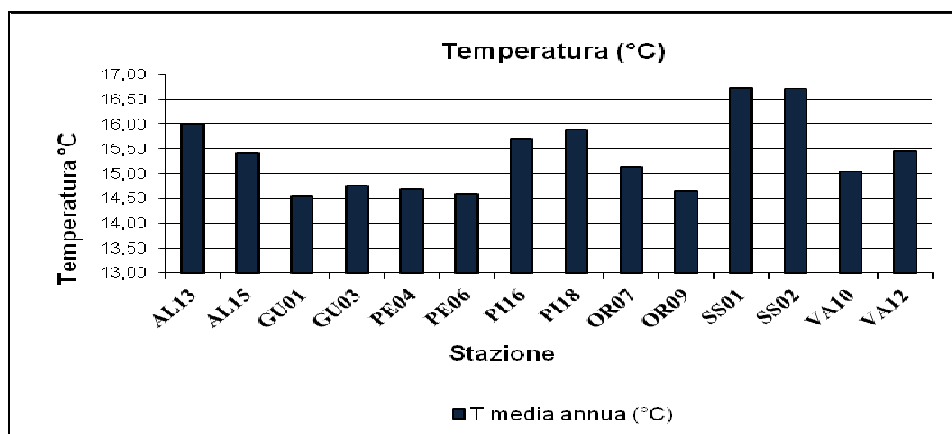


Fig . 6, Andamento del valore medio annuale di temperatura, Abruzzo 2010.

## 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).

I valori di trasparenza sono compresi tra un massimo di 9,50 m, rilevato ad Agosto presso la stazione ORO9 e un minimo pari a 0,5 m rilevato nelle stazioni AL13 (novembre), PI16 (marzo), PI18 (marzo).

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	2,30	2,00	0,50	4,00	1,44
AL15	3,60	2,00	1,00	7,50	2,77
GU01	1,83	1,50	1,00	3,00	0,93
GU03	2,46	1,63	1,00	5,00	1,63
PE04	2,08	1,75	1,00	4,00	1,07
PE06	2,71	2,00	1,50	6,00	1,69
PI16	1,00	0,50	0,50	3,00	1,12
PI18	3,40	2,00	0,50	8,50	3,21
OR07	2,33	2,00	1,50	4,00	0,98
OR09	4,17	2,25	2,00	9,50	3,27
SS01	3,00	3,50	2,00	3,50	0,71
SS02	3,80	3,50	2,50	5,00	0,97
VA10	3,25	3,00	1,50	5,00	1,51
VA12	4,00	3,50	1,50	7,00	2,30

Tab. 6, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di trasparenza, Abruzzo 2010.

In Fig.7 è riportato l'andamento medio annuo della trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.

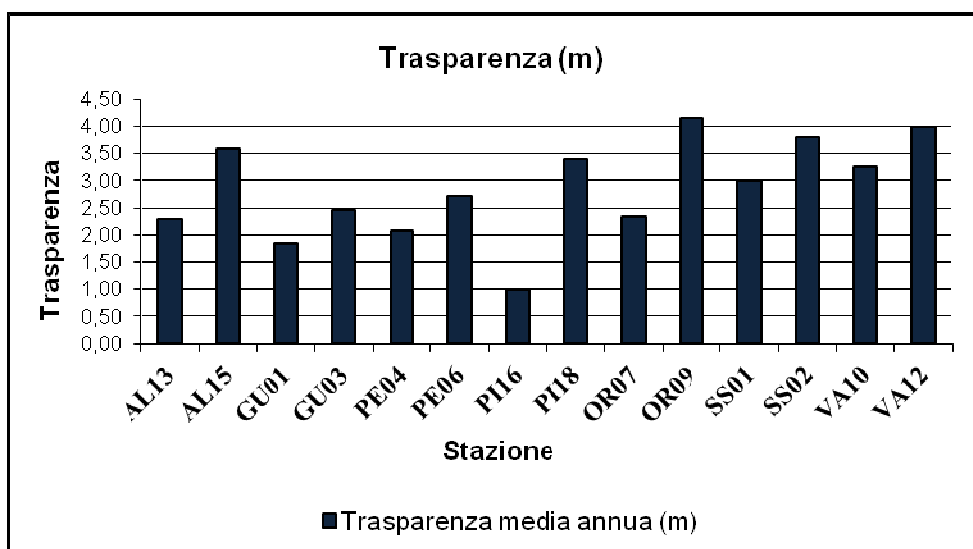


Fig. 7, Andamento del valore medio annuale di trasparenza, Abruzzo 2010.

## Concentrazione idrogenionica (pH)

Le acque marine presentano generalmente un valore di pH stabile dovuto all'azione di un efficiente sistema tampone, rappresentato dall'equilibrio dello ione bicarbonato tra le due forme bicarbonato di calcio (solubile) e carbonato di calcio (insolubile). Il pH può presentare oscillazioni dovute ad alcuni fattori, quali l'attività fotosintetica e i processi di decomposizione della materia organica.

Esso rappresenta il parametro che esprime la più ristretta variabilità nell'acqua di mare, con un valore medio in superficie pari a 8,16 unità di pH (anno 2010), un massimo di 8,74 (PI16) ad aprile e un minimo di 7,51 (PI16) a novembre (Tab.7).

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	8,03	8,05	7,76	8,28	0,22
AL15	8,06	7,97	7,83	8,43	0,30
GU01	8,18	8,23	7,80	8,36	0,22
GU03	8,11	8,07	7,81	8,42	0,25
PE04	8,20	8,30	7,78	8,52	0,26
PE06	8,18	8,29	7,73	8,52	0,29
PI16	8,15	8,21	7,51	8,74	0,45
PI18	8,15	8,11	7,82	8,45	0,24
OR07	8,16	8,19	7,74	8,42	0,24
OR09	8,26	8,29	7,81	8,46	0,23
SS01	8,13	8,12	7,82	8,33	0,19
SS02	8,17	8,20	7,80	8,36	0,21
VA10	8,19	8,26	7,87	8,35	0,17
VA12	8,20	8,20	7,86	8,46	0,23

Tab. 7, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di pH, Abruzzo 2010.

In fig.8 viene riportata la distribuzione dei valori medi annuali di pH calcolati in superficie:

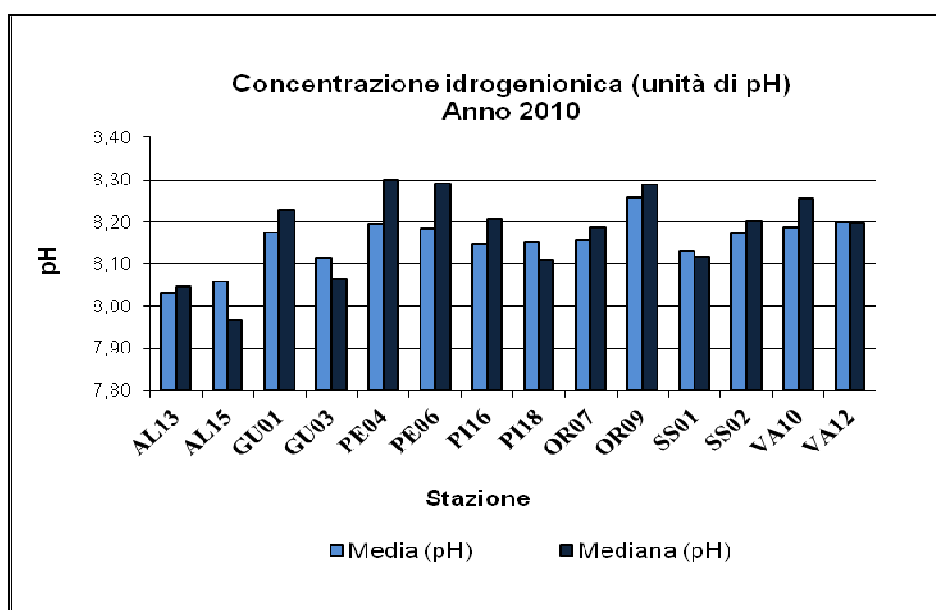


Fig. 8, Andamento del valore medio annuale di pH, Abruzzo 2010.

## Ossigeno disciolto

L'ossigeno nell'acqua di mare è presente in forma disciolta, in equilibrio con l'O<sub>2</sub> atmosferico, regolato dai flussi in entrata e in uscita che avvengono all'interfaccia acqua-atmosfera. La sua concentrazione dipende da molteplici fattori:

- fisici (temperatura, pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua);
- caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua di mare (salinità, pH);
- processi biologici e chimici (attività fotosintetica, respirazione e mineralizzazione della sostanza organica).

Nella campagna di monitoraggio 2010 è emerso che il valore medio di ossigeno disciolto in superficie è di 100,11 % con un minimo di 81,17 % alla stazione di ORO9 durante il mese di dicembre ed un massimo di 128,24 % a PE06 (giugno) (Tab.8).

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	103,03	100,68	85,43	127,32	16,05
AL15	101,83	102,41	81,75	126,39	15,13
GU01	97,53	91,76	85,24	124,76	13,30
GU03	99,15	98,55	85,52	124,47	12,77
PE04	100,68	100,10	81,84	125,95	13,03
PE06	101,80	94,40	92,88	128,24	13,23
PI16	101,54	100,17	89,28	120,71	11,32
PI18	100,22	98,86	86,18	124,52	13,17
OR07	98,67	100,20	83,17	112,64	9,47
OR09	97,17	100,10	81,17	112,42	10,62
SS01	102,51	104,30	86,93	110,55	8,53
SS02	100,53	99,99	87,11	110,35	8,50
VA10	99,56	100,66	81,98	110,34	11,24
VA12	98,66	100,47	80,23	110,88	12,07

Tab. 8, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di Ossigeno disciolto, Abruzzo 2010.

In fig.9 si riporta la distribuzione dei valori mensili di ossigeno disciolto (%) misurati in superficie, mediante sonda multiparametrica, nelle 14 stazioni monitorate:

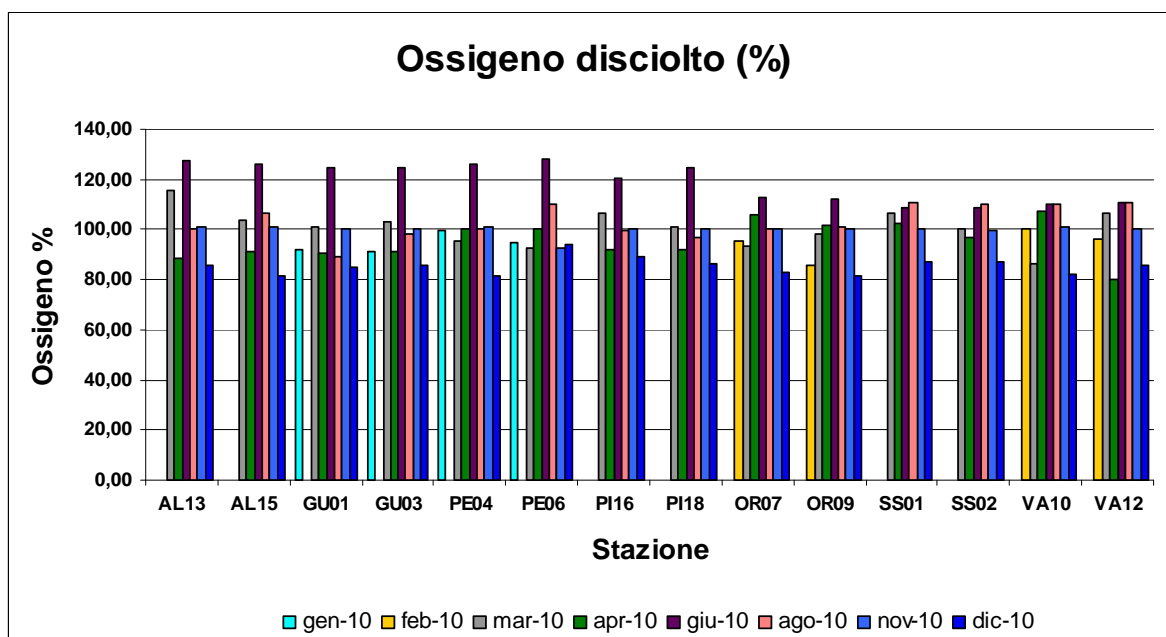


Fig. 9, Andamento del valore mensile di Ossigeno disciolti, Abruzzo 2010.

## Clorofilla “a”

La concentrazione di clorofilla “a” nelle acque superficiali e lungo la colonna d’acqua descrive una stima indiretta della biomassa fitoplanctonica, in quanto fornisce la misura del pigmento fotosintetico principale presente nelle microalgahe. E’ inoltre di fondamentale importanza per l’applicazione di indici trofici (valutazione della produzione primaria), dell’indice di torbidità e per la valutazione delle caratteristiche trofiche di base del corpo idrico e dello stato degli ecosistemi. La clorofilla è un parametro soggetto ad una variabilità spatio-temporale notevole, come avviene anche per i nutrienti, a causa dell’importante funzione che essa ricopre nei processi di produzione primaria. Presenta oscillazioni evidenti durante l’anno in quanto è influenzata da più fattori, quali l’apporto di nutrienti, la temperatura e l’intensità luminosa (irraggiamento).

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla “a”, misurata in loco tramite fluorimetro “Sea Tek” associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0,77 µg/L, con un valore minimo pari a 0.10 µg/L nelle stazioni di GU01 e SS02 durante i mesi di aprile ed agosto, ed un massimo di 3,33 µg/L rilevato a dicembre a ORO9 (Tab.9).

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	0,58	0,33	0,17	1,42	0,51
AL15	1,10	0,53	0,11	3,33	1,29
GU01	0,60	0,45	0,10	1,71	0,58
GU03	0,53	0,51	0,11	1,13	0,37
PE04	0,64	0,48	0,22	0,63	0,54
PE06	0,63	0,56	0,19	0,70	0,42
PI16	0,51	0,52	0,27	0,82	0,21
PI18	0,41	0,36	0,11	0,82	0,29
OR07	0,49	0,43	0,20	1,00	0,26
OR09	0,61	0,39	0,12	2,10	0,67
SS01	0,35	0,23	0,11	0,75	0,27
SS02	0,49	0,28	0,10	1,38	0,50
VA10	0,57	0,31	0,11	1,53	0,55
VA12	0,54	0,24	0,12	1,63	0,54

Tab. 9, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di Clorofilla "a", Abruzzo 2010.

Dal confronto delle concentrazioni superficiali di clorofilla "a" nei vari mesi monitorati (Fig.10), si può notare come nel periodo estivo vi siano valori bassi di clorofilla, dovuti al fatto che vi è un ridotto apporto a mare di fattori nutritivi dai bacini costieri, dovuto alle scarse precipitazioni, mentre il periodo invernale (dic-10) evidenzia un incremento della biomassa algale, a causa del cambiamento della circolazione e dell'incremento degli apporti di nutrienti dai principali corsi d'acqua Abruzzesi. Non si riscontrano variazioni sostanziali da costa (500 m) verso il largo (3000 m) nei periodi primavera ed estate, mentre nel periodo Nov-10 e Dic-10 si riscontrano valori più elevati di clorofilla nelle stazioni a 3000 m di distanza dalla costa.

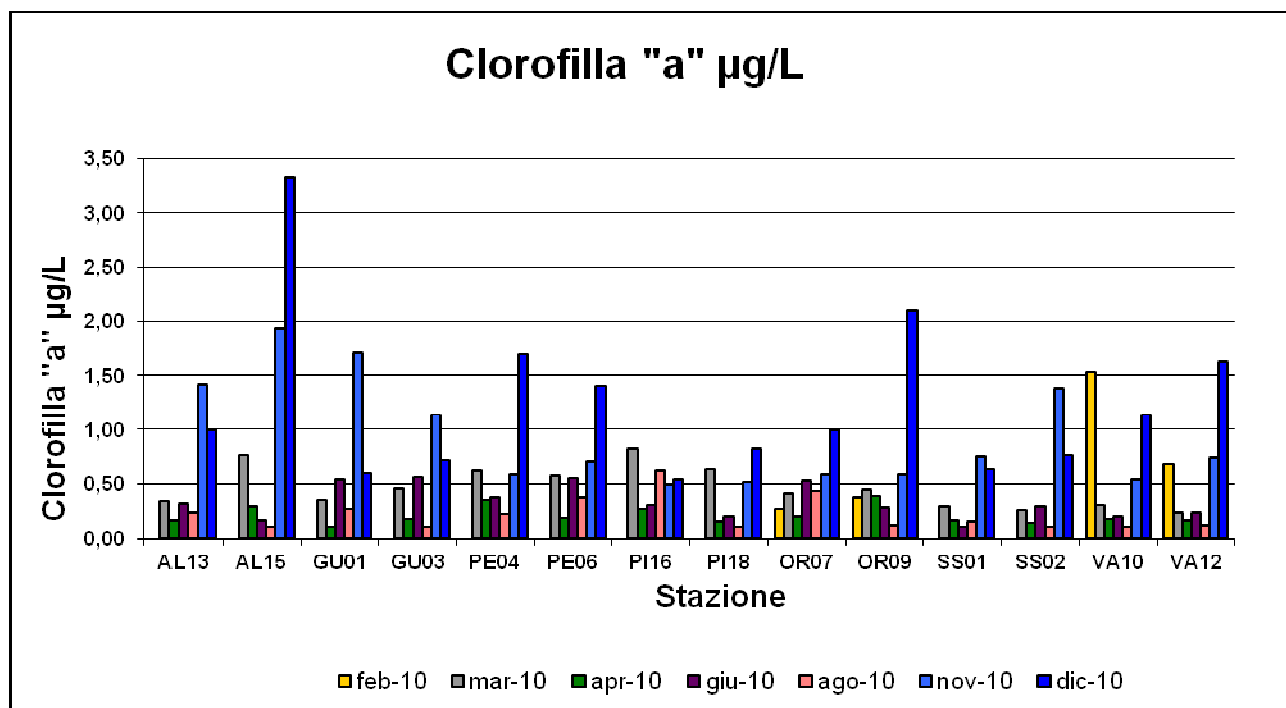


Fig. 10, Andamento del valore mensile di Clorofilla "a", Abruzzo 2010.



## **5.2 Elementi 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.

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 le 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.

### **Azoto ammoniacale**

L'azoto ammoniacale presente nelle acque superficiali marino-costiere è principalmente di derivazione fluviale e da insediamenti costieri a seguito del popolamento della fascia costiera.

In superficie la concentrazione mensile di ammoniaca (Fig.11) presenta molti valori inferiori al limite di rilevabilità dello strumento ( $0,01 \mu\text{moli/L}$ ) ed un valore massimo di  $0,04 \mu\text{g/L}$  nella stazione di VA10 nel mese di febbraio.

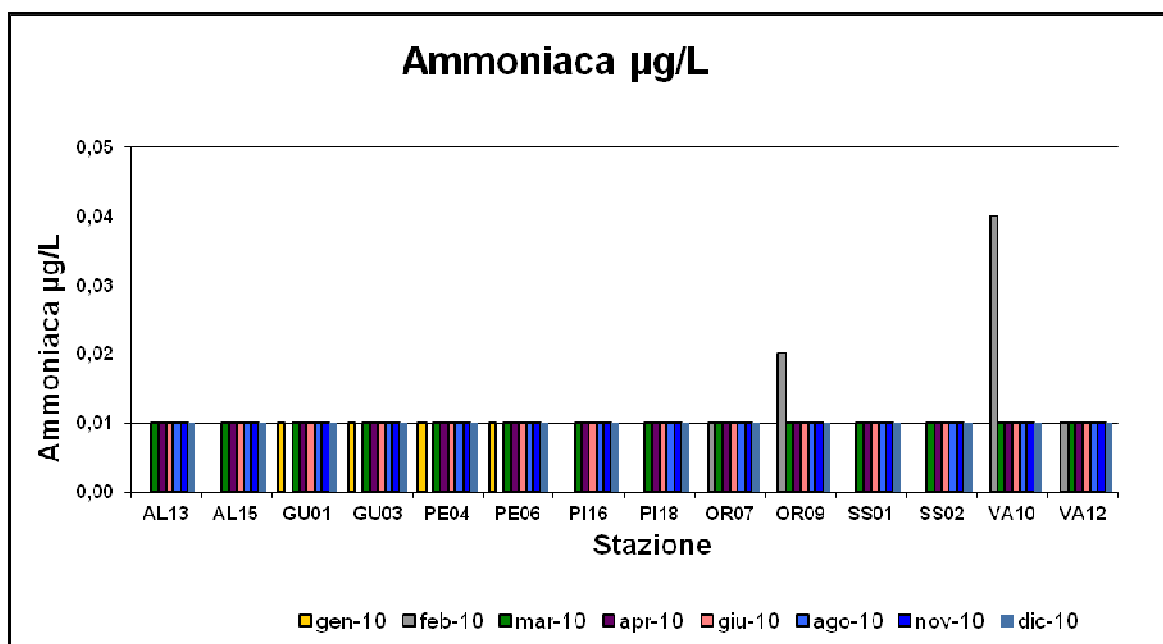


Fig. 11, Andamento del valore mensile di Azoto ammoniacale, Abruzzo 2010.

### Azoto nitrico

Componente solubile dell'azoto, l'azoto nitrico (N-N03) mostra un andamento strettamente correlato con le portate fluviali.

