



INDAGINE AMBIENTALE



Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Committente: Ecofox srl
Commessa: 025/2018	File :doc_eco_2019	Data: 04/05/2019	Revisione: 03/2019

ECOFOX SRL

INDAGINE AMBIENTALE PRELIMINARE ALLA PROGETTAZIONE DI UNA SEALINE E DI UN CAMPO BOE A SUD DEL PORTO DI VASTO(CH)''



RELAZIONE TECNICA

PREPARATO DA : DOTT.GEOL.RENATO TEDESCHI (METIS SRL)

PREPARATO PER : ECOFOX SRL - VASTO

Marzo 2019

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 Area in studio.....	4
1.2 Personale e calendario operazioni.....	7
2. MATERIALI E METODI	9
2.1 Campionamento dei sedimenti.....	9
2.2 Campionamento delle acque.....	12
3. RISULTATI	15
3.1 Caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua	17
3.2 Caratteristiche fisico-chimiche-microbiologiche dei sedimenti	42
3.3 Caratteristiche ecotossicologiche dei sedimenti	50
3.4 Caratteristiche delle comunità bentoniche.....	51
4. CONCLUSIONI	55
5. BIBLIOGRAFIA	60

ALLEGATI ALLA RELAZIONE

ALLEGATO 1 - R.D.P. MACROZOOBENTHOS (ARTA ABRUZZO)

ALLEGATO 2 – R.D.P. ANALISI ACQUE E SEDIMENTO (ARTA ABRUZZO)

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.2
Commessa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

1. PREMESSA

La società ECOFOX srl, ha affidato alla società METIS S.r.l. di Senigallia (AN) l'incarico di eseguire una caratterizzazione ambientale, preliminare alla progettazione di una condotta marina di collegamento dallo stabilimento ECOFOX ad un campo boe, posto in mare a circa 1,3km dalla costa, per attracco di navi cisterna di oli vegetali destinati per la raffinazione. Le operazioni ambientali sono state preliminarmente concordate con ARTA, Dipartimento di Pescara e svolte in mare sotto la loro supervisione e collaborazione. Tutte le operazioni sono state condotte in attuazione delle disposizioni riportate dal D.M. 24/01/1996 (Allegato B2 - Movimentazione di materiali in ambito marino "condotte").

Lo scopo del lavoro è stato quello di avere un preliminare inquadramento delle condizioni ambientali dell'area marina su cui ricadrà l'intervento di prossima progettazione.

Congiuntamente alla attività ambientali è stata svolta una indagine batimetrica, morfologica e geofisica, sui fondali interessati dall'opera; i risultati sono illustrati in una relazione tecnica allegata alla presente documentazione. Un particolare ringraziamento alla Capitaneria di Porto di Vasto, per l'attiva collaborazione allo svolgimento delle indagini.

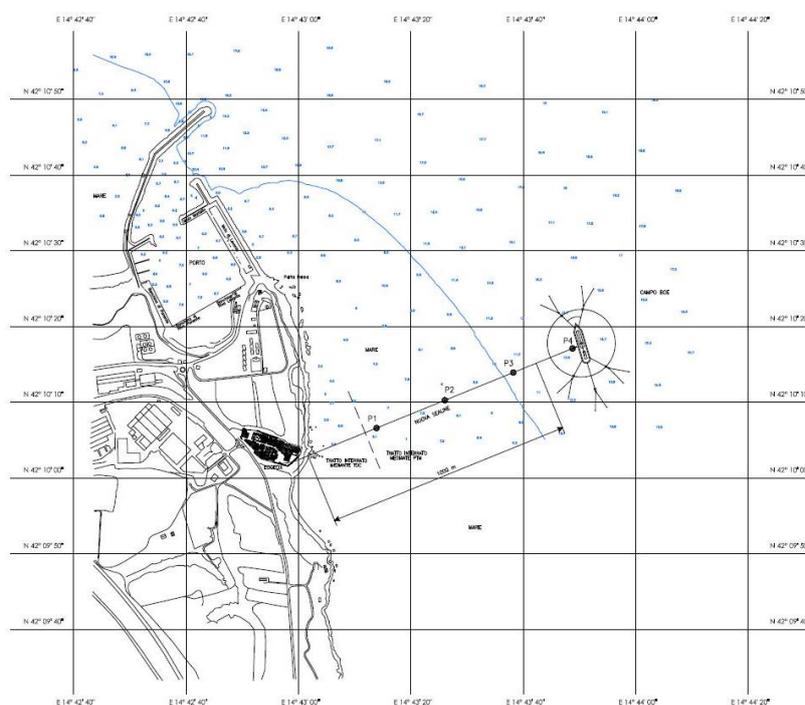


Fig.01 - Area di inquadramento dell'intervento "Sealine + Campo Boe"

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.3
Commissa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

1.1 Area di studio

L'area marina interessata dalle indagini, si trova nel Adriatico Centrale, lungo un tratto della fascia costiera Abruzzese, più specificatamente nello specchio acqueo antistante lo stabilimento industriale della società ECOFOX, posto circa 1 Km a sud del Porto di Vasto.



Fig.02 - Area di inquadramento dell'intervento

Le attività ambientali di caratterizzazione eseguite in mare, hanno riguardato:

- Campionamento superficiale della colonna d'acqua per la determinazione della concentrazione dei nutrienti e dei microinquinanti chimici;
- Acquisizione dati dei principali parametri fisico-chimici lungo la colonna d'acqua tramite sonda multiparametrica;
- Campionamento dei sedimenti superficiali del fondale per analisi granulometriche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche;
- Campionamento dei sedimenti superficiali per la caratterizzazione delle principali comunità bentoniche (macrobenthos).

Sono state previste, n.5 stazioni di campionamento/monitoraggio, di cui n.4 lungo la futura rotta della sealine e campo boe (P1;P2;P3;P4) ed n.1 stazione di controllo (P5) coincidente con la stazione denominata VA10 (Punta Aderci) della rete di monitoraggio delle acque marino-costiere della Regione Abruzzo.

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.4
Commessa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

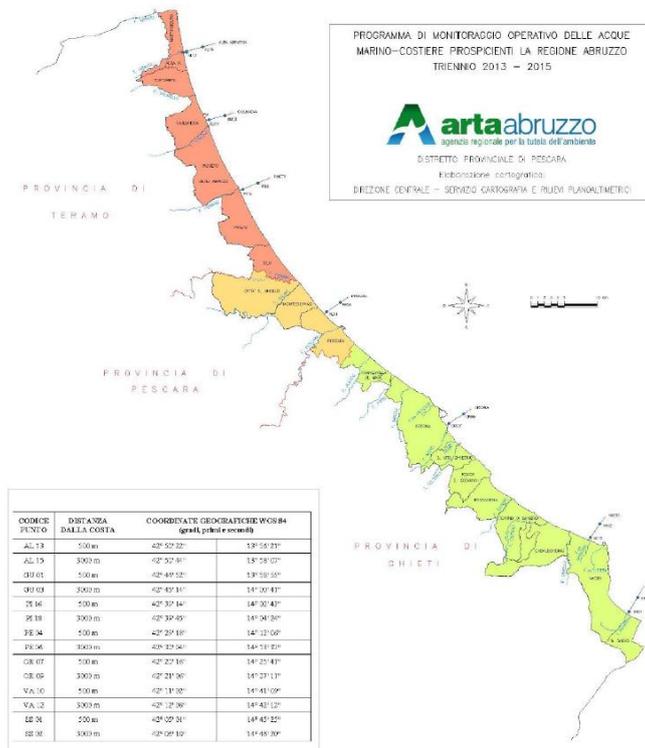


Fig.03 – Stazioni della rete di monitoraggio Regione Abruzzo

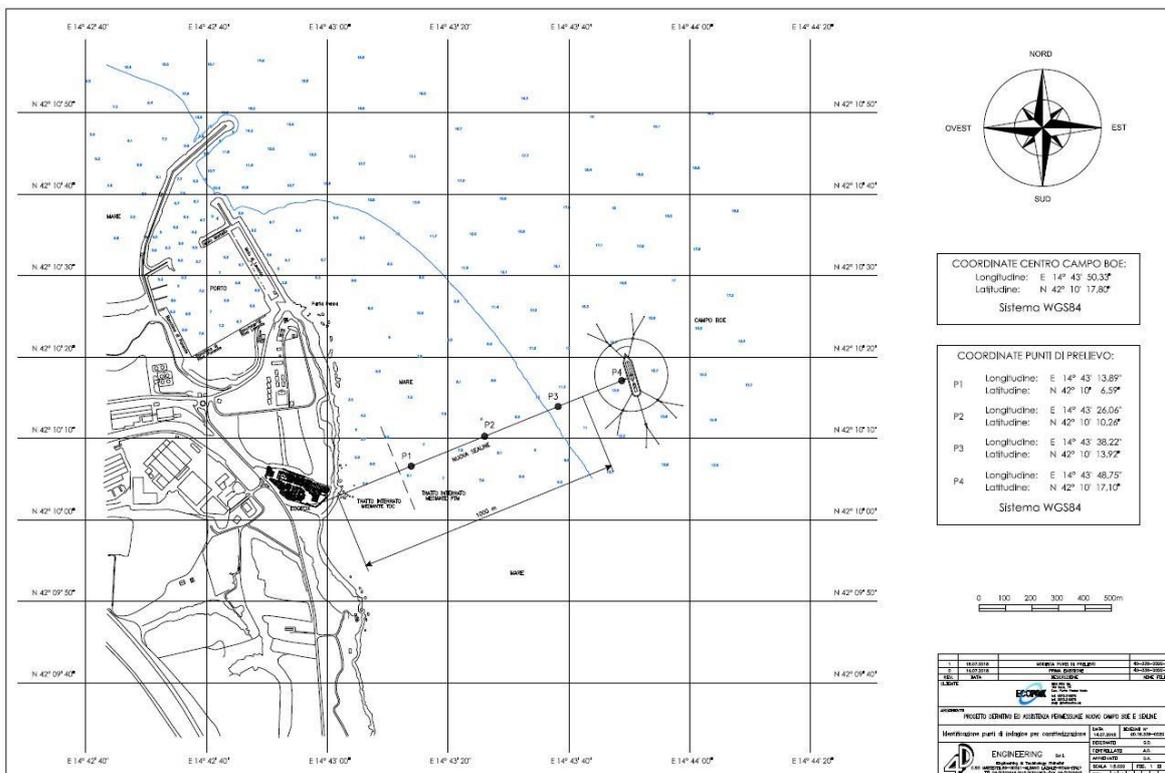


Fig. 04 - Ubicazione dei punti di campionamento (P1-P2-P3-P4)

Le coordinate delle stazioni di campionamento, distanza dalla costa e profondità dei fondali sono riportate nella Tabella seguente.