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	18,88	18,98	14,63	22,31	3,39
AL15	17,59	17,69	11,29	23,15	5,13
GU01	13,95	14,32	7,97	18,87	4,14
GU03	14,83	16,29	6,40	19,59	5,32
PE04	13,25	13,55	2,95	17,52	3,91
PE06	15,15	17,16	1,67	21,63	7,81
PI16	12,74	13,12	8,93	15,43	2,42
PI18	13,23	12,74	11,17	17,52	2,25
OR07	12,42	12,08	6,54	16,54	3,51
OR09	10,01	10,87	1,76	13,67	3,81
SS01	17,57	19,39	5,39	22,09	6,35
SS02	15,66	17,50	4,10	20,14	5,83
VA10	16,88	15,68	8,32	25,76	7,03
VA12	15,63	16,07	1,73	24,61	8,34

Tab. 10, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di Azoto nitrico, Abruzzo 2010.

In superficie la concentrazione media del nitrato è di 14,63 µg/L, con un valore minimo di 1,67 µg/L nella stazione di PE06 a dicembre ed un valore massimo di 25,76 µg/L a VA10 nel mese di giugno. Il grafico sottostante mostra come nei mesi di Aprile-Giugno-Agosto vi sia un incremento dei valori di azoto nitrico, dovuto probabilmente all'aumento di concentrazione di tali elementi

nelle acque fluviali durante il periodo primavera-estate a causa dell'affluenza turistica nella zona costiera.

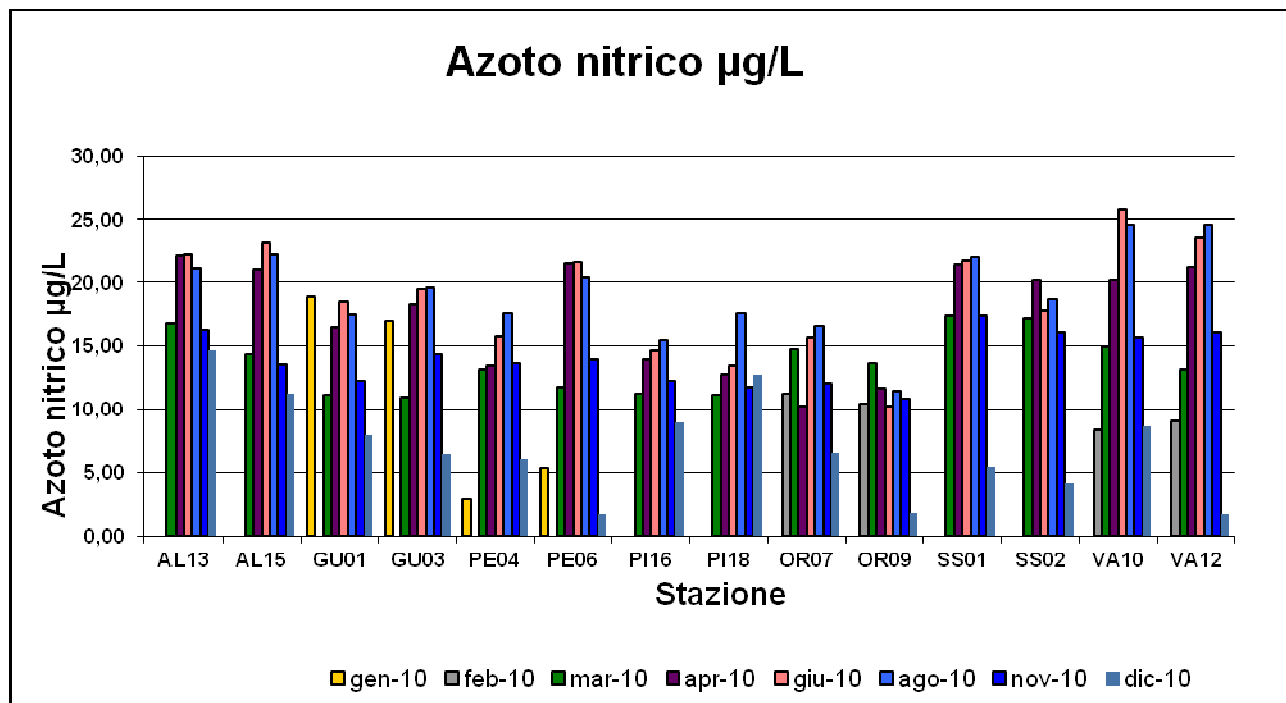


Fig. 11, Andamento del valore mensile di Azoto nitrico, Abruzzo 2010.

### Azoto nitroso

L'azoto nitroso (N-N02) presenta fluttuazioni temporali simili a quelle dell'azoto nitrico e quindi con picchi ben correlati con le portate fluviali.

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	0,72	0,71	0,52	0,94	0,15
AL15	0,79	0,85	0,37	1,08	0,27
GU01	0,44	0,50	0,17	1,66	0,16
GU03	0,52	0,52	0,28	0,83	0,19
PE04	0,63	0,65	0,48	1,06	0,10
PE06	0,54	0,52	0,15	0,81	0,26
PI16	0,53	0,57	0,25	0,68	0,17
PI18	0,61	0,63	0,37	0,71	0,19
OR07	0,49	0,49	0,33	0,62	0,11
OR09	0,55	0,60	0,30	0,67	0,13
SS01	1,01	1,09	0,45	1,32	0,35
SS02	0,86	0,90	0,67	0,98	0,15
VA10	0,97	1,04	0,15	1,42	0,44
VA12	1,09	1,12	0,20	1,69	0,56

Tab. 11, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di Azoto nitroso, Abruzzo 2010.

In superficie la concentrazione media dei nitriti è 0,71 µg/L con un valore minimo di 0,15 µg/L alla stazione di PE06 nel mese di dicembre ed un valore massimo di 1,69 µg/L a VA12 nel periodo estivo (giugno-agosto). Tale distribuzione riflette l'andamento dei nitrati, confermando il trend in crescita che caratterizza la fascia costiera abruzzese nei mesi estivi a causa del turismo.

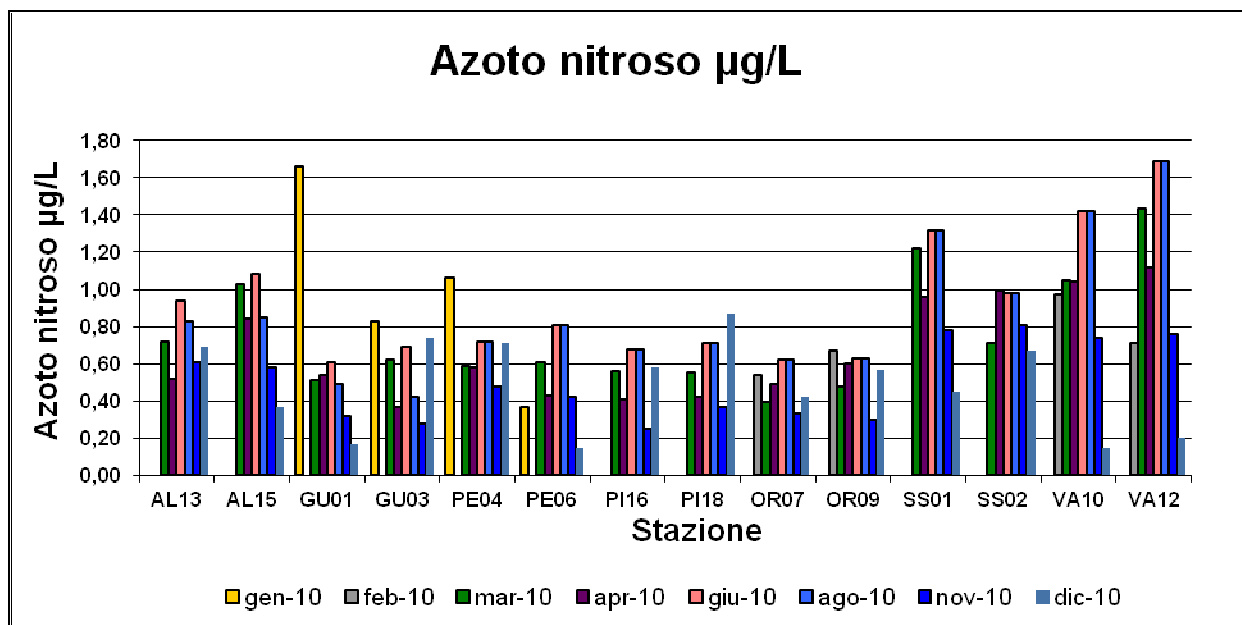


Fig. 12, Andamento del valore mensile di Azoto nitroso, Abruzzo 2010.

### Azoto totale

Mostra un andamento analogo alle componenti azotate sopra descritte, evidenziando una forte variabilità e una buona correlazione con le portate fluviali.

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	31,23	32,28	23,41	35,41	4,56
AL15	27,68	27,91	23,88	31,14	2,86
GU01	27,59	27,77	22,65	36,02	4,78
GU03	26,65	27,27	19,13	37,49	5,41
PE04	24,09	24,06	20,15	29,85	2,60
PE06	21,17	22,08	11,24	26,49	5,66
PI16	25,68	27,70	19,29	28,80	3,94
PI18	24,08	26,61	14,92	27,66	4,94
OR07	24,68	23,02	19,45	30,21	4,06
OR09	23,57	22,61	17,23	30,21	5,38
SS01	29,73	31,00	22,07	35,39	5,31
SS02	29,29	28,78	24,14	35,47	5,77
VA10	26,67	25,97	14,27	34,83	7,18
VA12	24,16	22,66	16,44	32,10	7,25

Tab. 12, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di Azoto totale, Abruzzo 2010.

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 26,34 µg/L, con un valore minimo pari a 11,24 µg/L alla stazione PE06 nel mese di dicembre ed un valore massimo di 37,49 µg/L nella stazione GU03 a gennaio.

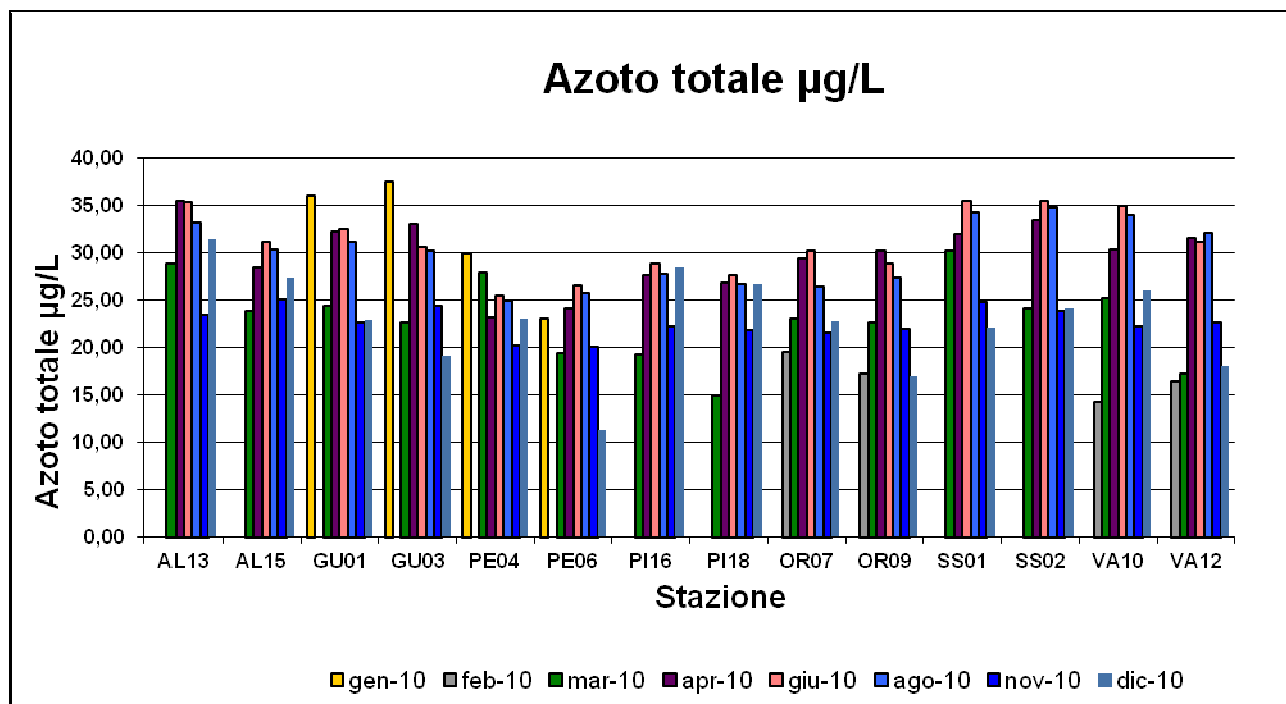


Fig. 13, Andamento del valore mensile di Azoto totale, Abruzzo 2010.

Tale situazione dimostra ancora una volta come l'aumento degli apporti delle forme azotate da parte dei fiumi nei mesi di gennaio-aprile-giugno-agosto, sia dovuto all'effetto del turismo.

### Fosforo ortofosfato (P-P04)

Le concentrazioni dell'ortofosfato mostrano una variabilità ridotta nelle 14 stazioni costiere. La sua presenza in acque di mare è legata alle portate fluviali e alle precipitazioni meteoriche.

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	0,40	0,22	0,10	1,39	0,49
AL15	0,36	0,24	0,12	1,01	0,33
GU01	0,39	0,29	0,14	1,03	0,33
GU03	0,37	0,25	0,16	1,09	0,36
PE04	0,32	0,20	0,15	0,95	0,31
PE06	0,24	0,20	0,13	0,69	0,15
PI16	0,28	0,23	0,11	0,63	0,19
PI18	0,41	0,27	0,13	1,27	0,43
OR07	0,43	0,28	0,17	1,36	0,42

OR09	0,41	0,25	0,18	1,35	0,42
SS01	0,34	0,14	0,09	1,44	0,54
SS02	0,21	0,14	0,10	0,59	0,19
VA10	0,36	0,19	0,13	1,19	0,38
VA12	0,24	0,18	0,13	0,52	0,14

Tab. 13, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di Fosforo ortofosfato, Abruzzo 2010.

Le concentrazioni mensili mostrano i valori più elevati nel periodo invernale (dicembre e gennaio) e i valori più bassi nel mese di marzo e novembre. In particolare, in superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di 0,36 µg/L con un massimo di 1,44 µg/L (stazione SS01 a dicembre) ed un minimo di 0,09 µg/L sempre a SS01 a novembre.

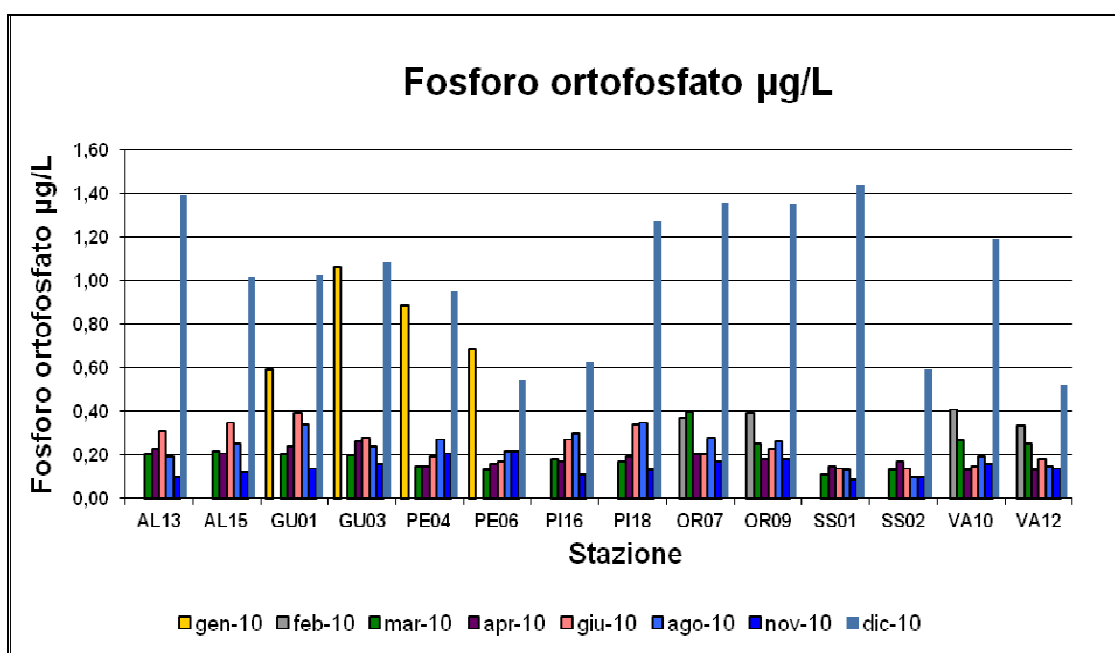


Fig. 14, Andamento del valore mensile di Fosforo ortofosfato, Abruzzo 2010.

### Fosforo totale

Il fosforo totale presenta una maggiore linearità negli andamenti mensili, anche passando dalle stazioni più settentrionali a quelle meridionali.

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	1,46	1,38	0,72	2,59	0,66
AL15	1,33	1,29	0,92	1,71	0,30
GU01	1,11	1,25	0,49	1,60	0,37
GU03	1,17	1,40	0,56	1,44	0,39
PE04	1,33	1,50	0,86	1,65	0,36
PE06	1,29	1,40	0,76	1,67	0,38
PI16	1,26	1,45	0,74	1,63	0,40
PI18	1,32	1,53	0,62	1,77	0,51

OR07	1,30	1,42	0,73	1,65	0,42
OR09	1,42	1,49	0,69	1,86	0,45
SS01	1,41	1,64	0,56	1,89	0,62
SS02	1,39	1,62	0,52	1,92	0,60
VA10	1,39	1,53	0,65	1,76	0,42
VA12	1,37	1,47	0,62	1,70	0,40

Tab. 14, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. di Fosforo totale, Abruzzo 2010.

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 1,34 µg/L con un massimo di 2,59 µg/L (stazione AL13) a dicembre ed un minimo di 0,49 µg/L nella stazione GU01 nel mese di marzo.

Vengono confermati i valori più elevati nei mesi di aprile-giugno-agosto, e non si nota una variabilità apprezzabile passando dalle stazioni più vicine a costa (500 m) a quelle più lontane (3000 m).

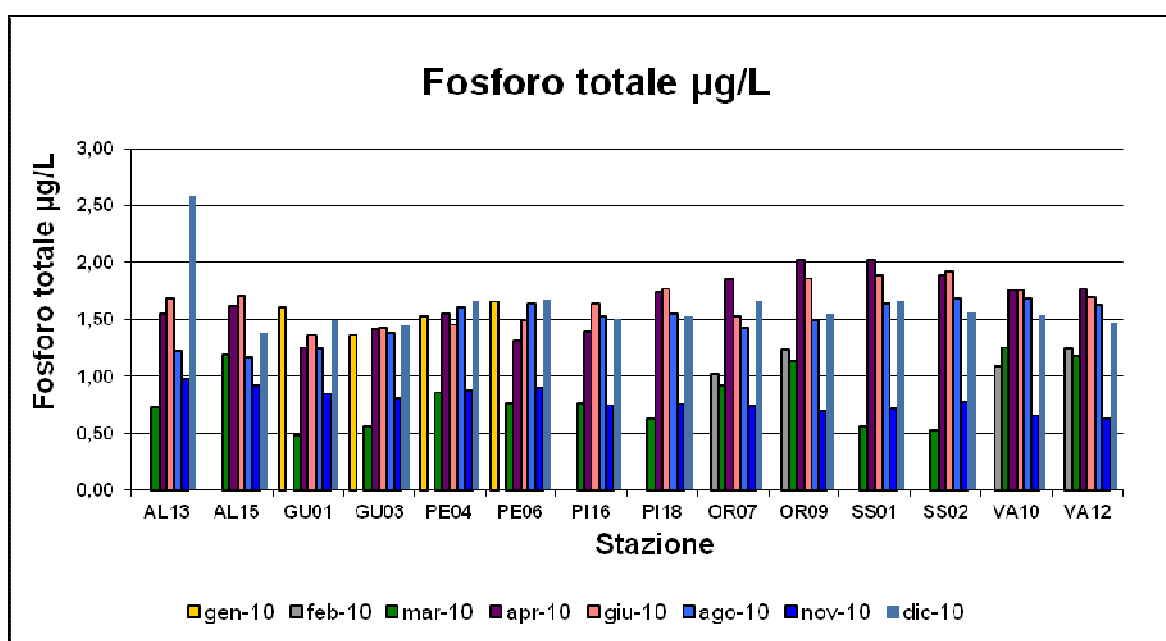


Fig. 15, Andamento del valore mensile di Fosforo totale, Abruzzo 2010.

Nel grafico sottostante (Fig.16) vengono messi a confronto i valori medi annuali per ogni stazione, del fosforo totale e della forma ortofosfata. Risultano molto marcate le differenze di concentrazione delle 2 forme di fosforo monitorate, P-P04 e P-Totale, con accentuata prevalenza della componente totale in tutti i mesi monitorati. Ciò è dovuto al fatto che la componente ortofosfatica è la forma che viene immediatamente assimilata e che di conseguenza non presenta concentrazioni elevate nell'acqua di mare.

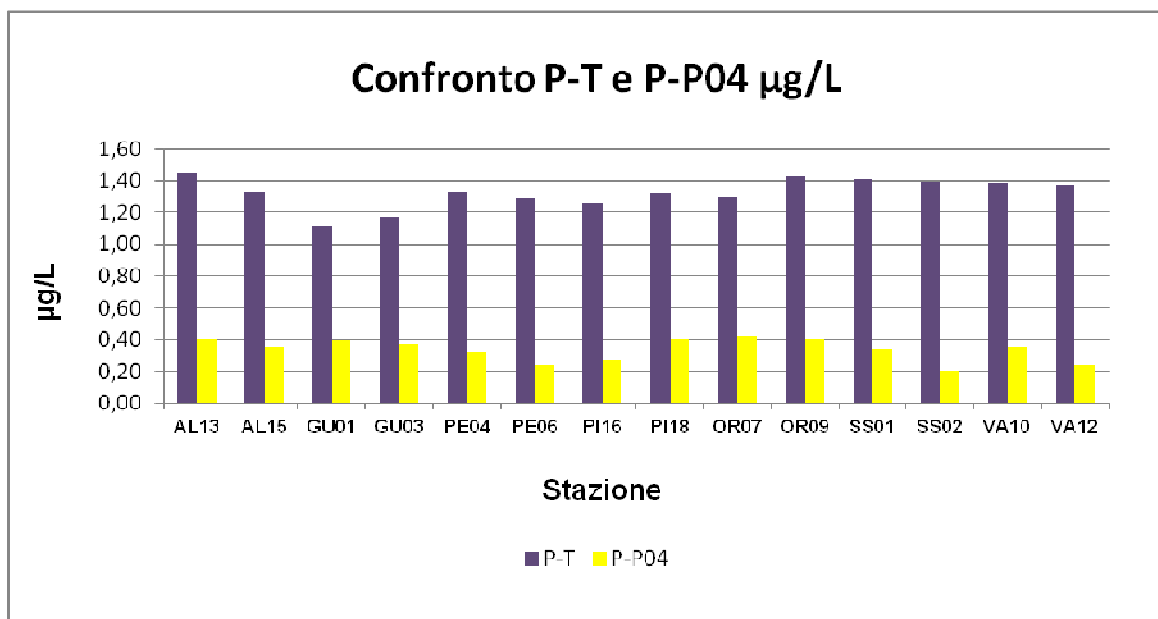


Fig. 16, Confronto delle medie annuali di fosforo totale e fosforo ortofosfato, Abruzzo 2010.

## Silicati

Gli andamenti dei silicati monitorari nelle 14 stazione costiere, anche in questo caso mostrano una stretta correlazione con le portate fluviali.

Stazione	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev.std.
AL13	4,02	2,48	1,42	12,88	4,39
AL15	4,01	2,19	1,08	12,99	4,53
GU01	3,52	2,01	1,18	12,85	3,82
GU03	3,77	1,99	1,56	13,26	3,99
PE04	4,06	2,86	1,56	10,17	3,23
PE06	3,11	2,04	1,50	7,41	2,18
PI16	3,73	1,95	1,42	11,22	3,79
PI18	3,72	1,96	1,19	11,69	4,01
OR07	4,40	3,78	1,87	10,28	2,92
OR09	4,42	3,25	1,86	10,21	2,98
SS01	4,30	3,26	2,09	10,53	3,14
SS02	4,35	3,07	2,16	10,57	3,14
VA10	3,98	2,96	1,52	11,30	3,43
VA12	3,45	2,68	1,45	8,10	2,41

Tab. 15, Valori medi, mediana, minimo e massimo e Dev. Std. dei silicati, Abruzzo 2010.

In superficie la concentrazione media di silicati è di 4,18 µg/L con un massimo di 13,26 µg/L (stazione GU03 a gennaio) ed un minimo di 1,08 µg/L nella stazione AL15 a marzo. Si nota una variabilità notevole dei mesi invernali rispetto i restanti mesi dell'anno, mentre non si riscontra una variazione del trend passando da costa verso il largo.



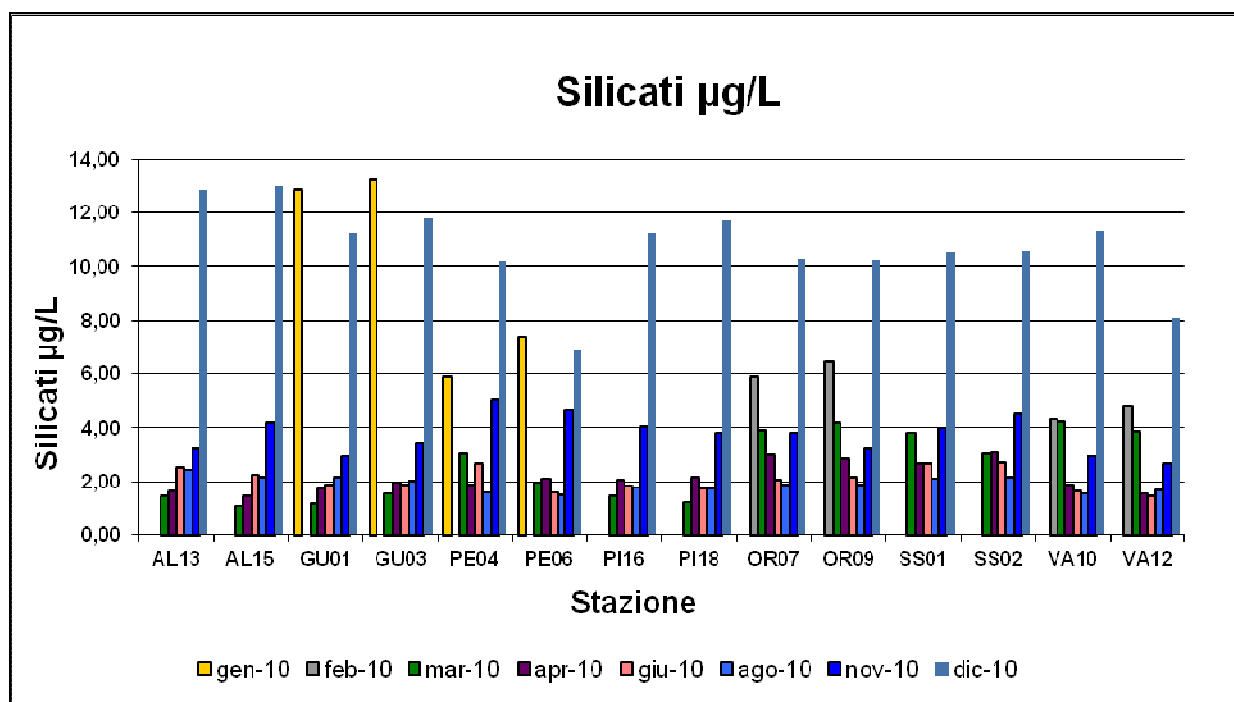


Fig. 17, Andamento del valore mensile dei silicati, Abruzzo 2010.

## 6. ANALISI DELLE MATRICI AMBIENTALI UTILI ALLA CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE SECONDO IL D.lgs. 260/2010

Il Decreto 260/2010, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n°30 del 07/02/2011, detta il Regolamento recante i criteri per la classificazione dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 Aprile 2006, n° 152. Esso prevede che le Regioni, identifichino nell'ambito territoriale di propria competenza, le acque superficiali appartenenti alle diverse categorie, definendone i tipi sulla base dei criteri tecnici dettati dall'allegato I.

I criteri per la tipizzazione dei corpi idrici, di cui all'Allegato 3 del presente Decreto legislativo, consentono l'individuazione dei tipi marino-costieri, su base geomorfologica e su base idrologica, riprendendo i macrodescrittori riportati nel D.M. 131/2008. Di seguito è riportato uno stralcio dell'allegato 3.

### A.3 Metodologia per l'individuazione dei tipi delle acque marino-costiere

#### A.3.1 Criteri di tipizzazione

La caratterizzazione delle acque costiere viene effettuata sulla base delle caratteristiche naturali geomorfologiche ed idrodinamiche che identificano il tipo di tratto costiero, utilizzando i macrodescrittori di cui alla tabella 3.1, in applicazione del sistema B dell'allegato II della Direttiva 2000/60/CE.

**Tab. 3.1. Criteri per la suddivisione delle acque costiere in diversi tipi**

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	APPARTENENZA AD UNA ECOREGIONE (1)
DESCRITTORI GEOMORFOLOGICI	<ul style="list-style-type: none"><li>○ morfologia dell'area costiera sommersa(compresa l'area di terraferma adiacente ) (2)</li><li>○ natura del substrato</li></ul>
DESCRITTORI IDROLOGICI	<ul style="list-style-type: none"><li>○ stabilità verticale della colonna d'acqua (3)</li></ul>

(1) *l'Italia si trova all'interno dell'ecoregione Mediterranea*

(2) *Nel caso in cui siano presenti substrati differenti, viene indicato il substrato dominante.*

(3) *Per la profondità la distinzione è basata su una profondità di circa 30 m, alla distanza di 1 miglio dalla linea di costa.*

##### A.3.1.1 Descrittori Geomorfolgici

La costa italiana, sulla base dei descrittori geomorfologici, è suddivisa in sei tipologie principali denominate:

- *rilievi montuosi (A),*
- *terrazzi (B),*
- *pianura litoranea (C),*
- *pianura di fiumara (D),*
- *pianura alluvionale (E)*
- *pianura di dune (F).*

##### A.3.1.2 Descrittori idrologici

Per la tipizzazione devono essere presi in considerazione anche descrittori idrologici, quali le condizioni prevalenti di **stabilità verticale della colonna d'acqua**. Tale descrittore è derivato dai parametri di temperatura e salinità in conformità con le disposizioni della Direttiva relativamente ai parametri da considerare per la tipizzazione. La stabilità della colonna d'acqua è un fattore che ben rappresenta gli effetti delle immissioni di acqua dolce di provenienza continentale, correlabili ai numerosi descrittori di pressione antropica che insistono sulla fascia costiera (nutrienti, sostanze contaminati ecc..). La stabilità deve essere misurata ad una profondità di circa 30 m, alla distanza di 1 miglio dalla linea di costa.

## 6.1 Descrittori geomorfologici

A livello nazionale, uno studio sulla geomorfologia costiera (Brondi *et al.*, 2003), ha portato ad una distinzione delle coste italiane in 6 tipologie principali (Fig. 18), denominate:

- *rilievi montuosi (A);*
- *terrazzi (B);*
- *pianura litoranea (C);*
- *pianura di fiumara (D);*
- *pianura alluvionale (E);*
- *pianura di dune (F).*

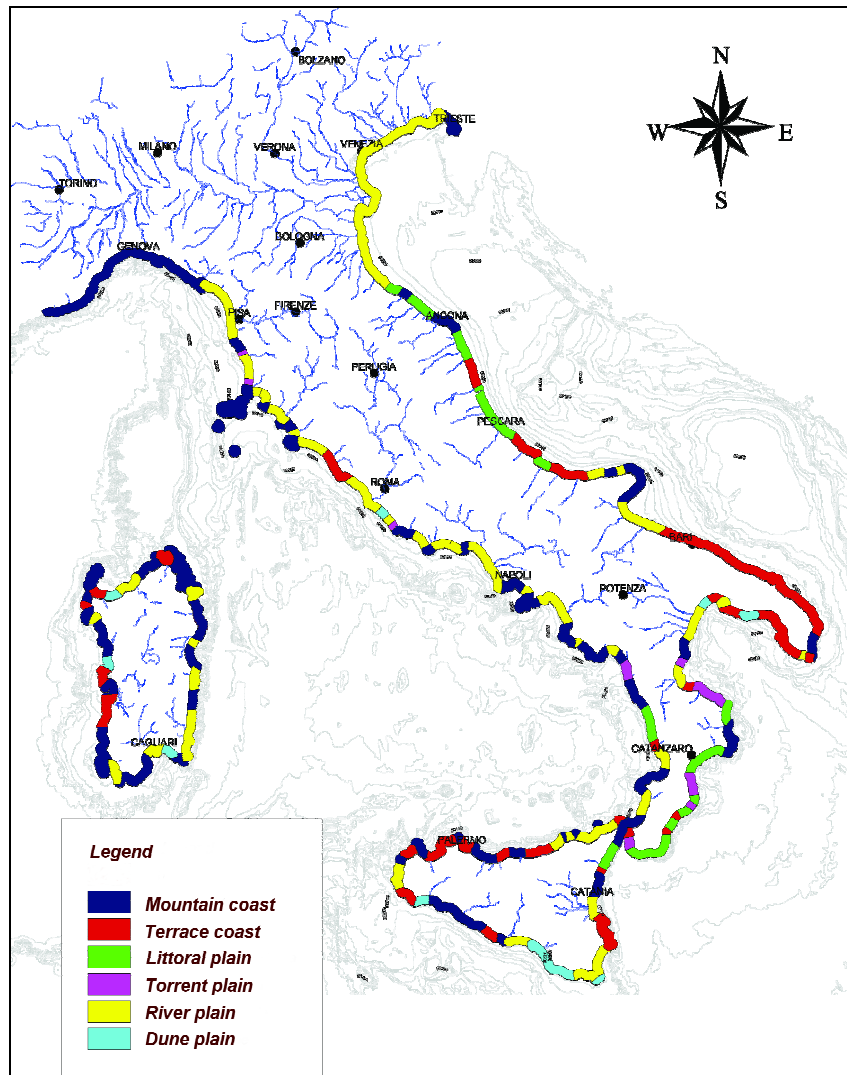


Fig . 18, Classificazione delle coste italiane, (Brondi *et al.*, 2003).

Allo scopo di facilitare la tipizzazione delle coste italiane su base geomorfologica, nello studio “*Elementi di Gestione Costiera -Parte I Tipi morfo-sedimentologici dei litorali italiani* (Ferretti *et al.*, 2003) vengono descritti ulteriori 12 morfotipi costieri ripartiti in funzione dei 6 descrittori geomorfologici (Brondi *et al.*, 2003) riportati nel Decreto 16 giugno 2008, n. 131.

- Tipologia (A): Rilievi montuosi

1. COSTA DI FALESIA: è rappresentata da un profilo subaereo a strapiombo che si prolunga nella parte sottomarina. Il contatto terra – mare è rappresentato da pareti subverticali o strette falciature di spiaggia, comunemente in ghiaia. Gli apporti solidi provengono da corsi d’acqua ad alto gradiente e da accumuli di frana e crollo della parete.

2. **COSTA ARTICOLATA:** è caratterizzata da rilievi montuosi o collinari affacciati direttamente sul mare. Il profilo sottomarino comunemente riproduce quello subaereo e, meno frequentemente, esibisce piattaforme di erosione. Il contatto terra – mare è eventualmente rappresentato da seni di spiaggia comunemente in ghiaia. Gli apporti solidi provengono da corsi d'acqua ad alto gradiente e da accumuli di frana e crollo della parete dei rilievi.
  
3. **COSTA DI GOLFO:** la riva, in costa alta, non è esposta ai marosi del mare aperto, e la protezione dinamica naturale è spesso incrementata dalla presenza di moli e dighe foranee.
  
- **Tipologia (B): Terrazzi**
  
4. **COSTA TERRAZZATA:** riva che poggia su falesia soffice o pendio digradante. Il retrolitorale presenta depositi fluviali e costiere terrazzati. Il profilo sottomarino è poco pendente. Gli apporti solidi provengono da corsi d'acqua a gradiente relativamente alto efficacemente trasportato dalla corrente lungoriva.
  
5. **COSTA PIATTAFORMALE:** spiaggia stretta che entro una distanza di 100 m poggia su una parete poco elevata. L'entroterra presenta una morfologia a bassi scalini sia in depositi costieri (terrazzi) sia nel substrato duro (es. calcari). Il profilo sottomarino è poco pendente con un fondale duro e localmente esposto. Gli apporti solidi dalla terraferma sono essenti.
  
- **Tipologia (C): Pianura litoranea**
  
6. **COSTA DI LITORALE STRETTO:** la piana costiera è relativamente poco pendente, di larghezza massima da qualche centinaio di metri a qualche chilometro. Il contatto terra mare avviene su litorale ampio che comunemente disegna falciature di costa da grandi a molto grandi. Il retrolitorale è spesso rappresentato da sistemi di terrazzi fluviali e costieri. Gli apporti solidi provengono da corsi d'acqua ad alto gradiente che alimentano un'Unità Fisiografica costiera spesso delimitata da promontori.

- Tipologia (D): Pianura di fiumara

7. COSTA DI PIANA DI CONOIDE: presenta una piana litorale acclive con isoipsa 50 m da meno di un km a qualche km da riva. La spiaggia, da sabbiosa a ciottolosa, è relativamente stretta e il profilo sottomarino è relativamente pendente. Gli apporti solidi, cospicui, provengono da corsi d'acqua ravvicinati a gradiente elevato, efficientemente trasportati dalla corrente lungoriva.

- Tipologia (E): Pianura alluvionale

8. COSTA DI LITORALE DIRITTO: il contatto terra – mare avviene su spiaggia sabbiosa ampia e diritta. Il profilo sottomarino è a bassissima pendenza con la presenza di barre. Il retrospiaggia si presenta con campi dunari stagni costieri e l'eventuale presenza di laghi costieri. Gli apporti dalla terraferma provengono da corsi d'acqua a basso gradiente. Si ha la presenza di foci non aggettanti in mare e con eventuali ali ciottolose.

9. COSTA DI ISOLA – BARRIERA: il contatto fra terra e mare avviene su spiaggia sabbiosa, il profilo sottomarino è a bassissima pendenza con la presenza di barre e si ha la presenza di una laguna nella zona retrostante il litorale. Non si ha inoltre lo sbocco di nessun corso d'acqua.

10. COSTA DI LAGUNA E BAIA: il contatto fra terra e mare avviene su spiaggia fangosa o laguna, o spiaggia da fangosa a sabbiosa (baia) riparata dai marosi. La fisiografia sottomarina è caratterizzata da canali e secche, mentre il retrolitorale è una palude o piana alluvionale. Gli apporti solidi dal retroterra sono o assenti o provenienti da canali minori.

11. COSTA DI FRONTE DELTA: il contatto terra – mare avviene su spiaggia sabbiosa localmente distaccata dalla terraferma. Presenta una geometria d'insieme aggettante in mare, con la presenza nel retrolitorale di una laguna o palude. Gli apporti solidi provengono da bocche fluviali e il trasporto lungoriva è molto sviluppato.

12. COSTA DI LAGUNA. SACCA, BAIA E BOCCA DELTIZIA: la riva, riparata dai marosi è su spiaggia sabbiosa, fangosa o piana tidale. La fisiografica sottomarina è modellata dai flussi di marea, il retrolitorale è costituito da palude o bassura e gli apporti solidi dal retroterra sono assenti o provenienti da canali minori.

- Tipologia (F): Pianura di dune (COSTA DI LITORALE STRETTO, COSTA DI LITORALE DIRITTO).

Alla luce di quanto detto, il litorale abruzzese presenta un morfotipo costiero prevalente, di tipo C (pianura litoranea) per larga parte della sua estensione (99 km), e brevi tratti di costa alta (26 km).

## 6.2 Descrittori idrologici

Una tipizzazione delle acque costiere basata esclusivamente sulle caratteristiche geomorfologiche dei litorali, non è del tutto adeguata a rappresentare tutte le tipologie che possono presentarsi lungo lo sviluppo costiero del nostro Paese.

Ed è per questo che è stato necessario prendere in considerazione anche quei fattori che qualificano ulteriormente la fascia costiera, relativamente agli effetti degli input di acqua dolce di provenienza continentale. La presenza di apporti di origine fluviale può determinare condizioni di elevata stratificazione di densità, come ad esempio si verifica nella fascia costiera adriatica interessata dagli apporti padani. Un parametro idrologico che ben si presta a questo tipo di approccio è rappresentato dalla *stabilità della colonna d'acqua*. Questo parametro quantifica l'entità della stratificazione di densità, fornendone una misura diretta.

La stabilità è definita come:

$$N^2 = (g/\rho) \cdot (d\rho/dz)$$

dove  $g$  rappresenta l'accelerazione di gravità:  $9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ,  $\rho$  rappresenta la densità dell'acqua di mare (espressa in  $\text{kg}/\text{m}^3$ ) e  $d\rho/dz$  è il gradiente di densità lungo il profilo verticale della colonna d'acqua (Denman & Gargett, 1983).

Il lavoro da me svolto per il calcolo della stabilità, è stato quello di creare un foglio di calcolo dove inserire i dati necessari a calcolare i parametri descritti nella formula, per le 7 stazioni inserite nel Piano di Monitoraggio (Alba Adriatica, Giulianova, Pineto, Pescara, Ortona, Vasto, San Salvo) e caratterizzarle secondo le tre classi di stabilità, dettate dal decreto 260/2010:

Limiti di classe		
Tipo I	alta stabilità:	$N > 0.045 \text{ s-1}$
Tipo II	media stabilità:	$0.045 \text{ s-1} \geq N > 0.02 \text{ s-1}$
Tipo III	bassa stabilità:	$N \leq 0.02 \text{ s-1}$

Tipo I: Siti costieri fortemente influenzati da apporti d'acqua dolce di origine fluviale;

Tipo II: Siti costieri moderatamente influenzati da apporti d'acqua dolce (influenza continentale);

Tipo III Siti costieri non influenzati da apporti d'acqua dolce continentali;

Il parametro fondamentale per definire la stabilità è rappresentato dalla densità. Anche la densità non è misurata direttamente, ma ricavata dalle misure di temperatura, salinità e pressione, che solitamente vengono fornite dalle sonde CTD. La densità è ormai universalmente calcolata mediante una formula empirica (UNESCO, *equation of state*: Fofonoff & Millard, UNESCO 1983), che garantisce un più che sufficiente grado di accuratezza.