Stazione	Distanza dalla costa	Profondità	Coordinate (WGS 84)		Matrici Ambientali	
			I.D.	(m)		(m)
P1	300	6.50		42°10'06"	14°43'13"	acque/sedimenti
P2	600	8.10		42°10'10"	14°43'26"	acque/sedimenti
P3	900	9.20		42°10'13"	14°43'38"	acque/sedimenti
P4	1.200	11.80		42°10'17"	14°43'48"	acque/sedimenti
P5	500	5.80		42°11'0.2"	14°41'0.9"	acque/sedimenti

Tab. I – Coordinate delle stazioni di campionamento



Fig. 05 - Stazione di campionamento P5 (bianco/controllo) Punta Aderci



Fig. 06 – Specchio acqueo antistante lo stabilimento ECOFOX interessato al campionamento

1.2 Personale e calendario delle operazioni

Nella tabella II seguente, viene elencato il personale che preso parte al progetto, sia nella fase organizzativa, sia nella fase operativa che nella fase di processamento ed elaborazione dei dati acquisiti.

TABELLA II – Elenco personale tecnico

Project Manager	Dott. Geol. Renato Tedeschi
Capo Missione	Dott. Geol. Renato Tedeschi
Comandante TecnoPesca II	Giampaolo Gaetani
Motorista TecnoPesca II	Antonio Ausili
Tecnico Acque (CTD + Niskin)	Dott. Geol. Renato Tedeschi
Tecnico Sedimenti	Dott. Geol. Piero Fronzi
Tecnici Benthos	Dott. Geol. Fabio Sberlati

Tutte le operazioni ambientali, sono state svolte in collaborazione e supervisione con personale ARTA Dipartimento di Pescara nella giornata del 22 novembre 2018; in tabella personale ARTA partecipante.

TABELLA III – Elenco personale tecnico ARTA Dipartimento di Pescara

Supervisione Ambientale	Dott. N. Di Deo
Supervisione Ambientale	Dott. F. Crescenzi

Il calendario delle operazioni eseguite in mare viene sintetizzato nella tabella seguente:

TABELLA IV – Calendario operazioni in mare

Data	Ora / Inizio	Ora / Fine	Descrizione
22.11.2018	10.00	11.30	Stazione P5 (bianco)
22.11.2018	11.30	12.30	Stazione P1
22.11.2018	12.30	13.30	Stazione P2
22.11.2018	13.30	14.00	Stazione P3
22.11.2018	14.30	15.30	Stazione P4
22.11.2018	16.00	17.30	Fine operazioni

2.0 MATERIALI E METODI

Di seguito vengono esposte le principali strumentazioni e metodiche utilizzate per l'indagine ambientale dell'area marina interessata dal progetto.

L'imbarcazione "Tecnopisca II" (fig.07), utilizzata per le attività ambientali è stata messa a disposizione dal CNR Dipartimento di Ancona; equipaggiata con braccio gru idoneo alla movimentazione delle diverse strumentazioni da utilizzare per il campionamento.

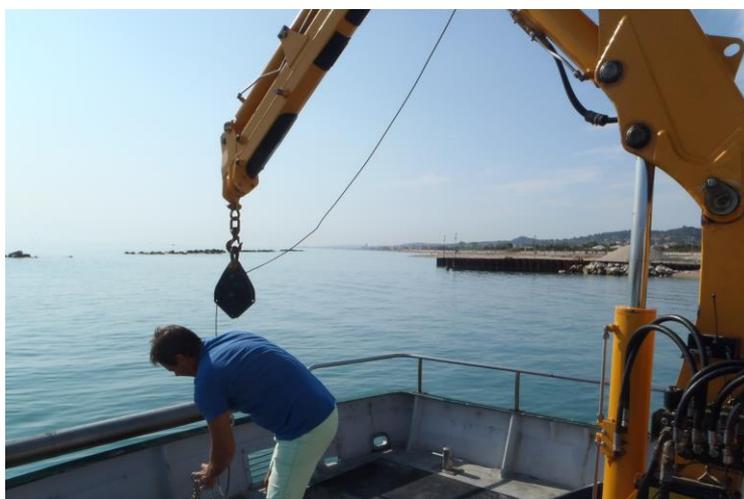


Fig. 07 – Imbarcazione Tecnopisca II utilizzata per attività di monitoraggio

2.1 Campionamento dei Sedimenti

Per il campionamento dei sedimenti del fondale è stata utilizzata una benna in acciaio 316 modello Van-Veen (fig.08) con superficie di circa 0,1 mq. (0,33 m x 0,33 m) e volume di circa 13 litri.



Fig. 08 – Benna Van-Veen per campionamento sedimenti

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.9
Commissa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

La benna viene calata in mare lentamente fino al raggiungimento del fondale mediante un verricello con cavo in acciaio da 12mm, presente sul braccio gru a bordo della imbarcazione.

Il sedimento raccolto dalla benna, viene collocato in una vasca di polietilene, omogeneizzato ed infine campionato per le diverse aliquote richieste, raccolto in vasetti e/o barattoli in HDPE, per facilitare il trasporto fino al laboratorio di analisi.

Su ogni stazione è stato effettuato un campionamento del sedimento suddividendolo in quattro aliquote al fine di effettuare le analisi di seguito indicate (fig.09):

1. analisi fisiche/granulometriche (vasetto da 250ml);
2. analisi chimiche (HDPE da 1L);
3. analisi microbiologiche (n.2 vasetti sterili da 250ml);
4. analisi ecotossicologiche (vetro da 1L).



Fig. 09 – Sequenza dell'attività di campionamento dei sedimenti

Al fine di evitare qualsiasi contaminazione dei campioni la strumentazioni e l'equipaggiamento utilizzato dagli operatori è stato pulito con acqua dolce prima di effettuare le operazioni in ogni stazione di campionamento, evitando l'utilizzo di sostanze detergenti. Tutti i campioni raccolti sono stati conservati in refrigeratori portatili fino all'arrivo nel laboratorio di analisi dell'ARTA Abruzzo Dipartimento di Pescara.

Campionamento delle Comunità Bentoniche

Per il campionamento dei sedimenti al fine della caratterizzazione delle comunità bentoniche (macro-benthos), è stata utilizzata la medesima benna Van Veen avente una capacità di 13 lt e un'apertura di superficie pari a 0,1 m².

Per ogni stazione sono state effettuate tre repliche. Il materiale di sedimento raccolto, separati per replica, è stato messo all'interno di vasconi in polietilene, successivamente sono stati lavati e setacciati su un vaglio a maglia da 0,5 mm, ed infine raccolti in barattoli in HDPE e fissati con alcool etilico diluito in acqua di mare al 75%.



Fig. 10 – Sequenza di campionamento sedimento per caratterizzazione della popolazione bentonica

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.11
Commessa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

2.2 Campionamento della colonna d'acqua

Il campionamento superficiale della colonna d'acqua per analisi dei nutrienti e dei microinquinanti chimici sono stati prelevati ad una quota di -0,50 metri dalla superficie, con bottiglia Niskin da 5 litri, dotata di messaggero in piombo da 2kg per la chiusura istantanea.

Il sub-campionamento con divisione delle diverse aliquote, il filtraggio sul posto (millipore 0,45micron) è stata effettuata direttamente dai tecnici ARTA presenti a bordo.

Tutte le aliquote sono state immediatamente refrigerate in frigoriferi portatili a +4° di temperatura fino all'arrivo in laboratorio di analisi ARTA di Pescara.

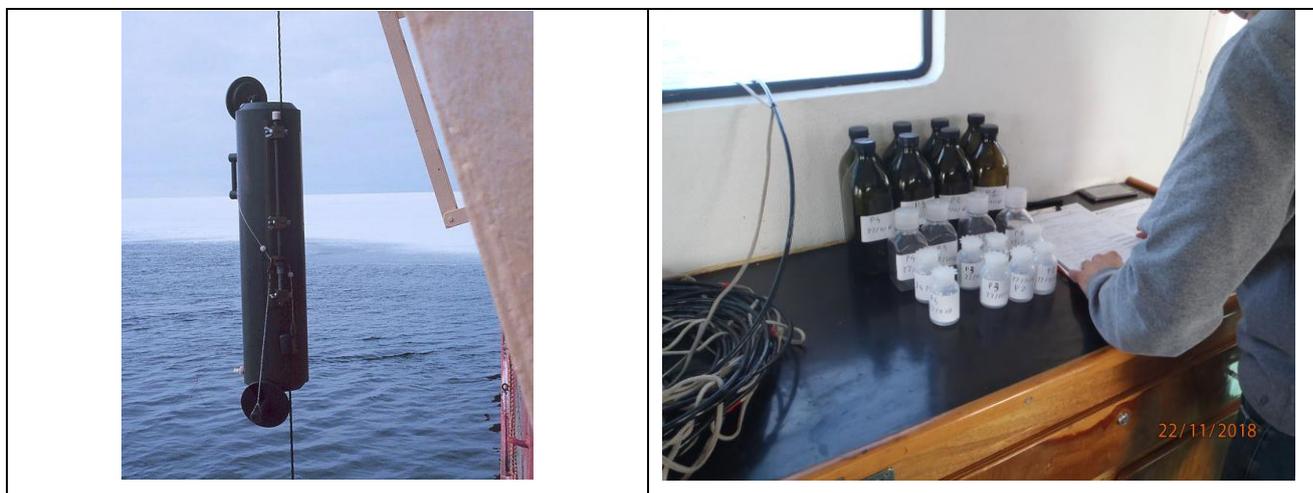


Fig. 11- Bottiglia Niskin e preparazione bottiglie per sub-campionamento acque superficiali

Misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua

In ciascuna stazione sono state inoltre eseguite misure chimico-fisiche sulla colonna d'acqua, con rilevazione dati ogni metro di profondità, da 50 cm della superficie a 50 cm dal fondo dei seguenti parametri:

- Temperatura (gradi);
- Salinità (PSU);
- Ossigeno disciolto (%);
- Torbidità (NTU);
- pH;
- Clorofilla "a".