In oceanografia fisica è infatti necessario conoscere la densità dell'acqua di mare (espressa ad es. in  $g \cdot cm^{-3}$ ), con una precisione di almeno 5 cifre decimali. Poiché i valori di densità  $\rho$ , per l'acqua di mare, in pratica partono sempre con 1.0., è da tempo invalso l'uso di abbreviare queste cifre introducendo la quantità sigma-t:

$$\sigma_t = 1000 \cdot (\rho_{s,t,0} - 1)$$

La quantità sigma-t viene chiamata anomalia di densità ed è sempre da riferire alla densità  $\rho$  misurata alla pressione atmosferica. Essa è pertanto funzione solo della salinità e della temperatura.

Per calcolare dunque il gradiente verticale di densità e quindi il coefficiente di stabilità statica, è stata adottata la procedura sotto indicata:

1. Calcolo della densità dell'acqua di mare, sia come valore di densità  $\rho$  sia come anomalia di densità  $\sigma_t$ ;
2. Calcolo del coefficiente di stabilità  $N^2$  secondo la formula prima descritta lungo il gradiente verticale di densità  $d\rho/dz$ ;
3. Calcolo della frequenza di Brunt-Väisälä o coefficiente di stabilità statica, generalmente riportato come  $N = \sqrt{N^2}$  e dimensionalmente uguale all'inverso di un tempo ( $s^{-1}$ ).

Il coefficiente di stabilità statica  $N$  assume solitamente valori numerici estremamente bassi, essendo una frequenza riferita al secondo ( $s^{-1}$ ). Per ovviare a questo inconveniente e meglio comprendere il significato ideale di questa frequenza, è possibile esprimere  $N$  in termini di “conte per ora”:

$$cph = (3600/2\pi)N$$

La frequenza di Brunt-Väisälä, espressa in  $cph$ , rappresenterebbe perciò il numero delle oscillazioni che una particella d'acqua, spostata verso l'alto o verso il basso, lungo il profilo di densità della colonna d'acqua, compie in un ora per ritornare in equilibrio con la densità dell'acqua circostante, nello strato da cui era stata spostata. Nel caso di acque costiere con forte stabilità (ad es. l'Alto Adriatico), il numero di queste oscillazioni può superare facilmente le 40-50 volte ( $cph > 30$ ), mentre in acque con un relativamente basso gradiente di densità, come nel caso di molte aree costiere Tirreniche e Liguri, il numero di queste oscillazioni è quasi sempre inferiore a 10  $cph$ .



Stazione	Data	depth	temp	salinity	sigma-t	N <sup>2</sup> (sigma-t)	N (sigma-t)	N sigma-t (frequenza di Brunt-Vaisala)
		m	°C	PSU	$\sigma_t$		s <sup>-1</sup>	cph (conte per ora)
PE04	25/01/2010	0,5	7,346	33,51	26,200823			
PE04	25/01/2010	1,5	7,362	33,50	26,189148	4,3715E-03	0,0661172	37,88
PE04	25/01/2010	2,5	7,389	33,56	26,233351	1,6558E-02	0,1286769	73,73
PE04	25/01/2010	3,5	7,426	33,70	26,331976	3,6881E-02	0,1920442	110,03
Stazione	Data	depth	temp	salinity	sigma-t	N2 (ρ)	N (ρ)	N (ρ) (frequenza di Brunt-Vaisala)
		m	°C	PSU	st		s-1	cph (conte per ora)
PE04	25/01/2010	0,5	7,346	33,51	26,200823			
PE04	25/01/2010	1,5	7,362	33,50	26,189148	1,1161E-04	0,0105647	6,05
PE04	25/01/2010	2,5	7,389	33,56	26,233351	4,2257E-04	0,0205564	11,78
PE04	25/01/2010	3,5	7,426	33,70	26,331976	9,4278E-04	0,0307047	17,59

Tab. 16, Esempio di foglio di calcolo elaborato per la misura del valore di stabilità, stazione di PE04, Abruzzo 2010.

sigma-t			
Valori medi e range di variabilità del coefficiente di stabilità statica $N = \sqrt{N^2}$ (500 m)			
Sito	N medio (s <sup>-1</sup> )	N min (s <sup>-1</sup> )	N max (s <sup>-1</sup> )
PE04	0,1809360	0,0194162	0,3254194
Valori medi e range di variabilità del coefficiente di stabilità statica $N = \sqrt{N^2}$ (3000 m)			
Sito	N medio (s <sup>-1</sup> )	N min (s <sup>-1</sup> )	N max (s <sup>-1</sup> )
PE06	0,190880889	0,0358483	0,1893364
Valori medi e range di variabilità del coefficiente di stabilità statica $N = \sqrt{N^2}$ (500 + 3000 m)			
Sito	N medio (s <sup>-1</sup> )		
PE	0,19		

density ρ (kg m <sup>-3</sup> )			
Valori medi e range di variabilità del coefficiente di stabilità statica $N = \sqrt{N^2}$ (500 m)			
Sito	N medio (s <sup>-1</sup> )	N min (s <sup>-1</sup> )	N max (s <sup>-1</sup> )
PE04	0,0283369	0,0054018	0,0491415
Valori medi e range di variabilità del coefficiente di stabilità statica $N = \sqrt{N^2}$ (3000 m)			
Sito	N medio (s <sup>-1</sup> )	N min (s <sup>-1</sup> )	N max (s <sup>-1</sup> )
PE06	0,0296677	0,0093958	0,0969321
Valori medi e range di variabilità del coefficiente di stabilità statica $N = \sqrt{N^2}$ (500 + 3000 m)			
Sito	N medio (s <sup>-1</sup> )	N medio (cph)	
PE	0,029	16,84	

Tab. 17, Esempio di tabelle riassuntive dei valori di stabilità, elaborate per ciascuna stazione, espresse sia come sigma-t che come ρ, Abruzzo 2010.

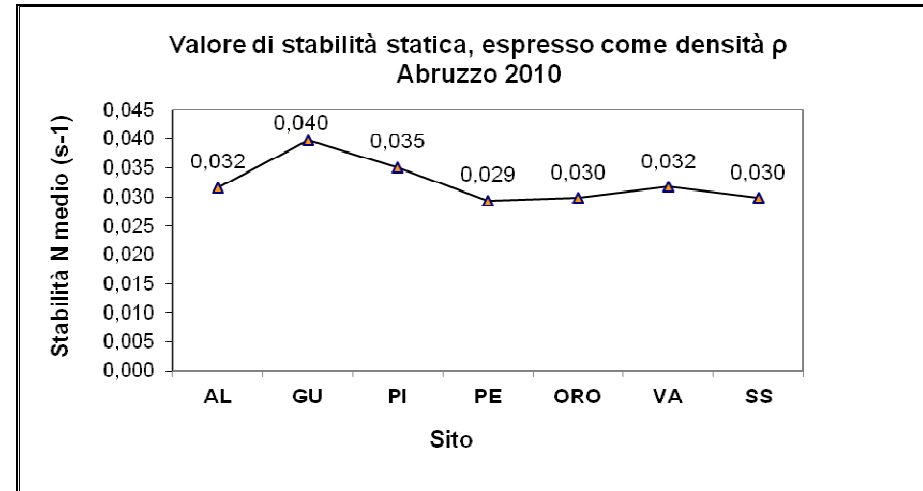
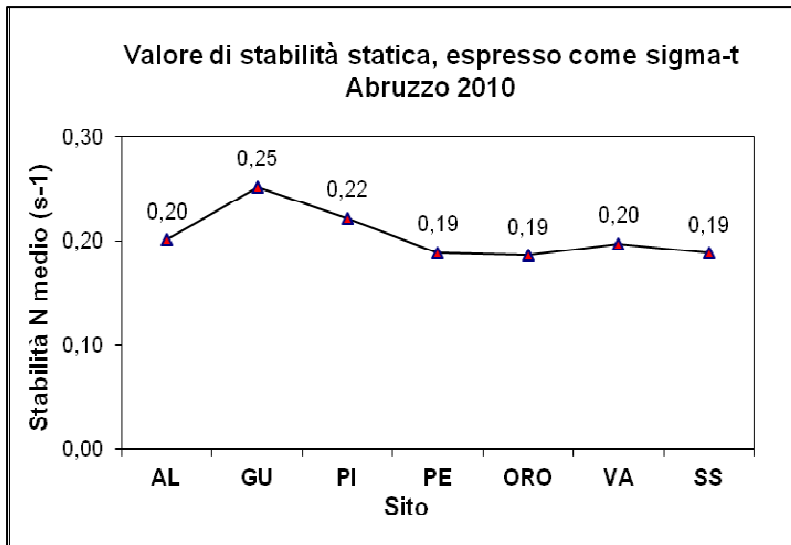


Fig.19, Valori di stabilità della colonna d'acqua, espressi come sigma-t e come valore di densità ρ, Regione Abruzzo 2010

**Limiti di classe**

Tipo	alta stabilità:	$N > 0.045 \text{ s-1}$
Tipo II	media stabilità:	$0.045 \text{ s-1} \geq N > 0.02 \text{ s-1}$
Tipo III	bassa stabilità:	$N \leq 0.02 \text{ s-1}$

Tab.18, Limiti di classe per la stabilità della colonna d'acqua, dettati dal DM 131/08 e ripresi nel D.M. 260/10.

Valori medi e range di variabilità del coefficiente di stabilità statica $N = \sqrt{N^2 (500 + 3000 \text{ m})}$ (Anno 2010)					
Sito	Calcolo stabilità usando sigma-t		Calcolo stabilità usando ρ (t, s, 0)		Classi di stabilità
	N medio sigma-t (s <sup>-1</sup> )		N medio ρ (s <sup>-1</sup> )	N medio ρ (cph)	
AL	0,20		0,032	18,11	Media
GU	0,25		0,040	22,81	Media
PI	0,22		0,035	20,12	Media
PE	0,19		0,029	16,84	Media
ORO	0,19		0,030	17,09	Media
VA	0,20		0,032	18,18	Media
SS	0,19		0,030	17,10	Media

Tab.19, Risultati di stabilità statica della colonna d'acqua N (s-1) per le sette stazioni monitorate della fascia costiera abruzzese, ANNO 2010.

Nelle pagine precedenti, ho riportato un esempio di foglio di calcolo per la stazione di PE04 (Tab.16), elaborato da me per il calcolo della stabilità della colonna d'acqua sia utilizzando il valore di densità  $\rho$  che l'anomalia di densità sigma-t. Tale operazione è stata effettuata per tutte le stazioni monitorate, ed i risultati sono mostrati nella tabella 19, da cui si evince che la fascia costiera della Regione Abruzzo presenta dei valori di **media stabilità ( $0.045 \text{ s}^{-1} \geq N > 0.02$ )** e che quindi possono essere classificate come acque di Tipo II, moderatamente influenzata da apporti d'acqua dolce. Per avere un confronto e una conferma di tali valori, si è calcolato il valore di stabilità della colonna d'acqua anche per l'anno 2009. I risultati mostrati in nella tabella sottostante, confermano pienamente i valori misurati per il 2010, anche se solo per le 4 stazioni previste dal Piano di Monitoraggio 2009 (Tab.20).

Valori medi e range di variabilità del coefficiente di stabilità statica $N = \sqrt{N^2}$ (500 + 3000 m), Anno 2009.					
	Calcolo stabilità usando sigma-t		Calcolo stabilità usando $\rho$ (t, s, 0)		
Sito	N medio sigma-t ( $\text{s}^{-1}$ )	N medio $\rho$ ( $\text{s}^{-1}$ )	N medio $\rho$ (cph)	Classi di stabilità	
GU	0,20	0,031	17,69	Media	
PE	0,26	0,040	22,79	Media	
ORO	0,21	0,033	19,18	Media	
VA	0,21	0,033	19,28	Media	

Tab.20, Risultati di stabilità statica della colonna d'acqua N ( $\text{s}^{-1}$ ) per le quattro stazioni monitorate della fascia costiera abruzzese, Anno 2009.

### 6.3 Criteri tecnici per la classificazione sulla base degli elementi di qualità biologica (EQB)

Una volta definiti i macrotipi di appartenenza, mediante la metodologia precedentemente descritta, si è proceduti alla caratterizzazione delle acque marino costiere secondo le caratteristiche dei vari elementi di qualità biologica (EQB), fitoplancton e macroinvertebrati bentonici, come dettato dal D.M. 260/2010.

La tipo-specificità per il Fitoplancton e i Macroinvertebrati bentonici è caratterizzata dal criterio di tipizzazione idrologico, ed avendo rilevato per la costa abruzzese, una stabilità media, ovvero siti moderatamente influenzati da apporti d'acqua dolce, l'intera area ricade nel macrotipo 2 per i due EQB fitoplancton e macroinvertebrati bentonici.

#### 6.3.1 Fitoplancton

Il fitoplancton è valutato attraverso il parametro "clorofilla a" misurato in superficie, scelto come

indicatore della biomassa. Occorre fare riferimento non solo ai rapporti di qualità ecologica (RQE) ma anche ai valori assoluti (espressi in mg/m<sup>3</sup>) di concentrazione di clorofilla “a”.

L'allegato 4.3.1 del presente decreto, riporta come modalità di calcolo, condizioni di riferimento e limiti di classe per il Macrotipo II, i criteri riportati nella Tab. 4.3.1/a, di seguito riportata:

*Tab. 4.3.1/a Limiti di classe fra gli stati e valori di riferimento per fitoplancton*

Macrotipo	Valore di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )	Limiti di classe				Metrica
		Elevato/Buono		Buono/Sufficiente		
		(mg/m <sup>3</sup> )	RQE	(mg/m <sup>3</sup> )	RQE	
1 (alta stabilità)	1,8	2,4	0,75	3,5	0,51	Media Geometrica
2 (media stabilità)	1,9	2,4	0,80	3,6	0,53	90° Percentile
3 (bassa stabilità)	0,9	1,1	0,80	1,8	0,50	90° Percentile

La Tab. 4.3.1/a, di seguito riportata, indica per ciascun macrotipo:

- i valori delle condizioni di riferimento in termini di concentrazione di “clorofilla a”;
- i limiti di classe, tra lo stato elevato e lo stato buono, e tra lo stato buono e lo stato sufficiente, espressi sia in termini di concentrazione di clorofilla a, che in termini di RQE;
- il tipo di metrica da utilizzare.

Premesso ciò, per il calcolo del valore del parametro clorofilla “a”, per il macrotipo II, abbiamo utilizzato il seguente criterio:

- normalizzazione della serie annuale di clorofilla “a” in superficie, applicando la Log-trasformazione dei dati originari;
- per il calcolo del valore di clorofilla “a” in superficie, si prende il valore del 90° Percentile della distribuzione dei logaritmi riconvertito in numero;
- valore di riferimento 1,9 (mg/m<sup>3</sup>);
- limiti di classe: Buono/Elevato 2,4 (mg/m<sup>3</sup>) con RQE 0,80, Buono/Sufficiente 3,6 (mg/m<sup>3</sup>) con RQE 0,53.

L'RQE (Rapporto di Qualità Ecologica), è il rapporto tra il valore del parametro biologico osservato e il valore dello stesso parametro corrispondente alle condizioni di riferimento per il “tipo” di corpo idrico.

Di seguito viene riportato un esempio di foglio di calcolo, utilizzato per la valutazione del parametro clorofilla “a”, ed i risultati ottenuti per la Regione Abruzzo, anno 2009 e anno 2010.

Distanza 500 m					Distanza 3000 m				
Sito	Data	depth	clorofilla "a" mg/m3	clorofilla_log	Sito	Data	depth	clorofilla "a" mg/m3	clorofilla_log
PE04	03/03/2010	-0,50	0,80	-0,223	PE06	03/03/2010	-0,50	0,64	-0,446
PE04	15/03/2010	-0,50	0,45	-0,799	PE06	15/03/2010	-0,50	0,50	-0,693
PE04	13/04/2010	-0,50	0,35	-1,050	PE06	13/04/2010	-0,50	0,19	-1,661
PE04	15/06/2010	-0,50	0,37	-0,994	PE06	15/06/2010	-0,50	0,55	-0,598
PE04	10/08/2010	-0,50	0,22	-1,514	PE06	10/08/2010	-0,50	0,37	-0,994
PE04	29/11/2010	-0,50	0,58	-0,545	PE06	29/11/2010	-0,50	0,70	-0,357
PE04	21/12/2010	-0,50	1,70	0,531	PE06	21/12/2010	-0,50	1,41	0,344
				0,078					-0,077
				1,08					0,93

Tab.21, Valori di clorofilla "a" misurati per la stazione di PE04, Abruzzo 2010.

Sito	Macrotipo	Valore di riferimento mg/m3	Limiti di classe		Limiti di classe		Metrica	
			Elevato/Buono mg/m3	RQE	Buono/Sufficiente mg/m3	RQE	90° Percentile	RQE
PE04	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	3,60	0,53	1,08	1,76
PE06	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	3,60	0,53	0,93	2,04
PE	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	3,60	0,53	1,01	1,89

Tab.22, Classificazione del transetto di Pescara, secondo i valori di clorofilla "a" e i limiti di classe imposti dal D.M. 260/10, Abruzzo 2010.

CLASSIFICAZIONE ACQUE MARINO COSTIERE SULLA BASE DEL PARAMETRO CLOROFILLA "A" (2010)						
Sito	Macrotipo	Valore di riferimento	Limiti di classe		Metrica	
		mg/m <sup>3</sup>	Elevato/Buono		90° Percentile	RQE
			mg/m <sup>3</sup>	RQE		
GU	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	0,89	2,15
PE	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	1,01	1,89
ORO	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	0,78	2,45
AL	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	1,87	1,59
PI	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	0,72	2,66
SS	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	0,86	2,22
VA	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	1,09	1,74

Tab.23, Classificazione dei 7 siti inseriti nel Piano di Monitoraggio, secondo i valori di clorofilla "a" e i limiti di classe imposti dal D.M. 260/10, Abruzzo 2010.

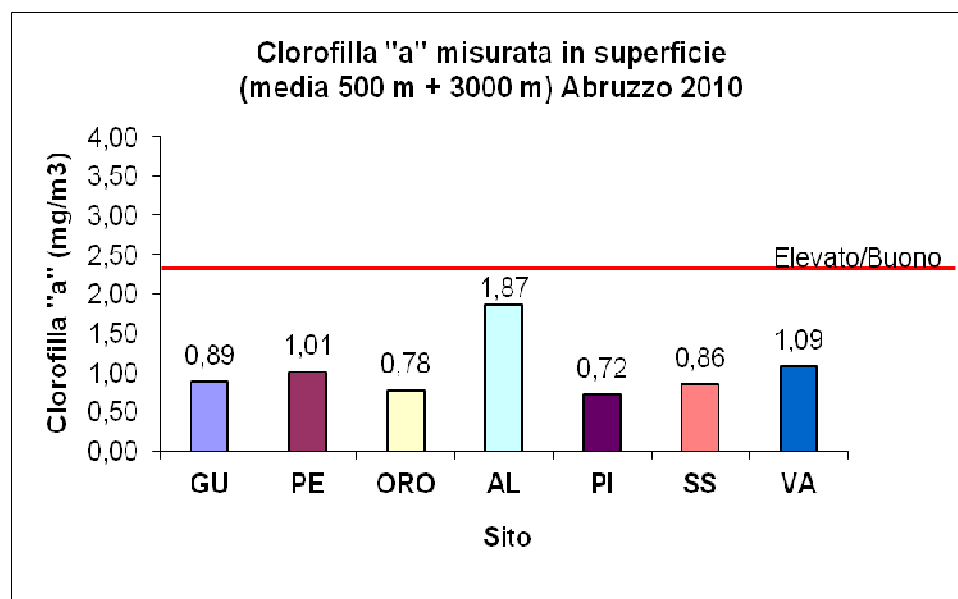


Fig. 20, Valori di clorofilla "a" misurata in superficie per i 7 siti monitorati, Abruzzo 2010.

CLASSIFICAZIONE ACQUE MARINO COSTIERE SULLA BASE DEL PARAMETRO CLOROFILLA "A" (2009)						
Sito	Macrotipo	Valore di riferimento	Limiti di classe		Metrica	
		mg/m <sup>3</sup>	Elevato/Buono		90° Percentile	RQE
			mg/m <sup>3</sup>	RQE		
GU	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	1,05	1,82
PE	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	1,01	1,89
ORO	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	1,12	1,70
VA	2 (media stabilità)	1,9	2,40	0,80	1,26	1,51

Tab.24, Classificazione dei 4 siti inseriti nel Piano di Monitoraggio, secondo i valori di clorofilla "a" e i limiti di classe imposti dal D.M. 260/10, Abruzzo 2009.

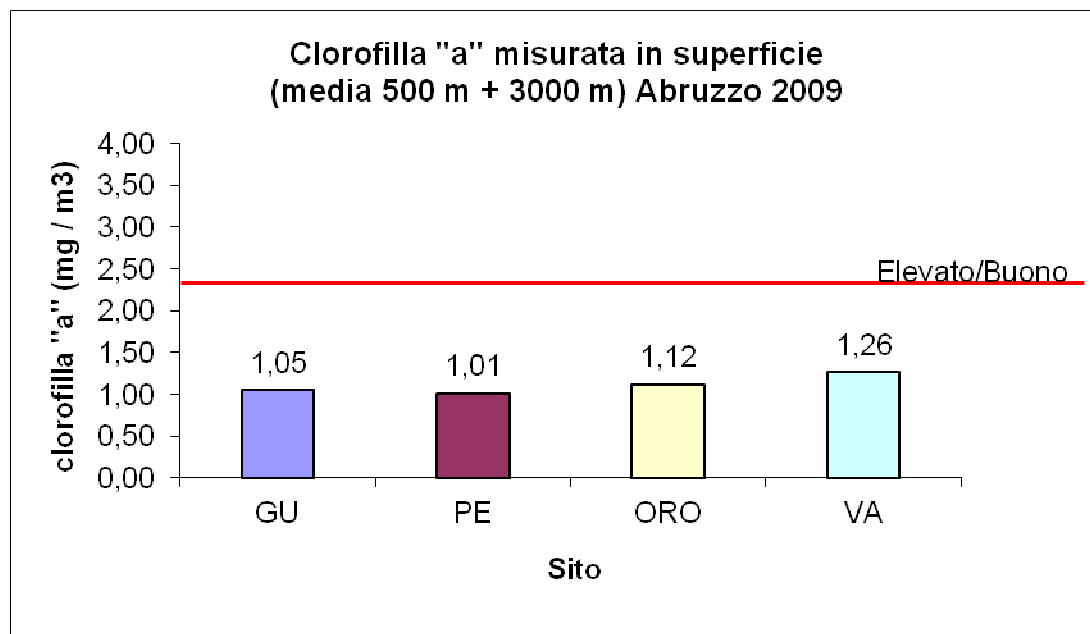


Fig. 21, Valori di clorofilla "a" misurata in superficie per i 4 siti monitorati, Abruzzo 2009.

Dai valori ottenuti dal calcolo della clorofilla “a” superficiale, secondo il metodo proposto dal D.M. 260/10, si può affermare che la qualità ecologica dell’intera fascia costiera abruzzese, è sempre compresa nel limite di classe Elevato/Buono, denotando quindi la buona qualità delle acque marino-costiere della Regione Abruzzo. Tale osservazione, è confermata anche dalla serie annuale di clorofilla “a” misurata per le quattro stazioni di Giulianova, Pescara, Ortona e Vasto, nell’anno 2009.

### 6.3.2 Macroinvertebrati bentonici

Altro elemento biologico utile alla valutazione ecologica dei corpi idrici superficiali, è il Macrozoobenthos. In particolare il D.M. 260/10 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.

Per l’EQB Macroinvertebrati bentonici si applica l’indice M-AMBI, che 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) ed il numero di specie (S):

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

GI: specie sensibili

GII: specie sensibili/tolleranti

GIII: specie tolleranti

GIV: specie opportuniste (secondo ordine)

GV: specie opportuniste (primo ordine)

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

$p_i$  = 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 3 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).

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 gratuito (AZTI Marine Biotic Index-New Version AMBI 4.1) da applicarsi con l'ultimo aggiornamento già disponibile della lista delle specie.

Nel calcolo dell'AMBI il presupposto di base è che una comunità macrobentonica in risposta ad un evento di disturbo passa attraverso quattro stati: da uno iniziale, non inquinato, in cui l'abbondanza, la ricchezza e la diversità sono elevate, ad uno sempre più perturbato, in cui si ha una bassa diversità ed il prevalere di specie indicatrici di acque inquinate, fino ad arrivare a condizioni di substrato azoico.

Nella tab. 4.3.1/b 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).

*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

Non è stato possibile applicare tale metodo ai dati 2010, in quanto l'analisi del Macroenthos è ancora in fase di elaborazione da parte dell'ARTA Abruzzo, ma si è voluto testare il nuovo indice M-AMBI con i dati dell'Aprile 2009, in modo da avere una stima di confronto per le future analisi e per assimilare il nuovo metodo.

Fase preliminare dell'utilizzo del software AZTI Marine Biotic Index, è stato quello di modificare la lista delle specie catalogate, in modo da renderla compatibile con il formato di utilizzo dell'algorithmo di calcolo del software.

Il software restituisce il valore degli indici AMBI e M-AMBI, sia in formato.xls (foglio excel) sia come grafico, utile a fornire un quadro esaustivo dei risultati.

Di seguito riporto i risultati dell'indice AMBI e M-AMBI, relativi alla campagna di monitoraggio Aprile 2009.

INDICE AMBI - APRILE 2009				
Stations	GU01	PE04	OR07	VA10
I(%)	75,3	52,8	32,2	9,5
II(%)	20,4	20,2	29,5	19
III(%)	2	6,4	10,9	48,4
IV(%)	2,3	20,5	27,3	23,2
V(%)	0	0	0	0
Mean AMBI	0,468	1,42	2	2,778
BI from Mean AMBI	1	2	2	2
Disturbance Clasification	Undisturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed
Richness	25	23	18	21
Diversity	1,63	2,75	3,39	2,61
Not assigned (%)	0	0	0	0,8

Tab. 25,Indice AMBI per le 4 stazioni monitorate, Abruzzo (Aprile 2009).

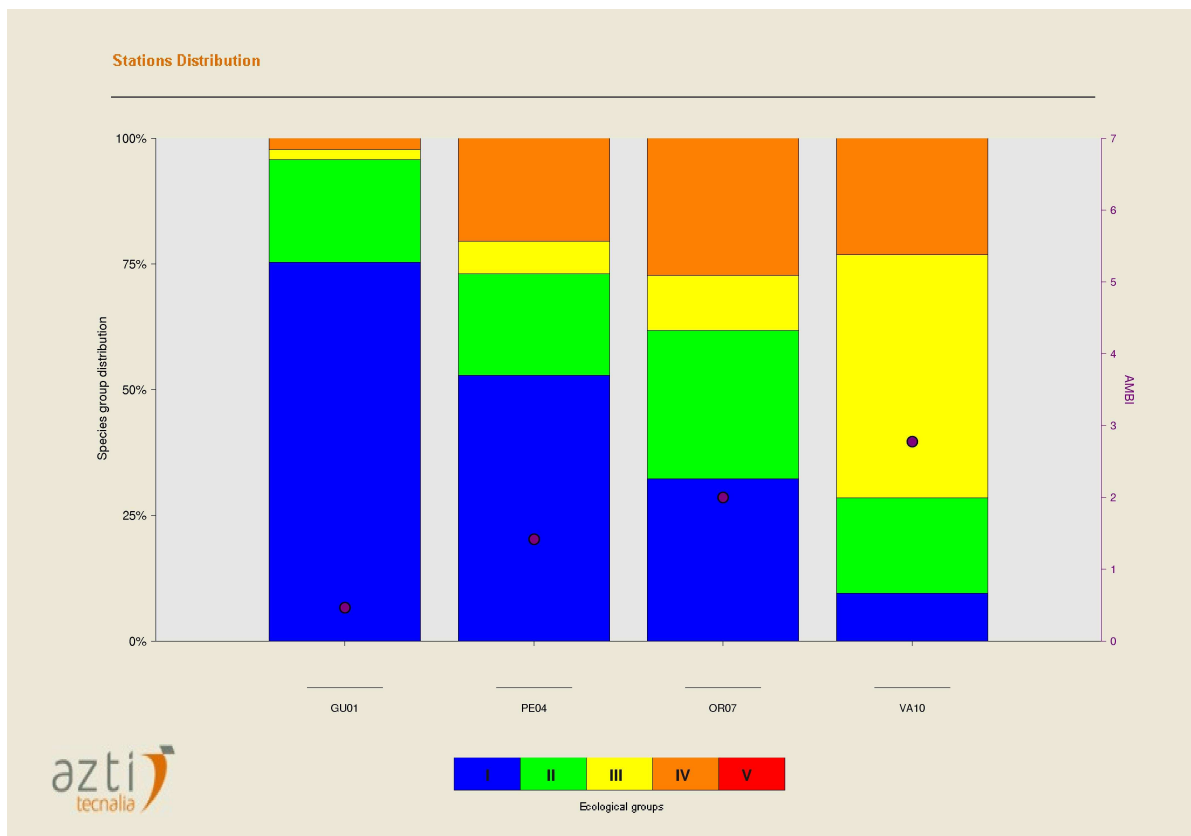


Fig. 22, Visualizzazione della distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza per le specie esaminate, Abruzzo (Aprile 2009).

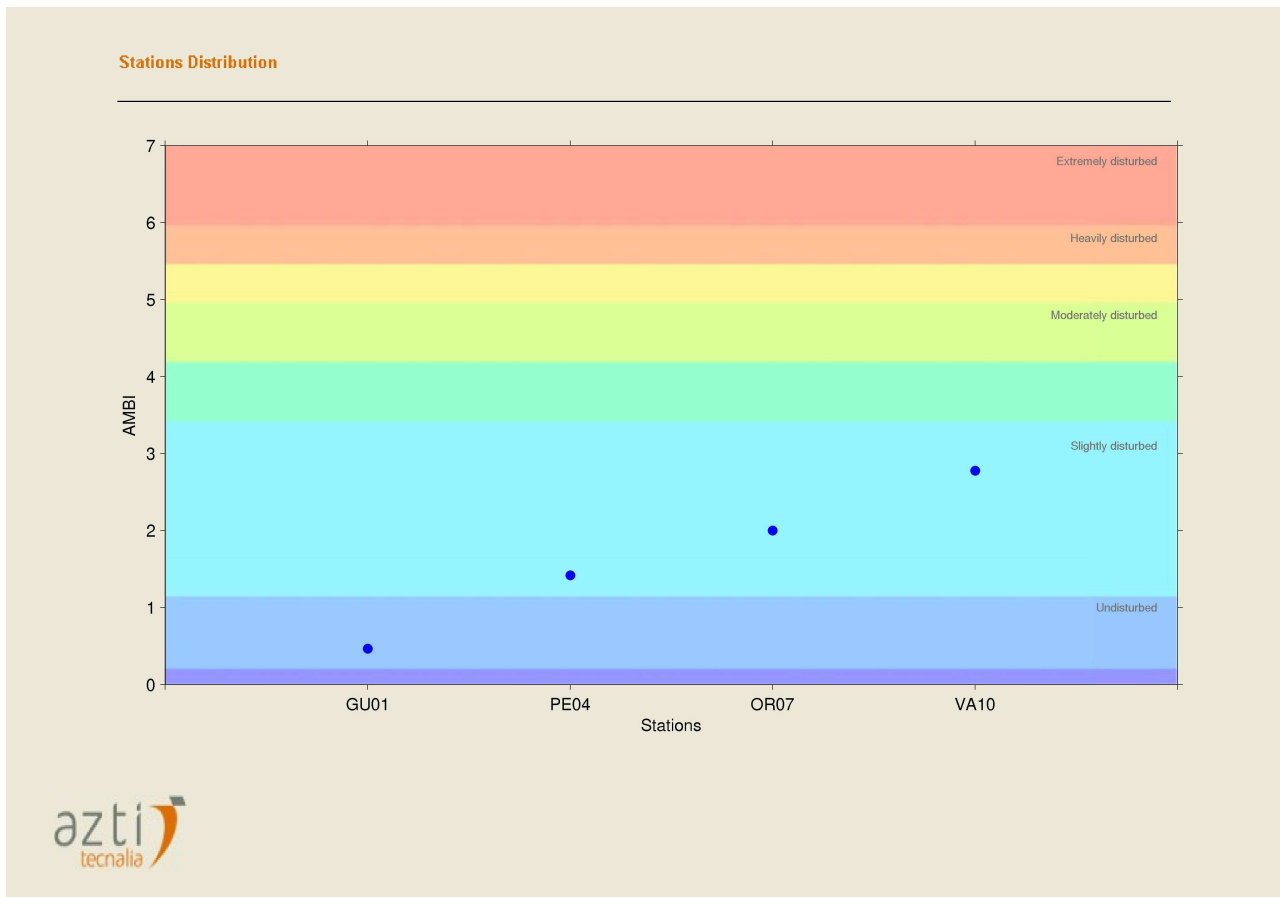


Fig. 23, Indice AMBI per i 4 siti monitorati, Abruzzo (Aprile 2009).

Le figure 22 e 23, mostrano i valori dell'indice AMBI per le stazioni posizionate a 500 m dalla costa. Dai grafici emerge che la stazione di GU01, avendo una prevalenza di specie appartenenti alla classe I, si colloca nella classe di qualità migliore (*undisturbed*), mentre le altre stazioni, presentano via via una diminuzione delle specie sensibili, con l'aumento di quelle del gruppo II e III, rimanendo comunque sempre in una classe di qualità buona, *slightly undisturbed*.

L'indice M-AMBI conferma lo stato di qualità delle acque abruzzesi, classificando i 4 siti monitorati nella classe "good" (buono).

INDICE M-AMBI - APRILE 2009								
Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	0	40.047	-31.802	-0.30149	1,13E-12	Bad
High	0.50	4	30	-20.916	18.442	0.17904	1	High
GU01	0.46791	16.343	25	-0.99129	0,707639	0.035521	0.75207	Good
PE04	14.196	2.751	23	-0.73675	0.53946	0.049893	5,295139	Good
OR07	2	33.872	18	-0.25793	0.59896	-0.011287	5,001389	Good
VA10	27.781	26.103	21	0.072843	0.095719	0.048318	0.64811	Good

Tab. 26, Indice M-AMBI per le 4 stazioni monitorate, Abruzzo (Aprile 2009).

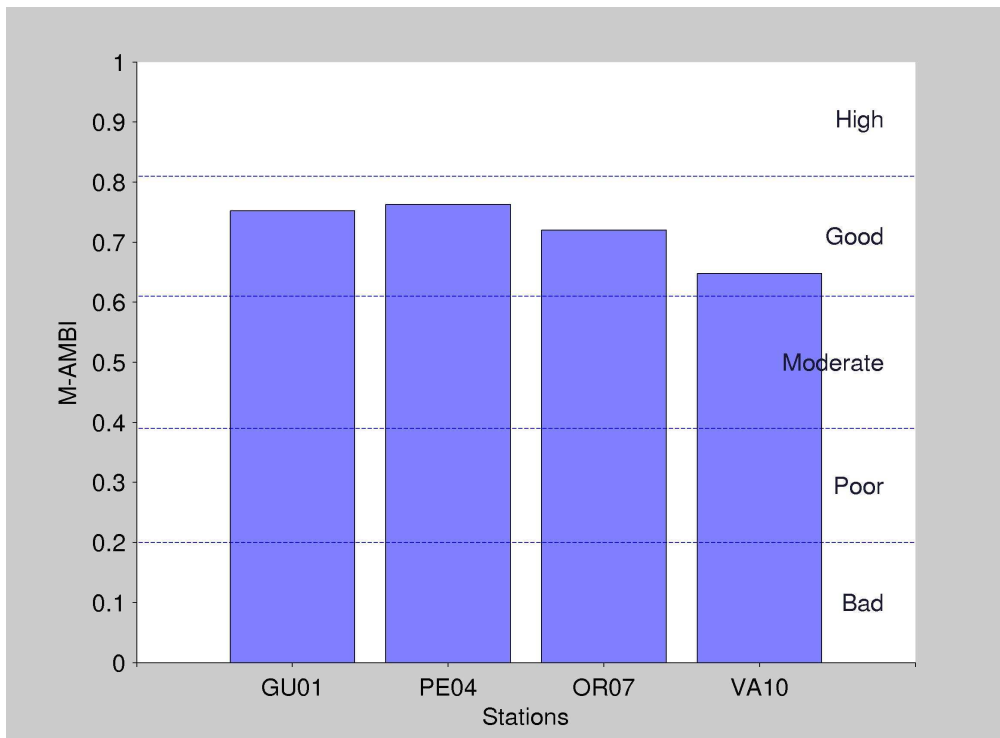


Fig. 24, Indice M-AMBI per i 4 siti monitorati, Abruzzo (Aprile 2009).

## 7. ELEMENTI DI QUALITA' CHIMICO-FISICA E IDROLOGICA A SOSTEGNO DELL'ANALISI QUALITATIVA DELL'ECOSISTEMA COSTIERO

### 7.1 Indice Trix

Unitamente agli indici sopra descritti, l'indice trofico TRIX, è considerato un elemento importante per definire e classificare lo stato qualitativo dell'ecosistema costiero. La scala trofica consente di impostare il sistema di classificazione di riferimento e di esprimere un giudizio di qualità, che scaturisce da condizioni riferite ai livelli di produttività ed agli effetti ambientali.

Tale indice, permette di ottenere un sistema di sintesi dei parametri trofici fondamentali in un insieme di semplici valori numerici in modo da rendere le informazioni comparabili su un largo range di condizioni trofiche, evitando nello stesso tempo l'uso soggettivo di denominatori trofici tipici della terminologia limnologica.

I parametri fondamentali che concorrono alla definizione dell'indice TRIX, possono essere divisi in due categorie:

- a) Fattori che sono espressione diretta di produttività:
  - Clorofilla "a"  $\text{mg/m}^3$

- Ossigeno disciolto espresso in percentuale (%), come deviazione in valore assoluto della saturazione

b) Fattori nutrizionali:

- Fosforo totale ( $\mu\text{g/L}$ )
- DIN, azoto minerale disciolto ( $\text{N-N03} + \text{N-N02} + \text{N-NH3}$ ) in  $\mu\text{g/L}$

La struttura base dell'indice trofico TRIX, risulta essere:

$$\text{Indice trofico} = [\text{Log}_{10} (\text{Cha} \cdot \text{D}\% \text{O} \cdot \text{N} \cdot \text{P}) + 1,5] / 1,2$$

Numericamente tale indice è differenziato in classi da 0 a 10 che coprono l'intero spettro di condizioni trofiche, che vanno dalla oligotrofia (acque scarsamente produttive) alla eutrofia (acque fortemente produttive).

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

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

Le classi sopra definite comportano le seguenti condizioni:

Stato ELEVATO	<p>Buona trasparenza delle acque</p> <p>Assenza di anomale colorazioni delle acque</p> <p>Assenza di sottosaturazione di <math>\text{O}_2</math> disciolto nelle acque bentiche</p>
Stato BUONO	<p>Occasionali intorbidimenti delle acque</p> <p>Occasionali anomale colorazioni delle acque</p> <p>Occasionali ipossie nelle acque bentiche</p>
Stato MEDIOCRE	<p>Scarsa la trasparenza delle acque</p> <p>Anomale colorazioni delle acque</p>

	Ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico
Stato SCADENTE	Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche Morie di organismi bentonici Alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

I valori relativi al periodo indagato (anno 2010), 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 a 4,67 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 “buono”.

I dati ottenuti sono riepilogati nella tab. 27, la quale mostra come il livello minimo sia di 3,32 nella stazione PE06 ed il massimo nella stazione GU03 con un valore di 6,15.

Stazione	gen-10	feb-10	mar-10	apr-10	giu-10	ago-10	nov-10	dic-10	<b>TRIX</b>
AL13	-	-	4,97	4,98	5,56	3,83	4,55	5,75	
AL15	-	-	4,90	5,07	5,32	4,53	4,55	5,94	
GU01	5,95		3,65	4,52	5,56	4,96	3,98	5,14	
GU03	6,15		4,25	4,80	5,61	3,98	4,02	5,14	
PE04	4,01		4,69	3,35	5,41	3,91	4,05	5,56	
PE06	5,27		4,76	3,32	5,71	5,21	4,97	4,62	
PI16	-	-	4,87	4,81	5,27	3,72	3,72	5,05	
PI18	-	-	3,99	4,65	5,19	4,25	3,85	5,42	
OR07	-	4,44	4,77	4,60	5,30	3,72	3,47	5,35	
OR09	-	5,01	4,42	4,52	4,99	3,80	3,16	5,24	
SS01	-	-	4,51	4,49	4,80	4,93	3,88	5,03	
SS02	-	-	3,22	4,49	5,09	4,73	3,98	5,00	
VA10	-	4,24	5,05	4,84	5,09	4,86	3,93	5,48	
VA12	-	4,67	4,62	5,20	5,16	4,90	3,91	4,97	

Tab. 27, Valori dell'indice trofico TRIX per i 14 siti della rete di monitoraggio, Abruzzo 2010.