Per l'acquisizione dei dati chimico-fisici è stata utilizzata una sonda multiparametrica della casa Americana "Hydrolab" modello DS5.(fig.12)

Questa sonda immergibile fino a 100 metri di profondità, si presenta come un corpo cilindrico sulle cui estremità vengono montati gli elettrodi necessari alle misure richieste.

Il collegamento del corpo sonda attraverso un cavo a Y per permettere l'alimentazione e la trasmissione in tempo reale dei dati dai diversi sensori installati.

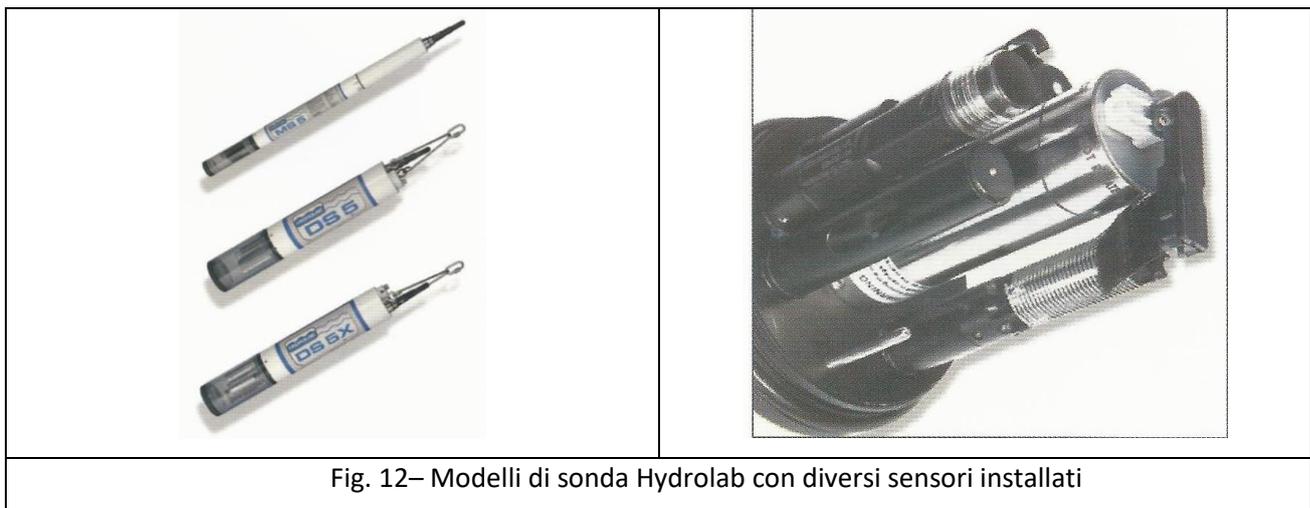


Fig. 12– Modelli di sonda Hydrolab con diversi sensori installati

Le principali caratteristiche dei sensori installati nella sonda di misura sono espressi nella seguente Tabella IV. La calibrazione dei sensori della sonda è stata effettuata presso il laboratorio della casa madre OTT di Verona.

Sonde Hydrolab - Caratteristiche

Alimentazione Esterna: 6...24V DC. Alimentazione Interna: HL4 1x 1.5 V Tipo D; DS5 8 x 1.5 V Tipo C. Memoria 4GB
 Materiale PVC. Protezione IP 68. Dimensioni (Ø x L): HL4 45.5 x 533 (749) mm; Peso: 1.0 Kg (1.5 Kg)
 DS5, DS5X 89 x 584 mm; 4 Kg.

Sensori Hydrolab	Range	Precisione	Risoluzione
Temperatura	-5...+50°C	±0.1°C	0.01°C
Ossigeno Disciolto / Hach LDO	0...50 mg/l	±0.1 mg/l o ±0.2 mg/l o ±0.6 mg/l	0.01 mg/l
Conducibilità	0...100 mS/cm	±0.5% v.m. ±0.001mS/cm	0.001 mS/cm
Salinità	0...70 PPT	±0.2 PPT	0.01 PPT
pH	0...14 unità	±0.2 unità	0.01 unità
Potenziale Redox ORP	-999...999mV	±20mV	1mV
Torbidità – Autopulente	0...3000 NTU	1% (vm<100NTU) o 3%-5%	0.1 NTU (vm<400) o 1NTU
Profondità	0...25 m	±0.05m	0.01m
Profondità	0...100 m	±0.05m	0.01m
Profondità	0...200 m	±0.1m	0.1m
Altri sensori			
Clorofilla A	0.03...500 mg/l (range dinamico)		
Cyanobatteri (sensibilità)	100...2.000.000 cells/ml		
Rodamina	0.04...1.000 ppb		
Ioni specifici disponibili:	Ammonio (NH4+), Nitrito (NO2-), Cloruro (CL-)		

Tabella V – Caratteristiche e Specifiche dei sensori sonda marina

La procedura per l'acquisizione dei dati dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua, viene effettuata immergendo il corpo della sonda in mare ad una quota di -0,50 metri dalla superficie (fig.13); una volta stabilizzati i valori (temperatura) si inizia la calata per step successivi di un metro fino a raggiungere il fondale.

In tempo reale vengono visualizzati e registrati sul monitor di un pc interfacciato, i valori dei parametri dei vari sensori installati nel corpo sonda.

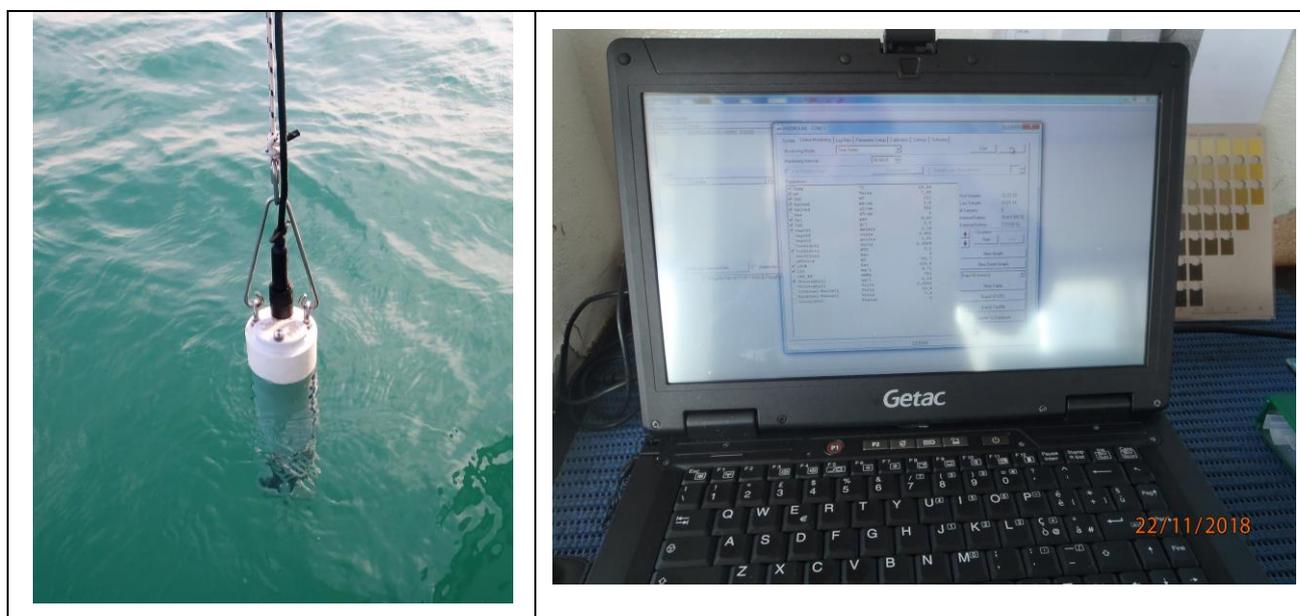


Fig. 13 – Sonda per misura parametri chimico-fisici in immersione lungo la colonna d'acqua e monitor PC per registrazione e lettura dei dati in tempo reale.

3 RISULTATI

Nel capitolo seguente si espongono i risultati delle analisi di laboratorio sulle diverse matrici ambientali acquisite (acque e sedimenti) campionate nella giornata del 22 novembre, sia sulle 4 stazioni collocate lungo la futura rotta della sealine e campo boe (P1-P2-P3-P4) e sia sulla stazione di controllo “P5” presa come “bianco” per il confronto dei dati, collocata a circa 500 metri al largo di Punta Aderci e coincidente con la stazione denominata VA10 della rete di monitoraggio delle acque marino-costiere della Regione Abruzzo.

Da segnalare immediatamente a sud dello stabilimento ECOFOX di Vasto, la presenza del Fosso Lebba (fig.14); è sicuramente uno dei corsi d’acqua tra i più inquinati della Regione Abruzzo, pur avendo portate assai limitate. In gran parte è alimentato da acque di scarico non depurate e scarsamente depurate che non vengono coinvogliate al vicino depuratore consortile di Punta della Penna.