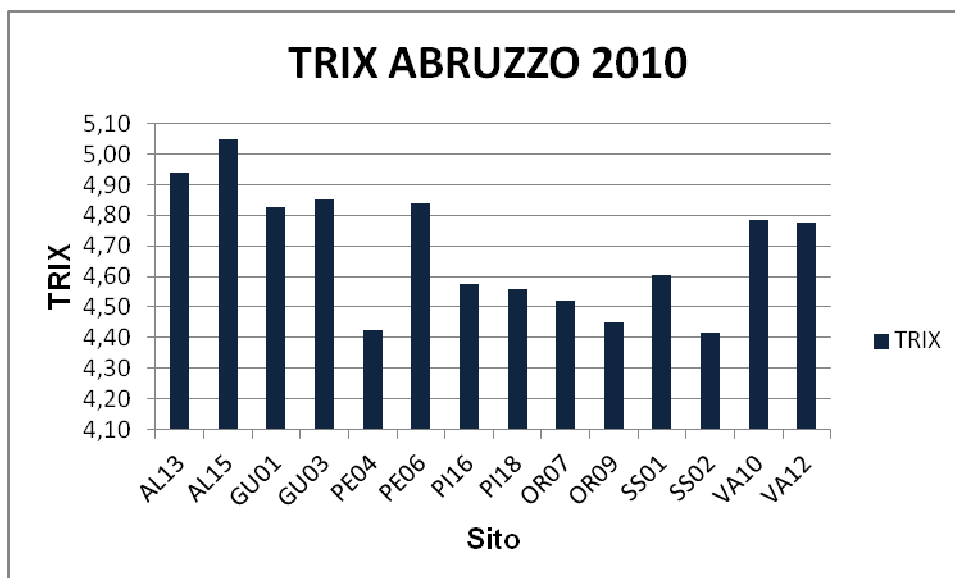


Fig. 25, Indice trofico TRIX per i 14 siti della rete di monitoraggio, Abruzzo 2010.

Dal grafico precedente (Fig.25), in cui sono riportati i valori medi annuali dell'indice TRIX per ogni sito, si nota che tutte le stazioni, tranne il sito AL15 (5,05), mostrano valori inferiori a <5, limite di classe tra lo stato buono e lo stato trofico mediocre.

Comparando i valori medi annuali di TRIX riscontrati nell'anno 2009 e 2010 (Fig.26), per le quattro stazioni previste nel piano di monitoraggio 2009, si nota un impercettibile incremento dell'indice trofico, presentando sempre valori al di sotto della classe mediocre (> 5).

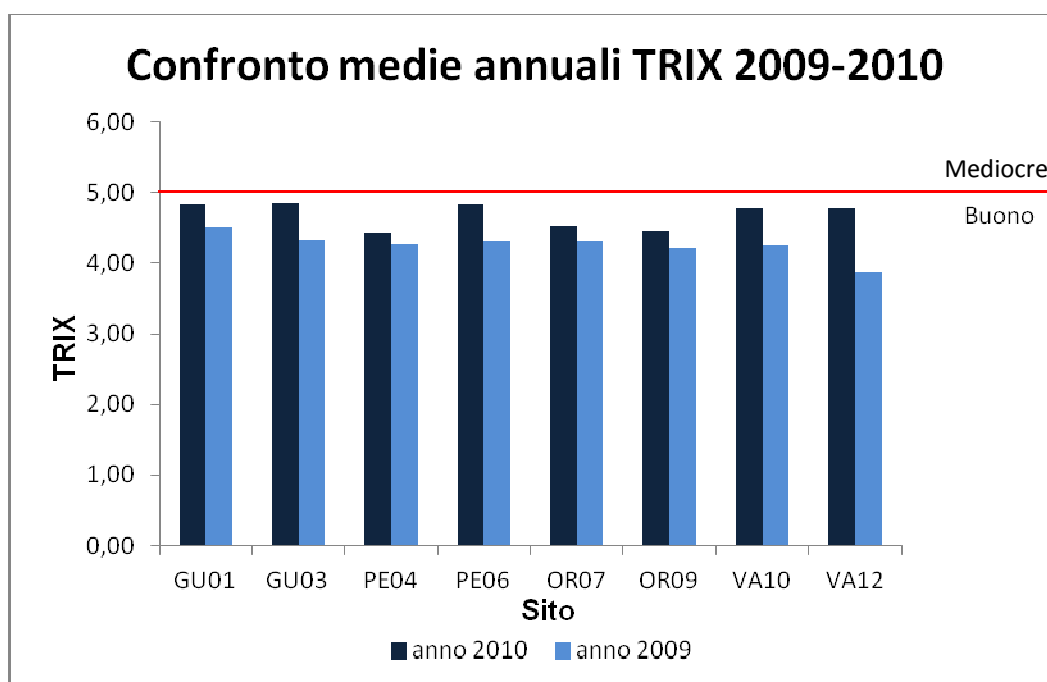


Fig. 26, Confronto dell'indice trofico TRIX anno 2009 e 2010, Abruzzo.

Di seguito riporto i grafici per le singole stazioni, con i valori dell'indice TRIX calcolati mensilmente.

### Alba Adriatica

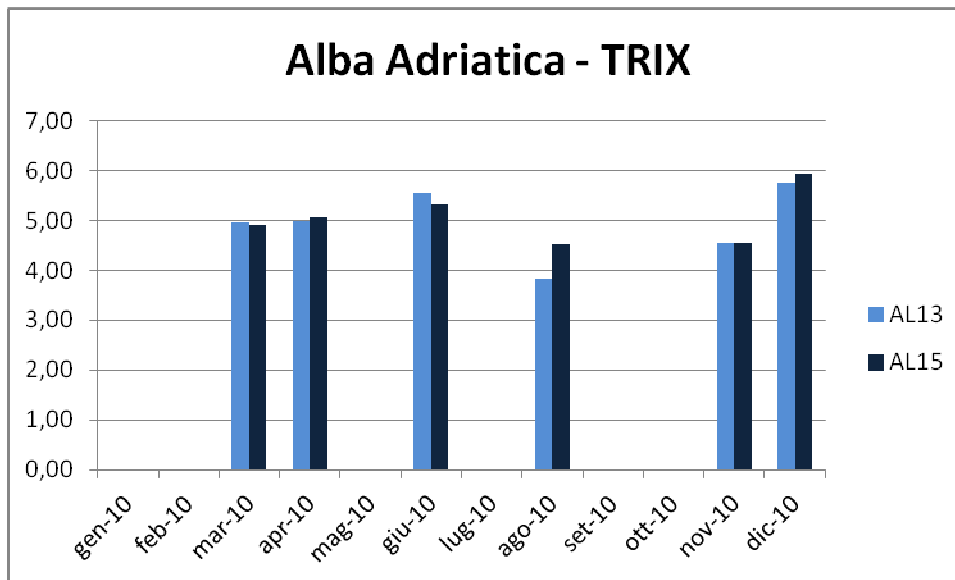


Fig. 27, Indice trofico TRIX per il sito di Alba Adriatica, Abruzzo 2010.

Il transetto di Alba Adriatica presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,98 (*stato trofico "buono"*). 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 dicembre e un valore minimo di indice di trofia pari a 4,53 ad agosto.

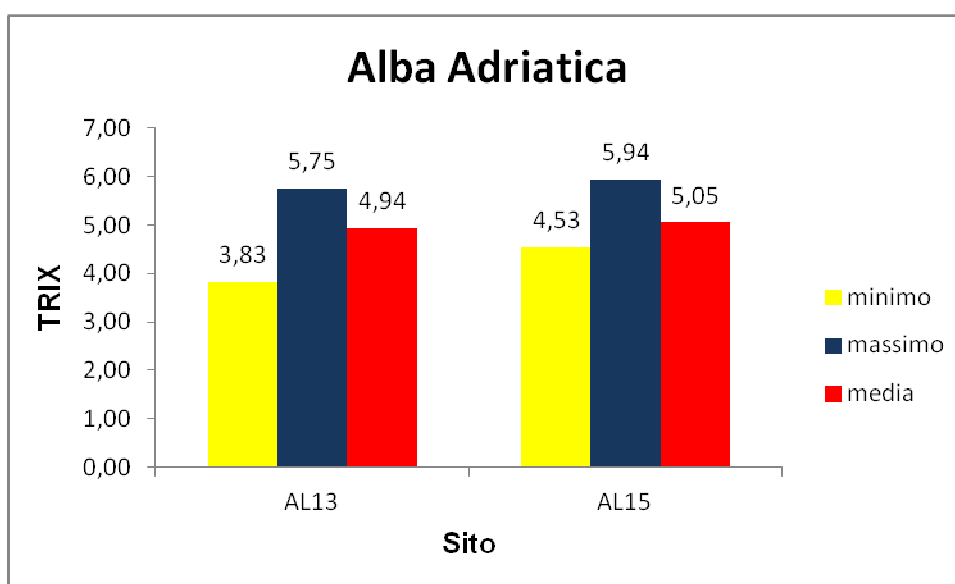


Fig. 28, Valore minimo, massimo e media dell'indice trofico TRIX per il sito di Alba Adriatica, Abruzzo 2010.



## Giulianova

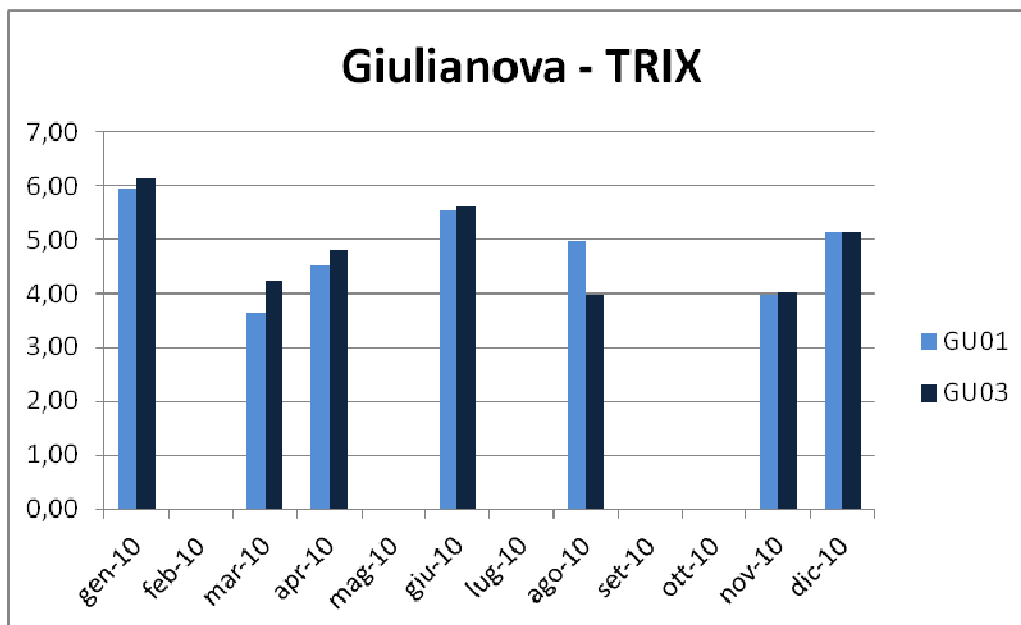


Fig. 29, Indice trofico TRIX per il sito di Giulianova, Abruzzo 2010.

In particolare dalla Fig. si osserva che il transetto di Giulianova presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,86 (*stato trofico "buono"*). 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 3,98 ad agosto.

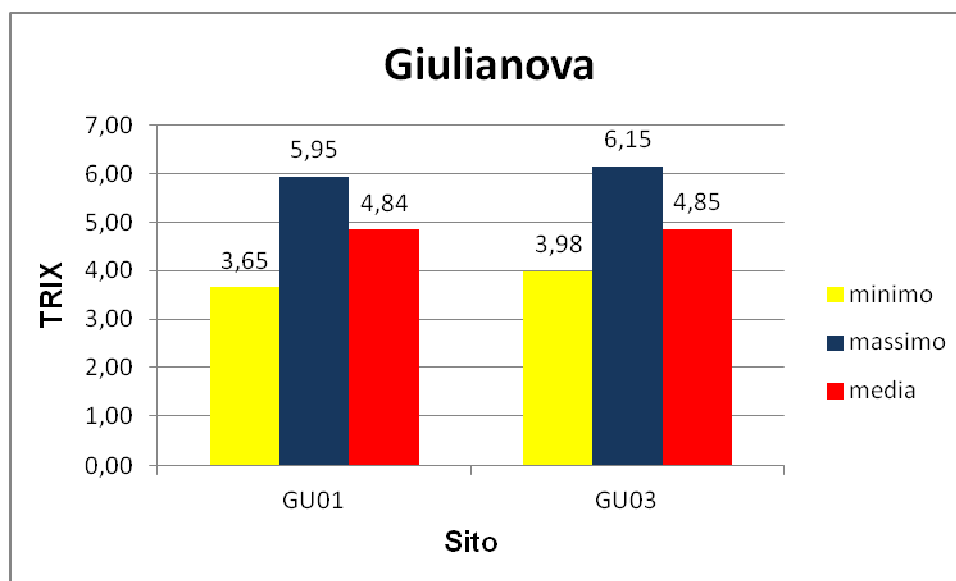


Fig. 30, Valore minimo, massimo e media dell'indice trofico TRIX per il sito di Giulianova, Abruzzo 2010.

Il grafico precedente (Fig.30) non mostra una differenza sostanziale tra il sito più vicino a costa GU01 (500 m) e il sito più distante GU03 (3000 m).

### Pineto

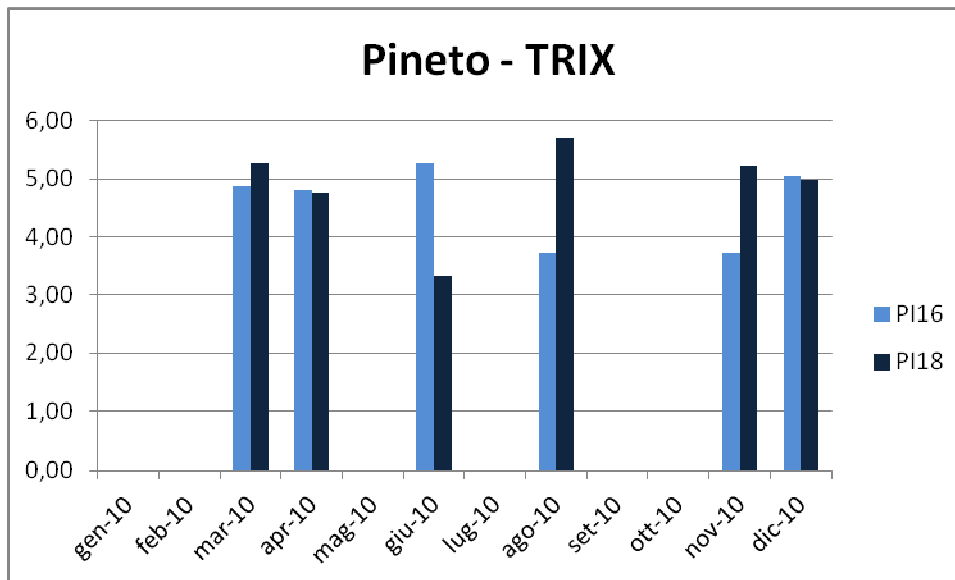


Fig. 31, Indice trofico TRIX per il sito di Pineto, Abruzzo 2010.

In Fig. si osserva che il transetto di Pineto presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,57 (*stato trofico "mediocre"*). Nella stazione a 500 m (PI16) si registra un valore massimo di 5,27 a giugno e un valore minimo di 3,72 ad agosto; 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 3,85 a novembre.

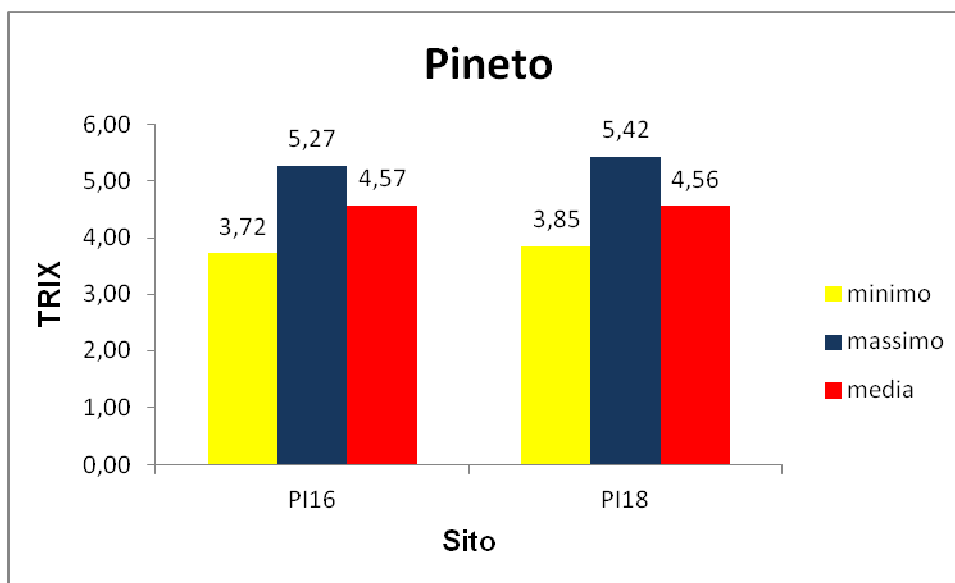


Fig. 32, Valore minimo, massimo e media dell'indice trofico TRIX per il sito di Pineto, Abruzzo 2010.

## Pescara

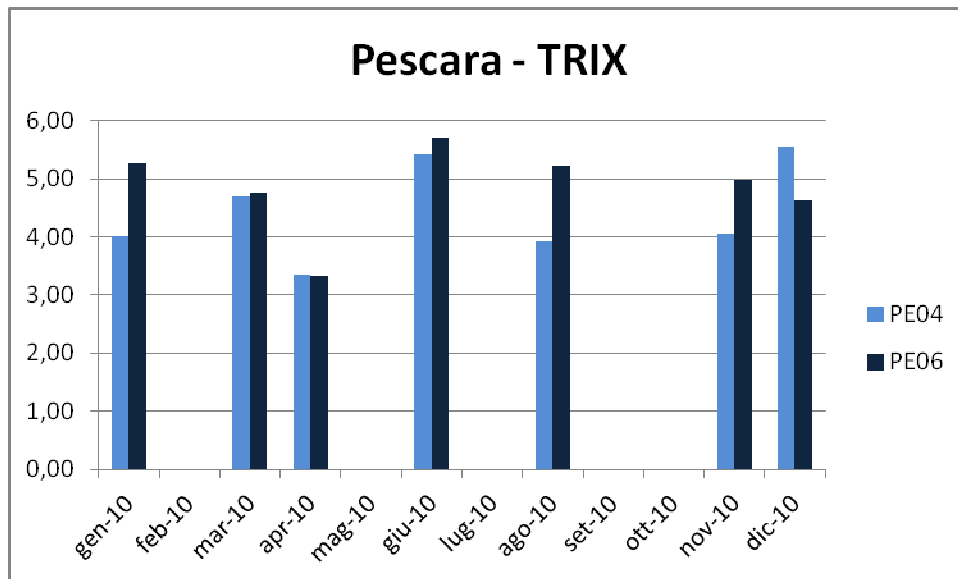


Fig. 33, Indice trofico TRIX per il sito di Pescara, Abruzzo 2010.

Il transetto di Pescara presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,63 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (PE04) si registra un valore minimo di 3,35 ad aprile e un valore massimo di 5,56 a dicembre; 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 nel mese di aprile. Si nota come la media annuale tenda ad aumentare lievemente da costa verso il largo.

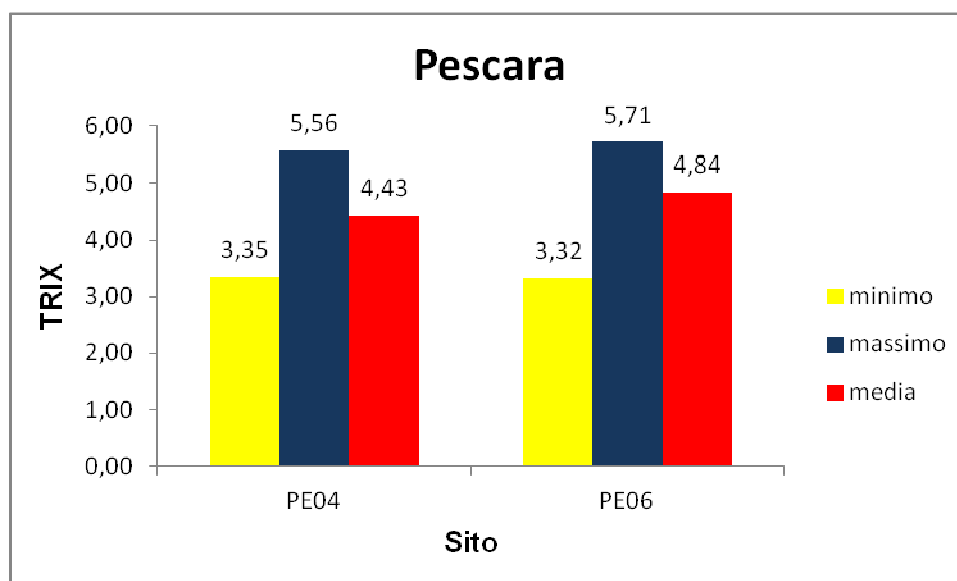


Fig. 34, Valore minimo, massimo e media dell'indice trofico TRIX per il sito di Pescara, Abruzzo 2010.

## Ortona

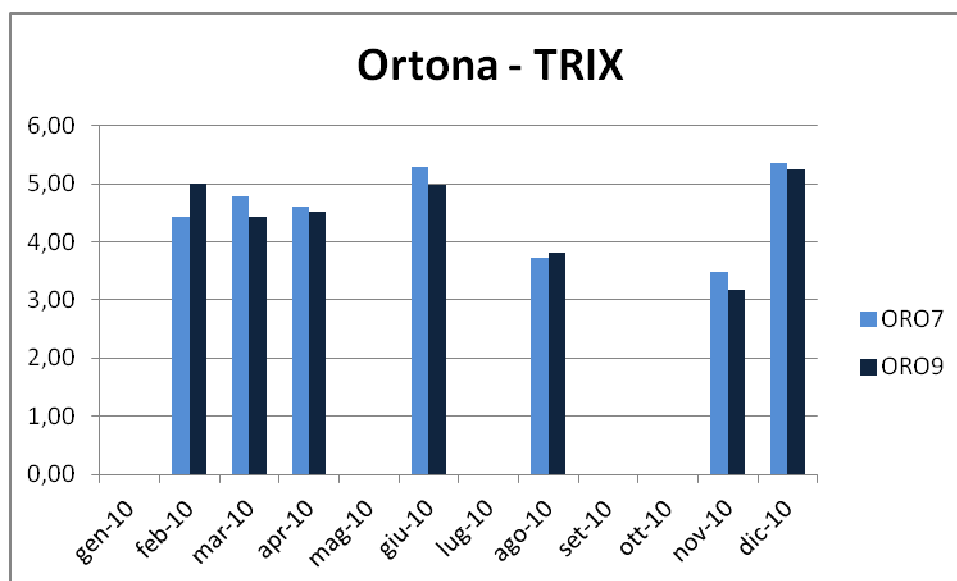


Fig. 35, Indice trofico TRIX per il sito di Ortona, Abruzzo 2010.

Il transetto di Ortona presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,49 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (ORO7) si registra un valore minimo di 3,47 a novembre e un valore massimo di 5,35 a dicembre; mentre nella stazione a 3000 m (ORO9) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,24 a dicembre e un valore minimo di 3,16 a novembre.

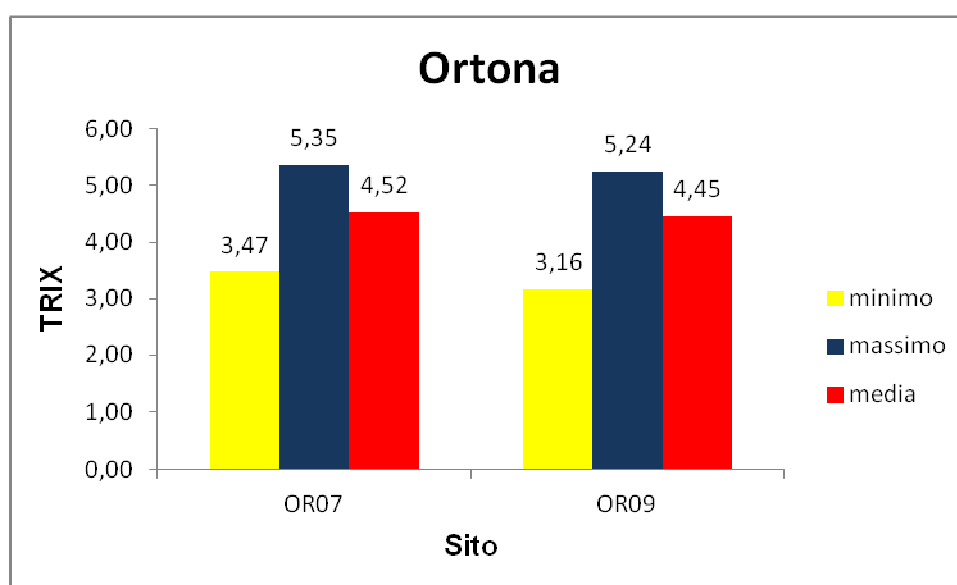


Fig. 36, Valore minimo, massimo e media dell'indice trofico TRIX per il sito di Ortona, Abruzzo 2010.

## Vasto

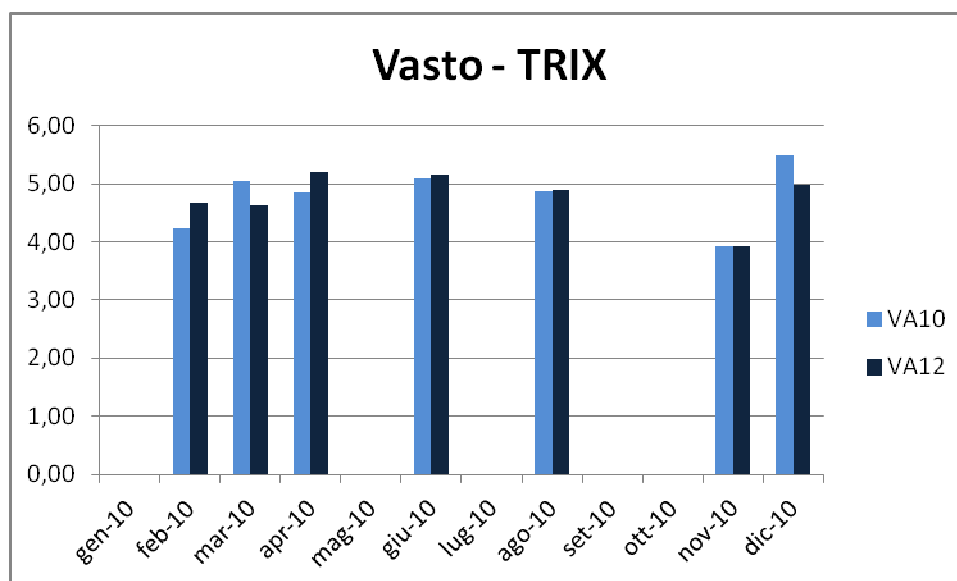


Fig. 37, Indice trofico TRIX per il sito di Vasto, Abruzzo 2010.

In Fig. si osserva che il transetto di Vasto presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,78 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (VA10) si registra un valore massimo di 5,48 a dicembre e un valore minimo di 3,93 a novembre; mentre nella stazione a 3000 m (VA12) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,20 ad aprile e un valore minimo di 3,91 a novembre.

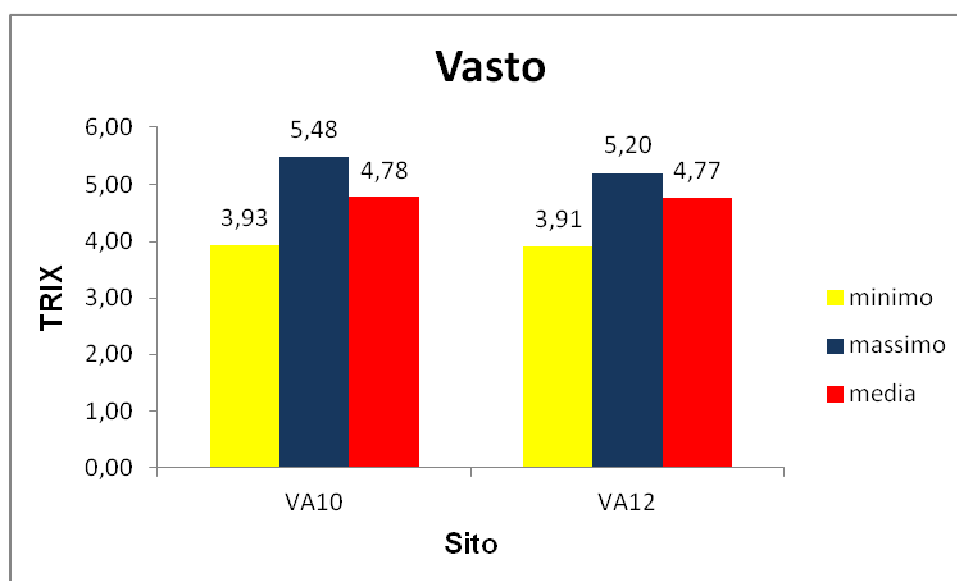


Fig. 38, Valore minimo, massimo e media dell'indice trofico TRIX per il sito di Vasto, Abruzzo 2010.

## San Salvo

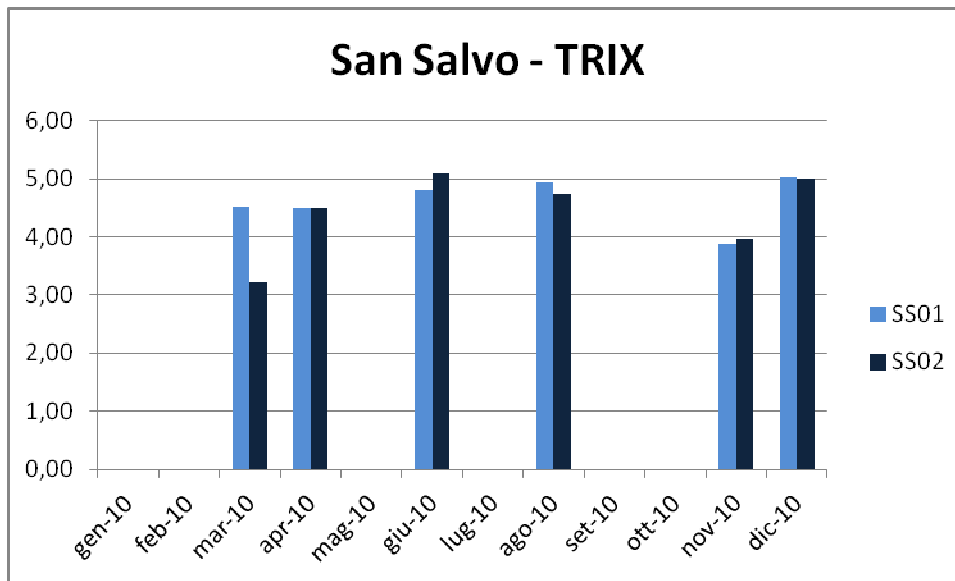


Fig. 39, Indice trofico TRIX per il sito di San Salvo, Abruzzo 2010.

Il transetto di San Salvo presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,51 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (SS01) si registra un valore massimo di 5,03 a dicembre e un valore minimo di 3,88 a novembre; mentre nella stazione a 3000 m (SS02) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,09 a giugno e un valore minimo di indice di trofia pari a 3,22 nel mese di marzo (Fig.40).

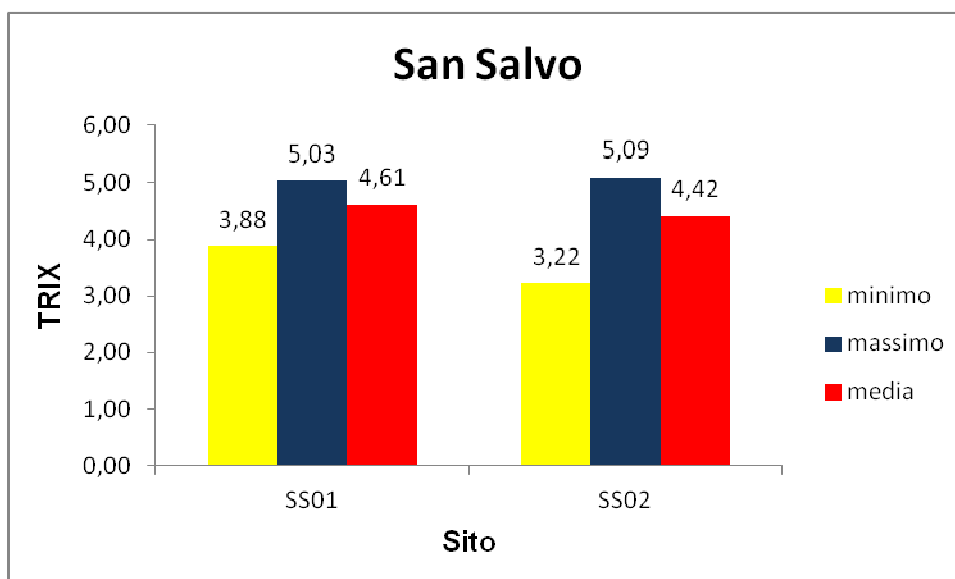


Fig. 40, Valore minimo, massimo e media dell'indice trofico TRIX per il sito di San Salvo, Abruzzo 2010.

## 7.2 Elementi idromorfologici e fisico-chimici nei sedimenti

I parametri di qualità idromorfologica e chimico-fisica a sostegno degli EQB per i sedimenti, sono indicati nella paragrafo C.2.3.2 del D.M. 260/10. Tali elementi non concorrono alla valutazione dello Stato Ecologico, ma vengono utilizzati ai fini interpretativi dei risultati di altri elementi.

### *C.2.3.2 Parametri idromorfologici e fisico-chimici nei sedimenti*

Granulometria	%
Carbonio Organico Totale	%

#### **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.

Per ciò che riguarda la valutazione granulometrica, sono disponibili solo i dati relativi alle quattro stazioni di monitoraggio (Giulianova, Pescara, Ortona, Vasto), in quanto per le altre stazioni sono ancora in fase di elaborazione.

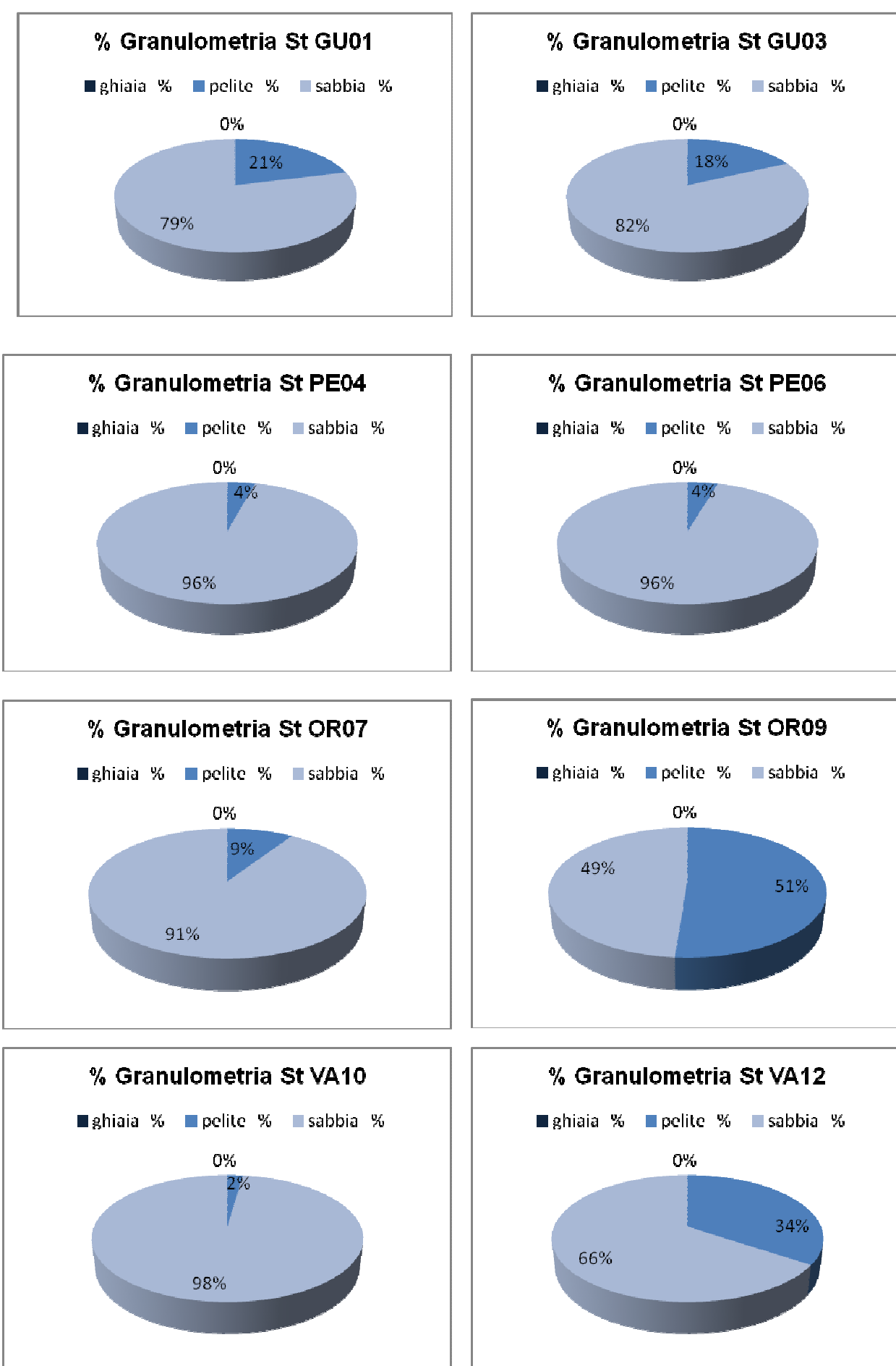


Fig. 41, Distribuzione delle principali frazioni granulometriche superficiali rilevate nel 2010 nelle 4 stazioni, Abruzzo 2010.



La distribuzione superficiale delle tre principali componenti granulometriche dei sedimenti campionati evidenzia che (Fig.41):

- la sabbia mostra concentrazioni variabili (49- 98%), con valori minimi nella stazione di OR09 e valori massimi nelle St VA10; è comunque presente come frazione dominante in tutti e quattro i siti;
- la pelite mostra valori compresi tra 2% (VA10) e 51% (OR09) con valori più elevati nelle stazioni più meridionali a 3000 m di distanza dalla costa;
- la ghiaia non è presente in nessun sito.

### Carbonio organico totale (TOC)

La concentrazioni di TOC nei sedimenti superficiali (Tab.28) variano tra valori < 0,5 e 2,10, con il valore massimo nella stazione di VA10. Non è presente una netta differenza tra le concentrazioni delle stazioni settentrionali e quelle più meridionali, denotando un comportamento più o meno simile nel trasporto di materiale organico da parte dei corsi d'acqua dolce distribuiti lungo la fascia costiera.

	Data	TOC %	Data	TOC %
AL13	15/04/2010	< 0,5	29/11/2010	1,63
AL15	15/04/2010	0,90	29/11/2010	1,67
GU01	15/04/2010	1,43	29/11/2010	< 0,5
GU03	15/04/2010	< 0,5	29/11/2010	1,15
PI16	15/04/2010	1,22	29/11/2010	< 0,5
PI18	15/04/2010	1,08	29/11/2010	2,01
PE04	13/04/2010	1,30	29/11/2010	1,38
PE06	13/04/2010	1,35	29/11/2010	1,36
OR07	13/04/2010	< 0,5	25/11/2010	1,46
OR09	13/04/2010	1,09	25/11/2010	1,08
VA10	14/04/2010	2,10	25/11/2010	1,30
VA12	14/04/2010	1,75	25/11/2010	<0,5
SS01	14/04/2010	1,60	25/11/2010	<0,5
SS02	14/04/2010	1,06	25/11/2010	<0,5

Tab. 28 , Concentrazioni di carbonio organico totale (%), TOC, nei 14 siti di monitoraggio, Abruzzo 2010.

### **7.3 Analisi dello stato chimico**

Al fine di raggiungere o mantenere il buono stato chimico, le Regioni applicano per le sostanze dell'elenco di priorità, gli standard di qualità ambientali così come riportati per le diverse matrici nelle tabelle 1A, 2A, 3A, dell'allegato A.2 (D.M. 260/10). Le sostanze dell'elenco di priorità sono: le sostanze prioritarie (P), le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le rimanenti sostanze (E). Tali standard rappresentano, pertanto, le concentrazioni che identificano il buono stato chimico.

Per le sostanze non appartenenti all'elenco di priorità vengono applicati gli standard previsti dalle tabelle 1B, 2B, 3B, dell'allegato A.2.7 (D.M. 260/10).

Di seguito sono riportati gli elenchi delle sostanze appartenenti e non all'elenco di priorità, in cui vengono mostrate le concentrazioni solo di alcune sostanze, in quanto l'analisi dello stato chimico viene effettuata solo sugli inquinanti effettivamente riscontrati nel corpo idrico o presenti in quantità significativa, come esplicitamente espresso dalle note riportate a pag.185 del decreto 260/10, nota 12 e 13:

- Nel monitoraggio di sorveglianza se scaricate e/o rilasciate e/o immesse e/o già rilevate in quantità significativa nel bacino idrografico o nel sottobacino. Nel monitoraggio operativo se scaricate e/o rilasciate e/o immesse e/o già rilevate in quantità significativa nel corpo idrico (*nota 12*).
- Nel monitoraggio di sorveglianza se scaricate e/o rilasciate e/o immesse e/o già rilevate nel bacino idrografico o nel sottobacino. Nel monitoraggio operativo se scaricate e/o rilasciate e/o immesse e/o già rilevate nel corpo idrico (*nota 13*).

E' stato possibile censire la presenza di tali sostanze nelle aste fluviali, grazie alle relazioni elaborate negli anni antecedenti il 2010 dalla regione Abruzzo, facenti parte del piano di Tutela delle Acque e gestione integrata delle risorse idriche, riguardanti il monitoraggio delle sostanze pericolose ed dei prodotti fitosanitari (Relazione II, All.1, Regione Abruzzo 2008; Relazione Finale, All.3, Regione Abruzzo 2008).