Fig.14 – Foce del fosso Lebba

Le acque marine antistante la foce del fosso Lebba vengono inibite quasi tutti gli anni alla balneazione (fig.15) per circa 1000 metri dalla costa a causa proprio della contaminazione batteriologica e chimiche delle sue acque.

<i>Preparato: R.T.</i>	<i>Verificato: F.S.</i>	<i>Approvato: R.T.</i>	Pag.15
<i>Commessa:025/2018</i>	<i>File:doc_eco_2019</i>	<i>Data:04.03.2019</i>	<i>Revisione:0372019</i>

ALLEGATO A 3

REDDIRE ABILITAZZO
DEPARTAMENTO OPERE PUBBLICHE
UFFICIO DEL TERRITORIO E
POLITICHE AMBIENTALI
Servizio CO.M.B. E Arque Marine

ELENCO DELLE ACQUE DI
BALNEAZIONE E LORO
CLASSIFICAZIONE DAL
2010 AL 2015

Classificazione ai sensi dell'art. 4 e
Allegato II del Decreto Legislativo
16 maggio 2003 n. 116

LEGENDA CLASSE DI QUALITÀ:

- 1 - ECCELLENTE
- 2 - BUONA
- 3 - SUFFICIENTE
- 4 - scarsa

M. G.

UFFICIO DEL SERVIZIO
Carlo VESCOVI
Carlo VESCOVI

ALLEGATO come parte integrante alla deliberazione n. 148 del 10 MAR 2016
IL SEGRETARIO DELLA GIUNTA
Carlo VESCOVI
Carlo VESCOVI

ID_AQUA	DENOMINAZIONE	Provincia	Categoria	Descrizione e Piano di protezione	2010	2011	2012	2013	2014	2015
					Classe	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe
IT013001043001	Taranto	Mantovano	25 m sud riale Portofino							
IT013001043002	Taranto	Mantovano	Zona ord. Lungo Mare 200/40							
IT013001043003	Taranto	Mantovano	Zona ord. Scoglio Olio VECO							
IT013001043004	Taranto	Mantovano	300 m Sud Scalo "Sant'Agostino"							
IT013001043005	Taranto	Mantovano	Mito Rossa							
IT013001043006	Taranto	Mantovano	Zona ord. Lungo Mare Italia 6							
IT013001043007	Taranto	Mantovano	200 m Sud Scalo Sarno Marina							
IT013001043008	Taranto	Alta Adriatica	200 m Sud Scalo Sarno Marina							
IT013001043009	Locarno	Alta Adriatica	Zona ord. Via S. Barbara							
IT013001043010	Taranto	Alta Adriatica	Zona ord. Via Andò							
IT013001043011	Taranto	Alta Adriatica	Zona ord. Villa Giulia							
IT013001043012	Taranto	Taranto	Zona ord. Via Leonardo da Vinci							
IT013001043013	Taranto	Taranto	Zona ord. Via Cadolini							
IT013001043014	Taranto	Taranto	14 Canale							
IT013001043015	Taranto	Taranto	Zona ord. Lungo Mare Sirena							
IT013001043016	Taranto	Taranto	200 m Nord Scalo Sarno Galinella							
IT013001043017	Taranto	Gallipoli	200 m Sud Scalo Sarno Galinella							
IT013001043018	Taranto	Gallipoli	Lungo Mare Zona 01 - Sud Via Ancone							
IT013001043019	Taranto	Gallipoli	Zona ord. Lungo Mare Spedale 00							
IT013001043020	Taranto	Gallipoli	200 m Nord Scalo Sarno Torfido							
IT013001043021	Taranto	Ravenna A.	300 m Sud Scalo Sarno Torfido							
IT013001043022	Taranto	Ravenna A.	Zona ord. Via del Mare							
IT013001043023	Taranto	Ravenna A.	in corrispondenza con 426, 106 Sicilia							
IT013001043024	Taranto	Ravenna A.	50 m Nord Scalo Sarno Torfido							
IT013001043025	Taranto	Ravenna A.	500 m Nord Argente Via L'Agata							
IT013001043026	Taranto	Ravenna A.	Zona ord. Via L'Agata							
IT013001043027	Taranto	Ravenna A.	Zona ord. Piazza Pellegrini							
IT013001043028	Taranto	Ravenna A.	Zona ord. Via Cleonide							
IT013001043029	Taranto	Ravenna A.	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043030	Taranto	Pinolo	400 m Sud Scalo Sarno Marina							
IT013001043031	Taranto	Pinolo	in corrispondenza con 426, 106 Sicilia							
IT013001043032	Taranto	Pinolo	in corrispondenza con 426, 106 Sicilia							
IT013001043033	Taranto	Pinolo	Zona ord. Via Lepore							
IT013001043034	Taranto	Pinolo	Zona ord. Fosso Sordani Sordani							
IT013001043035	Taranto	Pinolo	400 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043036	Taranto	Pinolo	Zona ord. Torre Canosa							
IT013001043037	Taranto	Silvi	Zona ord. Torretta Canosa							
IT013001043038	Taranto	Silvi	Zona ord. Scalo Sarno Scalo							
IT013001043039	Taranto	Silvi	200 m Sud Scalo Sarno Scalo							
IT013001043040	Taranto	Silvi	Zona ord. Piazza del Fio							
IT013001043041	Taranto	Silvi	Zona ord. Viale Giulio Cesare Colombo 1							
IT013001043042	Taranto	Silvi	Zona ord. Madonna Ghisella							
IT013001043043	Taranto	Silvi	50 m Sud Scalo Sarno Marina							
IT013001043044	Taranto	Silvi	70 m Sud Scalo Sarno Marina							
IT013001043045	Taranto	Silvi	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043046	Pescara	Montebelluna	300 m Sud Scalo Sarno Marina							
IT013001043047	Pescara	Montebelluna	Zona ord. Via Leopardi							
IT013001043048	Pescara	Montebelluna	Zona ord. Via Leopardi							
IT013001043049	Pescara	Montebelluna	Zona ord. Fosso Sordani Sordani							
IT013001043050	Pescara	Pescara	Zona ord. Riserva Villa Mirana Nord							
IT013001043051	Pescara	Pescara	Zona ord. Via Cavour							
IT013001043052	Pescara	Pescara	Zona ord. Via Nazario							
IT013001043053	Pescara	Pescara	Zona ord. Via Indiana							
IT013001043054	Pescara	Pescara	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043055	Pescara	Pescara	Zona ord. Teolo D'Alessandro							
IT013001043056	Pescara	Pescara	Zona ord. Fosso Volfrango							
IT013001043057	Pescara	Pescara	500 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043058	Ortelle	Fano	300 m Sud Scalo Sarno Marina							
IT013001043059	Ortelle	Fano	Zona ord. Fosso Sordani Sordani							
IT013001043060	Ortelle	Fano	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043061	Ortelle	Fano	300 m Sud Scalo Sarno Marina							
IT013001043062	Ortelle	Fano	in corrispondenza con 426, 106 Sicilia							
IT013001043063	Ortelle	Fano	Via P. D. Tori - Argento Via Galvani							
IT013001043064	Ortelle	Fano	Zona ord. Fosso Sordani Sordani							
IT013001043065	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043066	Ortelle	Ortelle	300 m Sud Scalo Sarno Marina							
IT013001043067	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043068	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043069	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043070	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043071	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043072	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043073	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043074	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043075	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043076	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043077	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043078	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043079	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043080	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043081	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043082	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043083	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043084	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043085	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043086	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043087	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043088	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043089	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043090	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043091	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043092	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043093	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043094	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043095	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043096	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043097	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043098	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043099	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043100	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043101	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043102	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043103	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043104	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043105	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043106	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043107	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043108	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043109	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043110	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043111	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043112	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043113	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043114	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043115	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043116	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043117	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043118	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043119	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043120	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043121	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043122	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043123	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina							
IT013001043124	Ortelle	Ortelle	300 m Nord Scalo Sarno Marina			</				

3.1 Caratteristiche chimico-fisiche colonna d'acqua

L'area indagata è ubicata nel Mare Adriatico Centrale, compreso tra il Promontorio del Conero e altopiano del Gargano, in una zona di piattaforma continentale con profondità che non superano i 200metri. La circolazione generale delle acque superficiali in Adriatico è generata dalla risalite delle acque più fredde del Mar Ionio "EAC" lungo il versante orientale, mentre le "WAC" fluiscono lungo il nostro versante occidentale (fig.16); l'intensità di queste correnti è soggetta a lievi cambiamenti stagionali e metereologici. Nella figura successiva (fig.17) è rappresentata una immagine satellitare della costa medio-adriatica, in particolare del tratto abruzzese; si noti come proprio la presenza della WAC influenzi il trasporto dei sedimenti fluviali visibili sotto forma di striscie orientate in direzione NW-SE di colore azzurro chiaro a causa della presenza delle sabbie e dei limi.

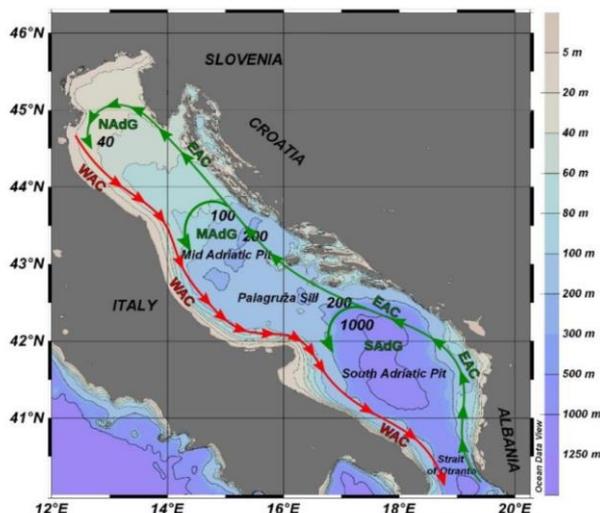


Fig.16– Carta della circolazione generale del Mare Adriatico



Fig.17 – Corrente lungo costa WAC nel tratto costiero abruzzese

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.17
Commissa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

Ad esempio nel periodo estivo (fig.18), quando maggiore è la differenza di temperatura tra l'aria atmosferica e il mare si hanno correnti cicloniche più intense, rispetto a quelle registrabili invece nel periodo autunnale, quando temperatura atmosferica e temperatura marina superficiale sono quasi equivalenti.