#### **Inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità**

I risultati delle indagini sulle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità concorrono alla definizione dello Stato Ecologico delle acque marino costiere come elementi a sostegno degli EQB. Il D.M. 260/10 prevede la ricerca di tali sostanze nella matrice acqua (Tab.1/B) e nella matrice sedimento (Tab.3/B). Il SQA-MA (standard di qualità ambientale – media annuale) rappresenta, ai fini della classificazione del buono stato chimico ed ecologico, la concentrazione da rispettare; il

valore viene calcolato sulla base della media aritmetica delle concentrazioni rilevate nei diversi mesi dell'anno.

- **Sostanze ricercate nella matrice sedimento**

Gli inquinanti specifici a sostegno degli EQB, ricercati nei sedimenti delle acque marino costiere, sono quelli riportati in Tab 3/B del D.M. 260/10.

**Tab. 3/B**

NUMERO CAS	PARAMETRI	SQA-MA <sup>(1) (2)</sup>
	<b>Metalli</b>	<b>mg/kg s.s</b>
7440-38-2	Arsenico	12
7440-47-3	Cromo totale	50
	Cromo VI	2
	<b>Policiclici Aromatici</b>	<b>µg/kg s.s.</b>
	IPA totali <sup>(3)</sup>	800
	<b>PCB e Diossine</b>	
	Sommat. T.E. PCDD,PCDF (Diossine e Furani) e PCB diossina simili <sup>(4)</sup>	2 X 10 <sup>-3</sup>
NUMERO CAS	PARAMETRI	SQA-MA <sup>(1) (2)</sup>
	PCB totali <sup>(5)</sup>	8

**Metalli: Arsenico, Cromo tot, Cromo VI**

Nella tabella sottostante, è riportata la media annuale della concentrazione dei metalli determinati sul sedimento nelle stazioni di monitoraggio per l'anno 2010, espressi in (mg/kg ss).

Stazione	Metalli	2010
AL	Arsenico	7,2
	Cromo totale	20,0
	Cromo VI	< 0,5
GU	Arsenico	7,4
	Cromo totale	26,2
	Cromo VI	< 0,5
PI	Arsenico	7,7
	Cromo totale	39,8
	Cromo VI	< 0,5
PE	Arsenico	8,3
	Cromo totale	25,7
	Cromo VI	< 0,5
OR	Arsenico	7,6
	Cromo totale	31,3

	Cromo VI	< 0,5
VA	Arsenico	8,0
	Cromo totale	22,4
	Cromo VI	< 0,5
SS	Arsenico	8,0
	Cromo totale	17,0
	Cromo VI	< 0,5

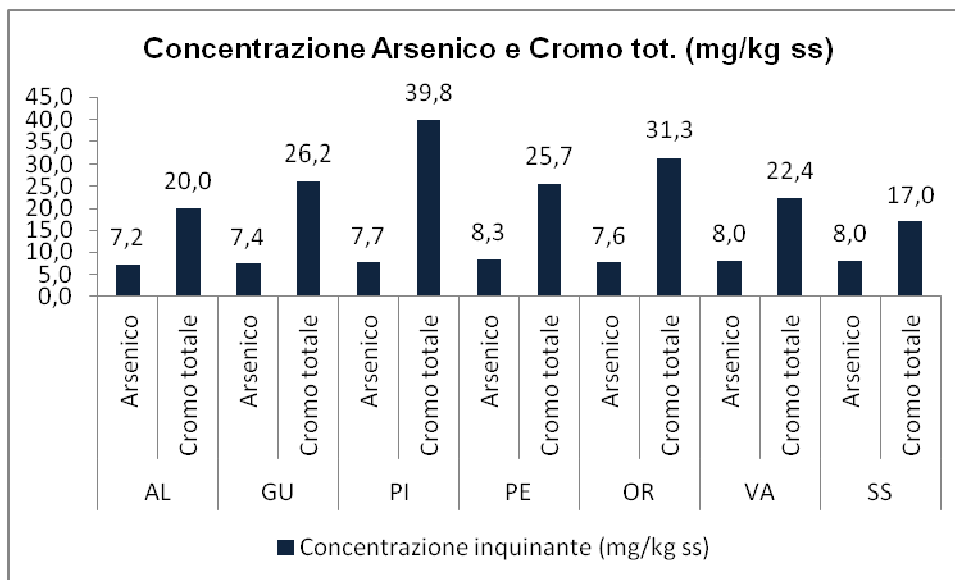


Fig. 42, Concentrazione di Arsenico e Cromo totale rilevate nei 7 siti di monitoraggio, Abruzzo 2010.

Come si può notare, tutti i valori sono al di sotto dello standard di riferimento SQA – MA, e più in particolare si nota come il cromo VI abbia valori simili nei sette transetti monitorati, mentre il cromo totale presenta delle lievi variazioni, con valore minimo a San Salvo (SS) e valore massimo a Pineto (PI).

### Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) totali

In fig.43, sono riportate le medie annuali della somma delle concentrazioni degli IPA determinati sul sedimento nelle stazioni delle acque marino costiere.

	AL	GU	PI	PE	OR	VA	SS	
IPA TOT	194,8	352,4	409,0	234,7	363,6	253,3	409,4	µg/kg ss

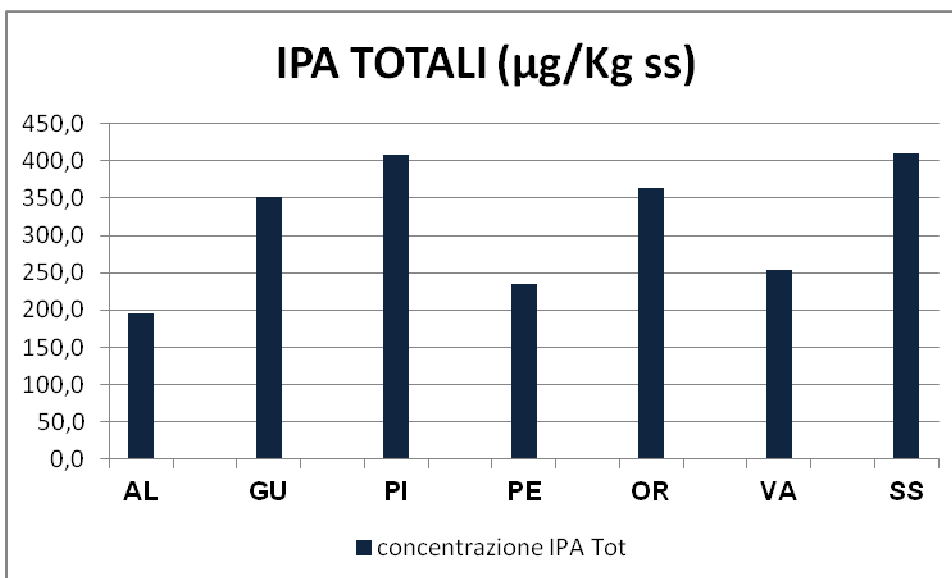


Fig. 43, Concentrazione di IPA totali nei 7 siti di monitoraggio, Abruzzo 2010.

Non si evidenziano valori superiori al limite SQA imposto dall'allegato 3/B del D.M. 260/10 (800 µg/kg). I valori massimi si hanno nelle stazioni di Pineto e San Salvo con valori di 409 µg/kg, mentre la concentrazione minima di 194 µg/kg ad Alba Adriatica.

### PoliCloroBifenili (PCB) totali

La tabella 3/B definisce i congeneri più significativi da monitorare e lo standard di qualità da applicare ai sedimenti. Lo SQA per i PCB si esprime come valore medio annuo della sommatoria dei congeneri più significativi ed è pari a 8 µg/kg ss. Nella tabella sottostante si riportano i valori medi annuali della somma delle concentrazioni dei congeneri dei PCB determinati sul sedimento.

Le concentrazioni misurate rientrano pienamente nello standard di qualità SQA – MA.

	AL	GU	PI	PE	OR	VA	SS	
PCB TOT.	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	µg/kg ss

### Diossine, Furani e PCB diossina simili

Non si è potuto inserire le concentrazioni di tali sostanze, in quanto l'analisi è ancora in fase di elaborazione.

## Inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità

Le indagini sulle sostanze appartenenti all'elenco di priorità definiscono lo Stato Chimico delle acque marino costiere. Il D.M. 260/10 prevede la ricerca di tali sostanze nella matrice acqua (Tab. 1/A), nella matrice sedimento (Tab.2/A), e opzionalmente, nel biota (Tab.3/A)

- **Sostanze ricercate nella matrice acqua**

Nell'anno 2010 sono state effettuate 5 campagne (marzo, maggio, agosto, novembre, dicembre) di monitoraggio, per la ricerca della quasi totalità degli inquinanti specifici nell'acqua riportati nella Tab.1/A del D.M. 260/10. Le stazioni indagate sono 7, ubicate a 500 m di distanza dalla costa.

Dall'analisi dei dati ottenuti da tali indagini, emerge che quasi tutti i parametri ricercati nell'acqua risultano con valori medi inferiori o uguali al limite di rilevabilità strumentale.

Le concentrazioni rilevate di tali sostanze, risultano inferiori ai valori standard SQA - MA previsti dal decreto, in tutte le 7 stazioni monitorate.

I valori delle sostanze riportate in Tab.29 sono espressi in  $\mu\text{g/l}$ , come media aritmetica delle concentrazioni misurate nelle cinque campagne effettuate per ciascuna stazione.

Sostanza	Stazione							SQA - MA
	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01	
	$\mu\text{g/l}$							
cadmio	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,2
mercurio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
nicel	1,52	1,44	1,65	2,68	0,99	1,34	1,14	20
piombo	1,03	0,59	3,51	2,40	1,29	2,11	1,30	7,2
antracene	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,1
benzo a pirene	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,05
benzo b fluorantene	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,03
benzo k fluorantene	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	
benzo g-h-i perilene	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,002
indeno 1-2-3 cd pirene	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	
fluorantene	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,1
naftalene	0,195	0,248	0,122	0,594	0,274	0,154	0,175	1,2
1-2 dicloro etano	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	10
dicloro metano	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	20
esacloro benzene	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	0,002
esacloro butadiene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
pentaclorobenzene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0007

tetracloro etilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	10
tetracloruro di carbonio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	12
triclorobenzeni	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,4
tricloroetilene	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10
triclorometano	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,5
tributilstagno (nanog/L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0002
4,4 DDT	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,01
2,4 DDT	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	
4,4 DDD	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027	<0,0027	
2,4 DDD	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	
alaclor	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,3
aldrin	<0,0012	<0,0012	<0,0012	<0,0012	<0,0012	<0,0012	<0,0012	0,005
dieldrin	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	
endrin	<0,0012	<0,0012	<0,0012	<0,0012	<0,0012	<0,0012	<0,0012	
Isodrin	<0,0016	<0,0016	<0,0016	<0,0016	<0,0016	<0,0016	<0,0016	
atrazina	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,6
Clorpirifos	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,03
diuron	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0,2
endosulfan solfato	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013	0,0005
simazina	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	1
trifluralin	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	<0,0032	0,03
1-2-4 triclorobenzene	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4

Tab. 29, Concentrazione di alcune sostanze inserite nell'elenco di priorità, Abruzzo 2010.

- **Sostanze ricercate nel sedimento**

Gli inquinanti specifici ricercati nel sedimento per la definizione dello Stato Chimico sono quelli riportati in tabella 2/A del D.M. 260/10. Di seguito viene riportata la Tabella con le concentrazioni di alcune sostanze prioritarie presenti nel decreto, per ciascuna delle 14 stazioni monitorate.

Sostanza	Stazioni														Limite
	AL13	AL15	GU01	GU03	PI16	PI18	PE04	PE06	OR07	OR09	VA10	VA12	SS01	SS02	SQA - MA
<b>Metalli</b>															
	<b>mg/kg ss</b>														
cadmio	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,3
nichel	9,6	12,8	12,8	17,8	12,3	35,7	9,4	19,1	8,6	29,4	6,9	21,9	6,2	15,1	30,0
piombo	3,4	5,0	4,0	6,7	3,7	11,3	3,5	6,7	3,3	10,2	2,0	7,5	2,2	5,1	30,0
<b>IPA</b>															
	<b>µg/Kg</b>														
antracene	<1	15	<1	47	1	<1	<1	34	<1	25	<1	38	<1	27	45,0
benzo b fluorantene	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	40,0
benzo a pirene	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	30,0
benzo g-h-i perilene	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	55,0
benzo k fluorantene	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	20,0
fluorantrene	28	153	40	169	20	274	18	127	27	193	11	221	6	368	110,0
indeno 1-2-3 c,d pirene	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	70,0
naftalene	6	22	27	84	25	37	27	60	14	190	19	62	10	10	35,0
<b>Pesticidi</b>															
DDT somma	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	1,0
DDE somma	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	0,8
DDD somma	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	1,8
aldrin	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	0,2
dieldrin	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	0,2
α esaclorocicloesano	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	0,2
β esaclorocicloesano	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	0,2
γ esaclorocicloesano	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	0,2
esaclorobenzene	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	0,4



Dalla tabella si evince che per alcune sostanze, quali fluorantrene e naftalene si superano i livelli standard SQA – MA, mentre gli altri inquinanti risultano al di sotto dello standard o presentano valori inferiori del limite di rilevabilità dello strumento.

## CONCLUSIONI

La totalità dei dati descritti in precedenza relativi all'attività di monitoraggio, eseguita dall'ARTA Abruzzo, come previsto dal Piano di Monitoraggio 2010, fornisce un quadro indicativo dello stato di qualità ambientale delle acque marino costiere, confermando le aspettative suggerite dai risultati delle campagne antecedenti al 2010, ed implementa le osservazioni pregresse con nuovi criteri ed indici di classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, come indicato nel D.M. 260/10.

L'esecuzione delle attività di monitoraggio, non rispecchia a pieno la tempistica prevista dal Piano di Monitoraggio, a causa delle avverse condizioni climatiche, che hanno portato ad uno slittamento dei campionamenti stessi e in alcuni casi ad un loro annullamento.

Il decreto 260/10 prevede la tipizzazione dei corpi idrici superficiali in base a dei criteri geomorfologici e idrologici, finalizzati all'individuazione della tipologia (tipizzazione) di appartenenza sulla base del quale verranno poi attribuiti i limiti di classe per i successivi elementi di qualità biologica.

Dall'applicazione dei criteri utili alla tipizzazione secondo decreto, risulta che i siti costieri della regione Abruzzo sono moderatamente influenzati da apporti di acque dolci di origine continentale, e ricadono quindi nel macrotipo 2 (media stabilità).

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

- **Indice trofico Trix:** I valori dell'indice TRIX in tutti i siti monitorati, evidenziano uno stato **“buono”** (< 5), avvalorato anche dalla buona trasparenza delle acque e dall'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, ed è possibile notare un impercettibile incremento dell'indice trofico rispetto all'anno 2009.
- **Fitoplancton:** è valutato attraverso il parametro “clorofilla a” misurato in superficie, ed è scelto come indicatore della biomassa. I risultati mostrano uno stato **elevato-buono** di tale indice sull'intera fascia costiera, con valori ben al di sotto dei limiti di classe imposti dal decreto. Tale situazione, è stata confermata anche dai dati raccolti nel 2009.

- **Macroinvertebrati bentonici:** non è stato possibile avere una stima di tale parametro per l'anno 2010, in quanto le analisi dei campioni sono ancora in corso, ma il risultato illustrato per la campagna di Aprile 2009, elaborato grazie all'applicazione del software AZTI Marine Biotic Index, fornisce un'indicazione su quale può essere il livello di qualità biologica per le nostre coste espresso come indice AMBI (undisturbed e slightly disturbed) ed M-AMBI (good).
- **Analisi granulometrica:** 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. I campioni di sedimento hanno evidenziato che per ogni stazione, la frazione predominante è quella sabbiosa, mentre la frazione pelitica, soprattutto nelle stazioni poste a 3000m di distanza dalla costa, risulta soggetta a variabilità spaziale, presentando un valore massimo di 51% nella stazione di OR09 ed un minimo di 2% nella stazione di VA10.
- **Concentrazione di carbonio organico totale (TOC):** il carbonio organico totale è la quantità di carbonio organico presente in composti organici ed è spesso utilizzato come indicatore non-specifico della qualità delle acque, e viene utilizzato spesso come indicatore di inquinamento organico delle acque reflue. Tale parametro, presenta concentrazioni basse in tutti i siti monitorati, e non evidenzia situazioni di particolare criticità per la fascia costiera.
- **Stato chimico:** dai risultati delle campagne di monitoraggio degli inquinanti, emerge che molti dei parametri ricercati risultano con valori medi inferiori o uguali al limite di rilevabilità strumentale in tutte le stazioni oggetto di indagine. In particolare, le sostanze non appartenenti all'elenco di priorità ricercate nella matrice sedimento (Arsenico, Cromo totale, Cromo VI, IPA totali, PCB totali) presentano concentrazioni inferiori ai limiti SQA-MA imposti dal D.M. 260/10. Le sostanze inserite nell'elenco di priorità, sia per la matrice acqua che per il sedimento, mostrano anch'esse valori inferiori ai limiti di decreto, presentando concentrazioni leggermente superiori al limite per il Naftalene e il Fluorantene, solo per alcune stazioni.

## **BIBLIOGRAFIA**

APAT IRSA-CNR, 2003, “*Metodi analitici per le acque. Manuali e Linee guida*”, 2003.

ARTA Abruzzo, 2009, “*Monitoraggio dell’ambiente marino-costiero nella Regione Abruzzo, Analisi dei dati osservati nell’anno 2009*”.

A. Brondi, A. M. Cicero, E. Magaletti, F. Giovanardi, A. Scarpato, C. Silvestri, E. Spada e G. Casazza, 2003, “*Italian Coastal Typology for the European Water Framework Directive*”, Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment. MEDCOAST '03. E. Oznan Editor. 7-11 October 2003. Ravenna, Italy.

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

Denman, K.L., E. Gargett, 1983, “*Time and space scales of vertical mixing and advection of phytoplankton in the upper ocean*”, Limnol. Oceanogr., 28(5), pp 801-815.

D.M. 131/2008, “*Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto*”, GU n. 187 del 11-8-2008 – Suppl. Ordinario n.189.

D.M. 56/2009, “*Regolamento recante i Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo*”, GU n. 124 del 30-5-2009 – Suppl. Ordinario n. 83.

Direttiva 2000/60/CE, “*Direttiva quadro per l'azione comunitaria in materia di acque*”, GU n. 327 del 22/12/2000.

D.M. 260/2010, “*Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.*

*152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo”, GU n. 30 del 7-2-2011 - Suppl. Ordinario n.31.*

Fofonoff, P., R.C. Millard Jr., 1983 , “*Algorithms for computation of fundamental properties of Seawater*”, Unesco Technical Papers in Marine Science 44, Unesco.

Muxika I., Borja A., Bald J., 2007, “*Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive*”, Marine Pollution Bulletin 55 (2007) 16–2.

O. Ferretti, M. Barsanti, I. Delbono, S. Furia, 2003, “*Elementi di Gestione Costiera -Parte I Tipi morfo-sedimentologici dei litorali italiani*”, ENEA RT/2003/42/CLIM.

Regione Abruzzo, “*Piano di Tutela delle Acque*”, approvato con Delibera n. 614 del 9-8-2010.

Regione Abruzzo, “*Accordo di Programma Quadro – Tutela delle Acque e Gestione Integrata delle Risorse idriche, Allegato 3: Monitoraggio Prodotti Fitosanitari*”, Relazione Finale, 2008.

Regione Abruzzo, “*Accordo di Programma Quadro – Tutela delle Acque e Gestione Integrata delle Risorse idriche, Allegato 1: Monitoraggio Sostanze Pericolose*”, Relazione II, 2008.

## **Siti Web**

<http://www.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacque/>

<http://www.artaabruzzo.it/>

## ***Ringraziamenti***

*Ringrazio il Dipartimento Servizio Opere Marittime e Acque Marine della Regione Abruzzo, ed in particolare l'Ing Daniele Raggi, per avermi ospitato e accolto con cordialità nel loro organico.*

*Ringrazio il Dott. Nicola Caporale e il Dott. Roberto Ricci, per avermi assistito nella fase di elaborazione ed analisi dei dati mettendo a disposizione la loro professionalità e conoscenza.*

*Ringrazio l'ARTA Abruzzo, ed in particolare la Dott.ssa Giovanna Martella, per aver reso disponibile i dati elaborati in questo lavoro, e per la sua assoluta collaborazione e gentilezza.*

*Ringrazio il Prof. Renzo Valloni per aver reso possibile tale tirocinio in Regione Abruzzo, e per aver messo in campo tutta la sua disponibilità e professionalità in questi mesi di Master.*

*Ringrazio tutti i ricercatori del Centro ENEA, Santa Teresa, per aver impreziosito il Master con la professionalità e conoscenza che solo un Centro di tale pregio scientifico può dare, e per la loro disponibile e cordiale accoglienza.*

*Ringrazio i miei genitori per avermi assistito ed appoggiato ancora una volta, e per avermi dato la possibilità di apprezzare una regione stupenda come la Liguria.*

*Infine Ringrazio i miei compagni di corso, ed in particolare Giacomo, Chiara e Jasmine, con cui ho instaurato un rapporto di amicizia, e che hanno riempito le giornate trascorse assieme con risate, simpatia, vitalità e gentilezza.*