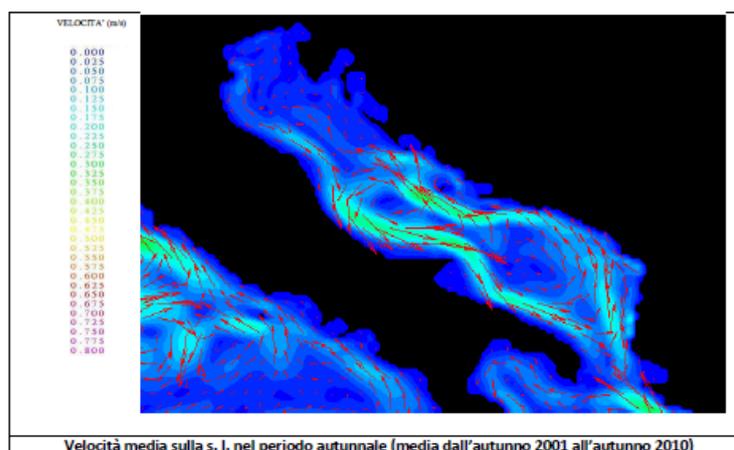
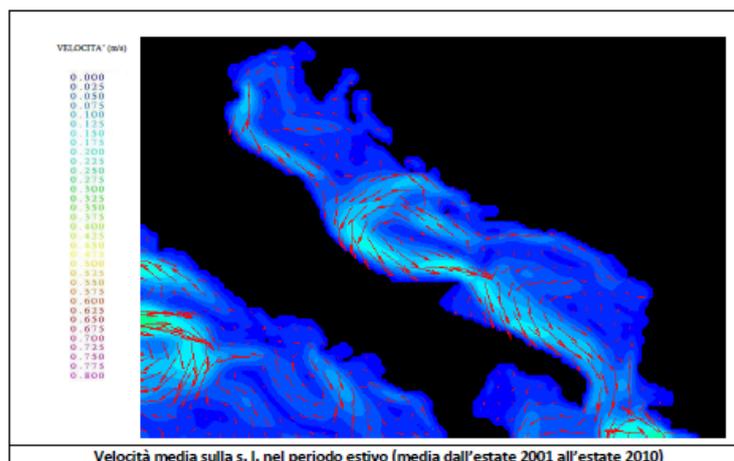


Fig.18 – Intensità delle correnti lungo costa WAC/EAC Mare Adriatico

Ricordiamo che in questa campagna di monitoraggio sono stati acquisiti dati lungo la colonna d'acqua riferiti ai seguenti parametri chimico-fisici:

- Temperatura;
- Salinità;
- Ossigeno disciolto;
- pH;
- Torbidità;
- Clorofilla "a".

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.18
Commessa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

Temperatura

Il parametro fisico della temperatura nel Mar Adriatico presenta marcate fluttuazioni stagionali (fig.19), con temperature massime che si registrano nel mese di Luglio con circa 29°C, e minime nel mese di Febbraio intorno ai 9,5°C.

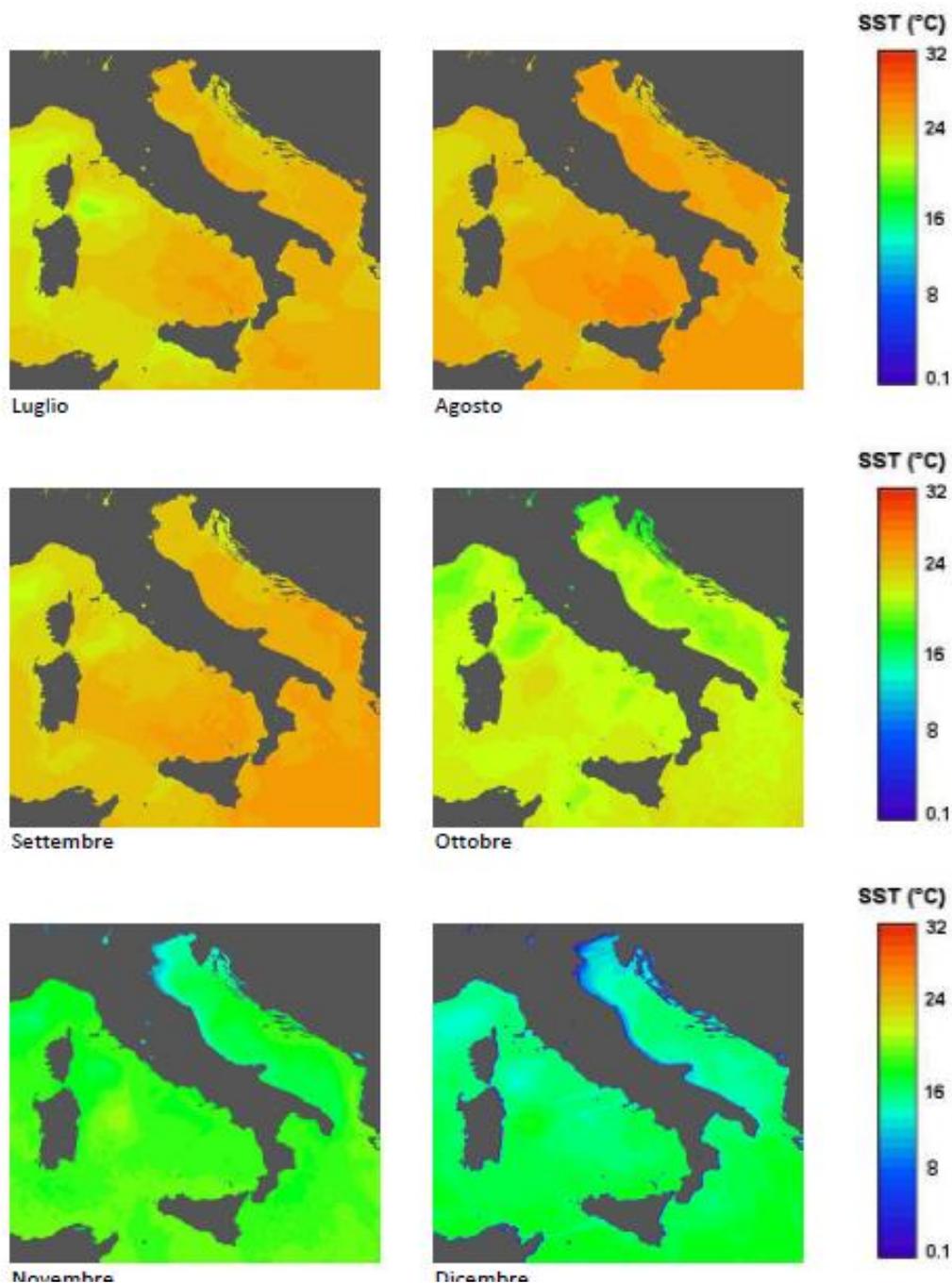


Fig.19 - Temperature medie delle acque superficiali (luglio-dicembre)

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.19
Commessa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

Nella figura successiva, (fig.20) sono rappresentate le variazioni del parametro della temperatura registrate nel corso del 2016 nelle stazioni di monitoraggio della Regione Abruzzo e registrate da ARTA.

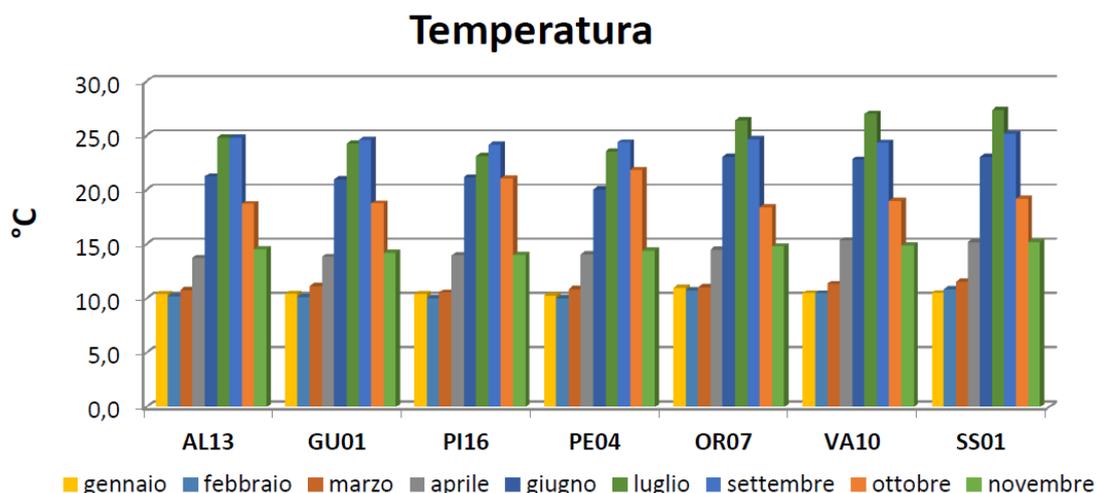


Fig.20 – Andamento delle temperatura stazioni di monitoraggio costiere della Regione Abruzzo(2016)

Nella giornata del 22 Novembre, il parametro della temperatura registrato sulle 5 stazioni di monitoraggio sono risultate con valori minini intorno ai 13,5°C., e massimi di 14,78°C.

Il grafico successivo mostra proprio l’andamento della temperatura registrati nella giornata di monitoraggio del 22 novembre 2018.

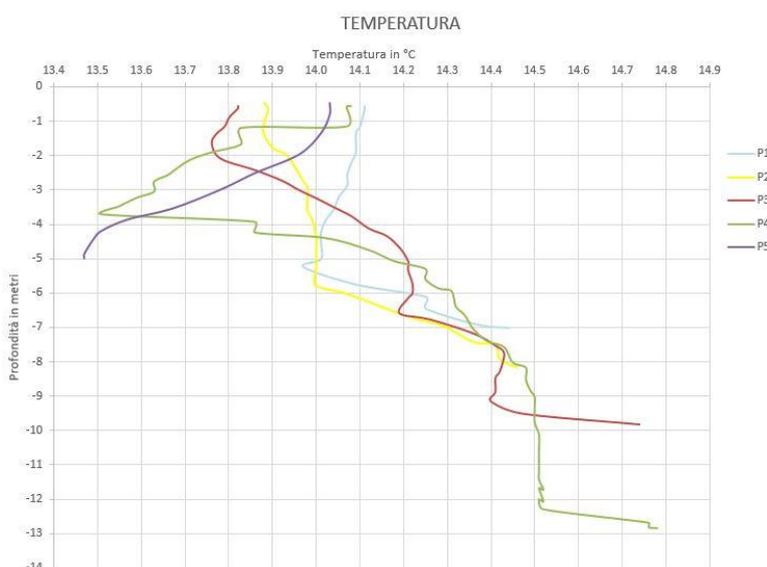


Fig. 21 – Profili verticali con valori di temperatura/profondità delle 5 stazioni di monitoraggio

SALINITA (PSU)

Il parametro della salinità, dipende fortemente dagli apporti di acque dolci fluviali, evaporazione, e dall'ingresso di correnti di fondo di acque più salate in risalita del Mar Ionio.

Le oscillazioni stagionali di salinità, originano valori più elevati nel periodo primaverile, mentre concentrazioni tendenzialmente più basse nel periodo autunno-inverno(fig.22).

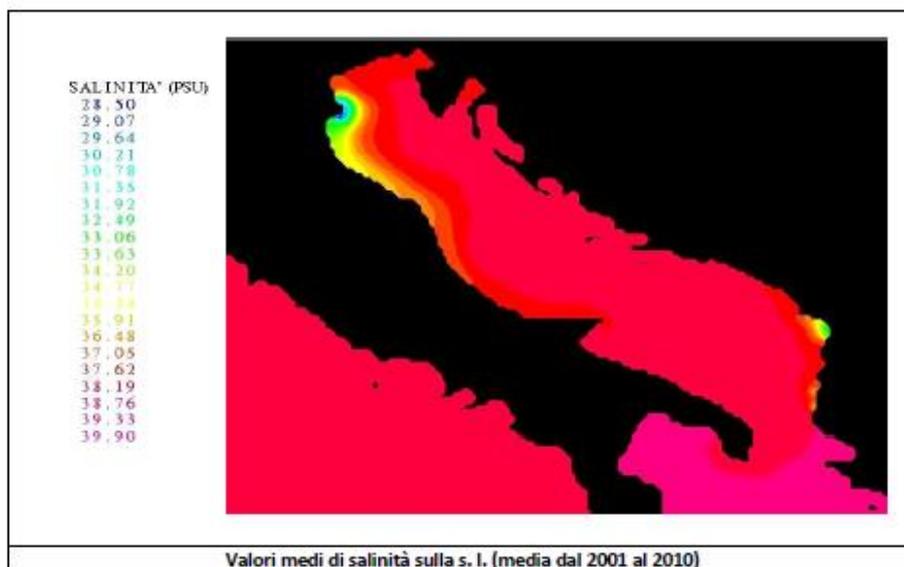


Fig. 22 – Rappresentazione della salinità media acque superficiali del Mar Adriatico

Nella figura successiva sono rappresentate le variazioni del parametro della salinità registrate nel corso del 2016 nelle stazioni di monitoraggio della Regione Abruzzo e registrate da ARTA.

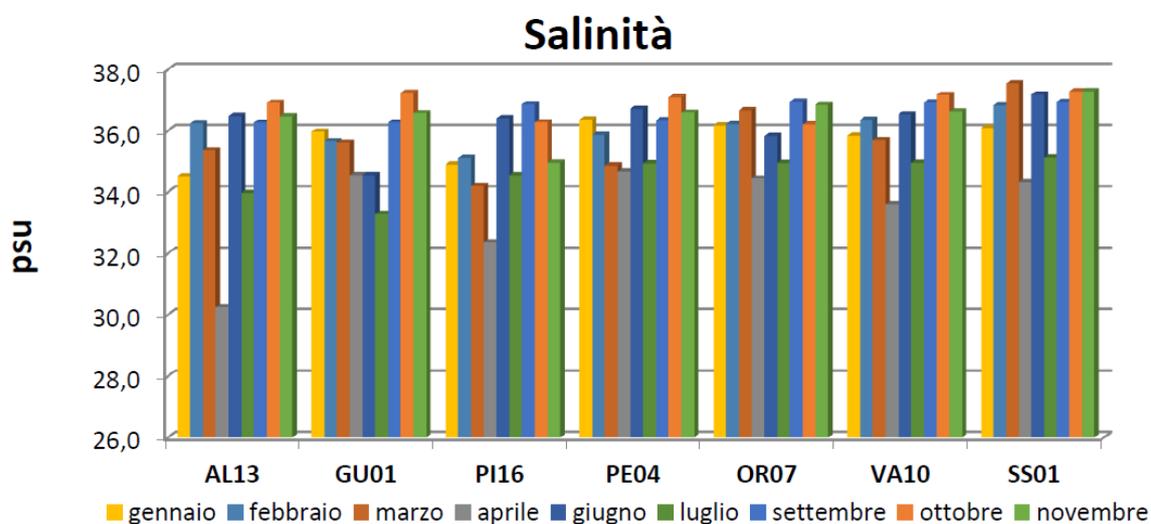


Fig. 23 – Salinità acque superficiali delle stazioni di monitoraggio costiero della Regione Abruzzo(2016)

Nella giornata del 22 novembre i valori di salinità lungo la colonna d'acqua, nelle 5 stazioni monitorate sono graficamente rappresentati nella figura seguente(fig.24).



Fig.24 - Andamento della salinità nelle 5 stazioni di monitoraggio

I valori minimi di salinità sono stati misurati nella stazione di controllo P5(bianco) , probabilmente dovuta da abbondanti apporti di acque dolci terrestri; mentre tutte le altre stazioni (P1-P2-P3-P4) abbiamo il classico andamento sinusoidale con valori minimi in superficie e massimi sul fondo.

In P4 si sono registrati range di valori compresi tra 32,29(superficie P5) e 36,95(fondo-P4) con un evidente sbalzo di valori ad una profondità di circa -3,1 metri dalla superficie (stratificazione delle acque dolci).

CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA (pH)

La scala del pH va da 0 a 14; dove il valore "0" è il massimo dell'acidità e "14" quello dell'alcalinità; il valore 7 è il pH neutro. Il pH del mare è sempre leggermente basico con valore medio in generale di 7,8; diventa più basico in ambienti ricchi di fitoplancton che assorbendo la CO2 prodotta con la fotosintesi, sottrae acido carbonico all'acqua, mentre al di sotto del livello della luce solare, il pH diventa più acido a causa della CO2 prodotta dagli animali marini; inoltre la pressione che aumenta

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.22
Commissa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

con la profondità scioglie l'acido carbonico facendo ridurre il pH.

Station	Minimum	1st Q	Mean	Median 2nd Q	3rd Q	Maximum	Standard deviation
Ligurian Sea (Imperia)	8.0	8.2	8.276	8.3	8.4	8.7	0.125
Western Mediterranean Sea (Porto Torres)	8.0	8.1	8.192	8.2	8.6	8.5	0.080
Tyrrhenian Sea (Carloforte, Palinuro)	7.7	8.2	8.289	8.3	8.4	9.0	0.197
Central Mediteranean Sea (Lampedusa)	7.9	8.2	8.286	8.3	8.6	8.6	0.104
Ionian Sea (Messina)	7.5	8.1	8.266	8.2	8.5	8.7	0.233
Southern Adriatic Sea (Otranto, Vieste)	8.0	8.3	8.427	8.4	8.5	9.4	0.172
Northern Adriatic Sea (Trieste, Venezia)	8.0	8.3	8.476	8.5	8.6	9.5	0.244

Fig.25 – Valori di pH tipici nelle diverse regioni del Mar Mediterraneo

Dalla figura successiva si evincono i valori tipici di pH annuali rilevati nella diverse stazioni della rete di monitoraggio della regione Abruzzo (ARTA/ 2016). La stazione denominata **VA10**, coincide con la nostra stazione n.5 di controllo. Il valore minimo di pH registrato in questa stazione è stato registrato a giugno (7,95) mentre quello massimo in gennaio con un valore di circa 8,29. I valori di pH sono rilevati solo sulla porzione superficiale dell'acqua(-0,50 metri).

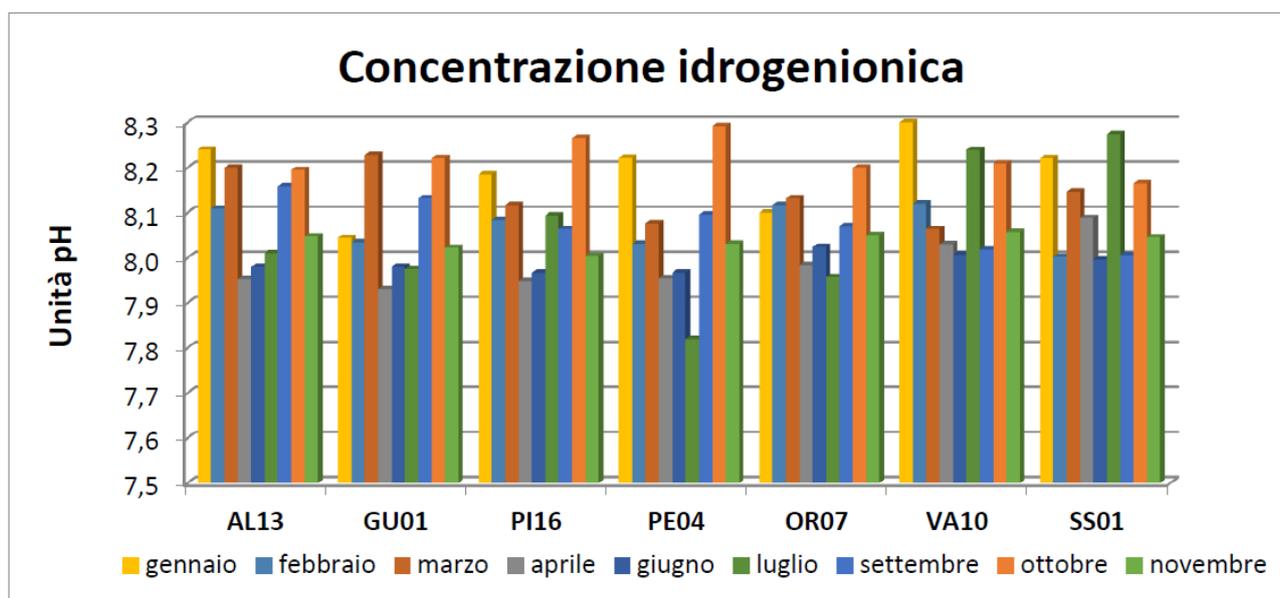


Fig.26 – Valori di pH nelle diverse stazioni di monitoraggio costiere(500m) della rete regionale Abruzzese.

Nella giornata del 22 novembre i valori di pH lungo la colonna d'acqua, nelle 4 stazioni di misura (P1-P2-P3-P4) insieme alla stazione P5 (bianco) sono graficamente rappresentati nella figura seguente (fig.27).

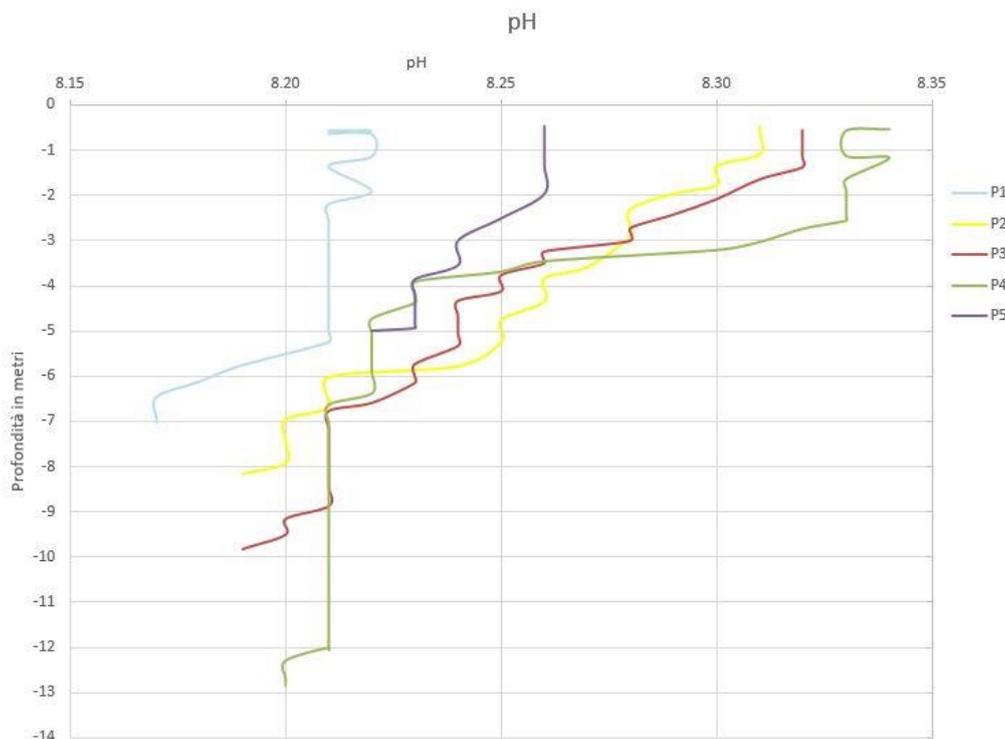


Fig.27.- - Andamento della concentrazione idrogenionica (pH) nelle 5 stazioni di monitoraggio

I valori minimi (8,17-8,20) si registrano su tutte le 5 stazioni correttamente sul fondo, mentre quelli massimi sulla superficie con 8,21 nella stazione P1, e 8,33 nella stazione P4.

OSSIGENO DISCIOLTO (%)

L'andamento dei valori di ossigeno disciolto è un altro indice importante dello stato delle acque marine. Viene influenzato sia dai mutamenti fisici-climatologici (pressione atmosferica, temperatura, salinità) con rimescolamento lungo la colonna d'acqua, sia da fattori biologici come i blooms algali; infatti le condizioni di eutrofizzazione sono soggette a notevoli fluttuazioni, sia in superficie che sul fondo, che in coincidenza di fioriture algali si rileva, soprattutto in superficie, un consistente incremento di ossigeno disciolto per effetto della sintesi clorofilliana; mentre nelle acque di fondo,

quando a seguito della sedimentazione delle alghe si innescano processi di mineralizzazione, si registra un rapido consumo dell'ossigeno disciolto che conduce, in molti casi, all'anossia.

Nella figura 28 si evidenziano i valori annuali (% di saturazione) delle diverse stazioni di monitoraggio della rete abruzzese e rilevata da ARTA nel corso dell'anno 2016.

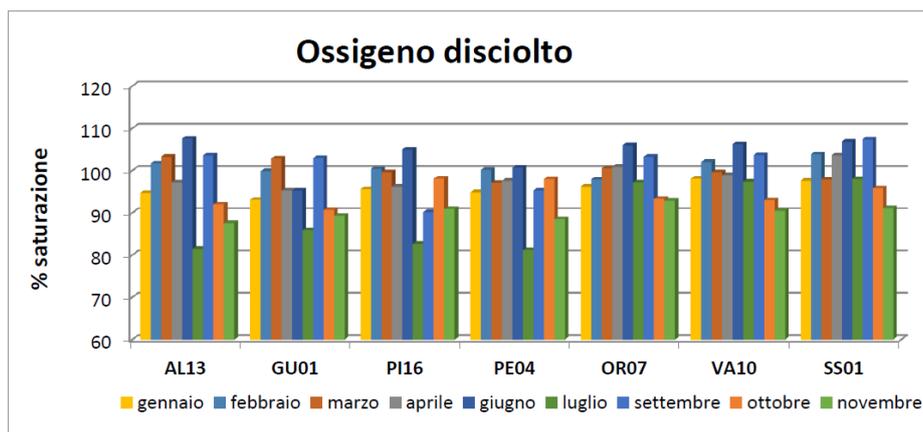


Fig.28 –Valori medi annuali superficiali nelle stazioni di monitoraggio Regione Abruzzo anno 2016

In linea generale il trend dei valori registrano tenori più elevati nel periodo invernali (febbraio-marzo) e più bassi nei periodi estivi(luglio), generalmente in concomitanza dell'aumento della biomassa algale in colonna d'acqua. I valori di ossigeno disciolto misurati nella giornata del 22 Novembre nelle 5 stazioni di monitoraggio sono rappresentati graficamente nella figura 29.

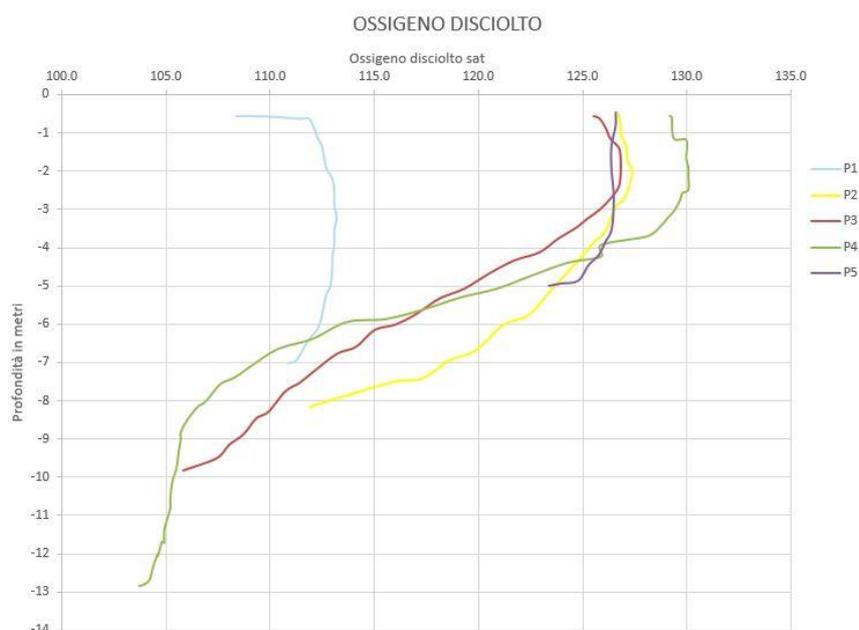


Fig.29 – Valori del parametro di ossigeno disciolto (%saturazione) nelle 5 stazioni di monitoraggio

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.25
Commessa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

I valori massimi si sono stati registrati nella parte superficiale della colonna d'acqua (108%-129%), mentre quelli minimi sul fondo (104% su P4 e 123% suP5).

CLOROFILLA "a"

La clorofilla è un pigmento verde contenuto nei vegetali nei quali presiede ai processi della fotosintesi determinando la trasformazione dell'energia luminosa in energia chimica.

Nelle speciali strutture in cui si trova in natura (cloroplasti), la clorofilla non è libera, ma legata a lipoproteine e ad acidi nucleici in complessi (cloroplastine) che contengono anche caroteni e xantofille.

Essa è di 3 tipi, "a", "b" e "c". Il valore della clorofilla "a" rappresenta un valido indice della concentrazione della biomassa algale e permette di definire il livello trofico di un corpo idrico, prevedendo quindi eventuali condizioni anossiche del fondale.

La clorofilla e quindi lo sviluppo di fitoplancton dipende dalla disponibilità di nutrienti; però occorrono anche condizioni di contorno favorevoli (mare calmo, luce, ecc.) al fine di tradurre i nutrienti in biomassa micro-algale.

Come per gli altri parametri trofici, in rapporto alla idrodinamica generale costiera, la distribuzione di biomassa segue di norma il modello "Adriatico", in diminuzione da costa verso il largo, da nord verso sud e dalla superficie verso il fondo.

Il livello di concentrazione di questo fitopigmento fornisce una chiara indicazione dello stato trofico e di produttività delle acque costiere. Nel periodo invernale a seguito di cospicui apporti di nutrienti, si sviluppano fioriture intense di diatomee con valori di clorofilla "a" compresi tra 10 e 20µg/l.

Nel periodo estivo gran parte dei valori di clorofilla "a" sono inferiori a 1µg/l, attestante una condizione di bassa produttività. Lo strato interessato dalle fioriture riguarda generalmente i primi 3-4 metri dalla superficie; si può altresì notare che elevati indici di biomassa fitoplanctonica si hanno anche a livello del termoclino, più frequentemente nello strato sovrastante della colonna d'acqua fino a 0,5 m dalla superficie.

Nella figura successiva sono rappresentati i valori tipici della clorofilla "a" registrati nelle stazioni di monitoraggio della rete abruzzese nell'anno 2016(ARTA).

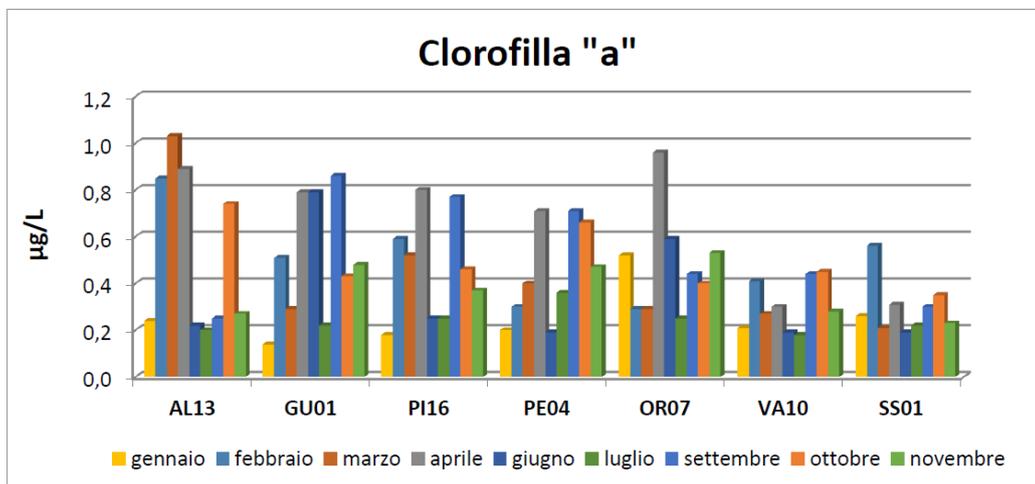


Fig.30 – Valori del parametro Clorofilla "a" nelle stazioni di monitoraggio della rete regionale abruzzese

I valori di clorofilla "a" registrati nella giornata del 22 novembre sono rappresentati dal grafico di seguito rappresentato, con concentrazioni piuttosto alte probabilmente associate ad elevati indici di masse fitoplantoniche.

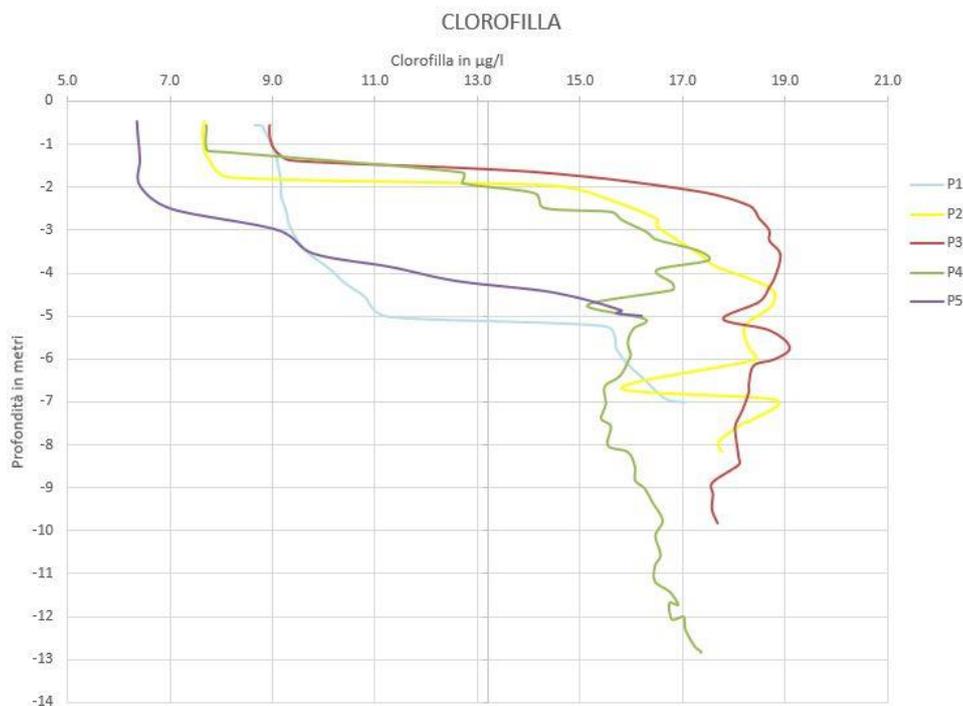


Fig.31 – Valori del parametro di ossigeno disciolto (%saturazione) nelle 5 stazioni di monitoraggio

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.27
Commissa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

Trasparenza e Torbidità

L'intensità luminosa decresce in maniera esponenziale con l'aumentare della profondità in un mezzo otticamente puro; ma l'acqua marina non lo è, infatti, sostanze in soluzione, particelle in sospensione e gli organismi marini arrestano la luce e la diffondono in tutte le direzioni, modificandone la composizione spettrale. Sono questi i fattori che determinano la torbidità, fenomeno che assume i valori massimi nelle acque costiere. Gli strati d'acqua si comportano dunque come filtri selettivi.

Nell'area da noi esaminata la trasparenza diminuisce man mano che ci si avvicina alla costa ed è in rapporto alla portata dei fiumi; inoltre, anche le fioriture algali condizionano ovviamente la limpidezza delle acque. Il valore di trasparenza è in questo caso inversamente proporzionale alla quantità di clorofilla presente.

Nel grafico successivo è mostrato la variazione annuale della trasparenza nelle stazioni di monitoraggio costiero della Regione Abruzzo registrate nell'anno 2016.

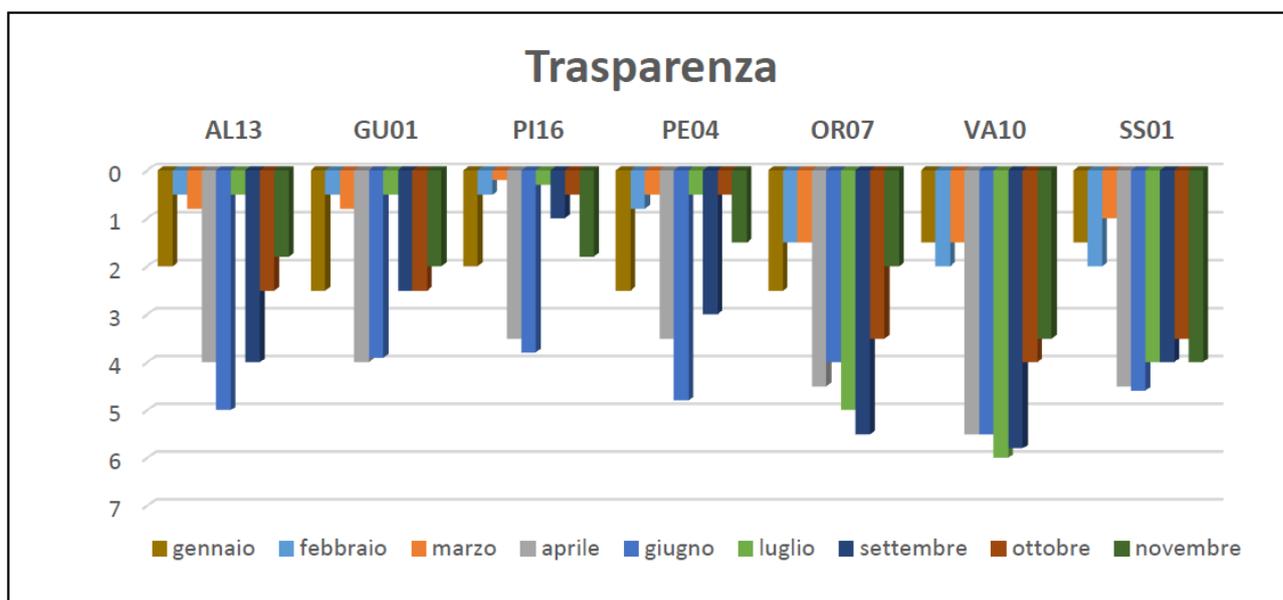


Fig.32 – Valori della Trasparenza nelle stazioni di monitoraggio della rete regionale abruzzese(2016)

Mentre la misura dei valori di torbidità (NTU) registrati nella giornata di monitoraggio del 22 novembre sono mostrate nella figura successiva (fig.34). Nella porzione superficiale si sono registrati valori più bassi compresi tra 3,3 e 4,4 NTU, mentre sul fondo valori massimi compresi tra 4,5 e 5,7 NTU.

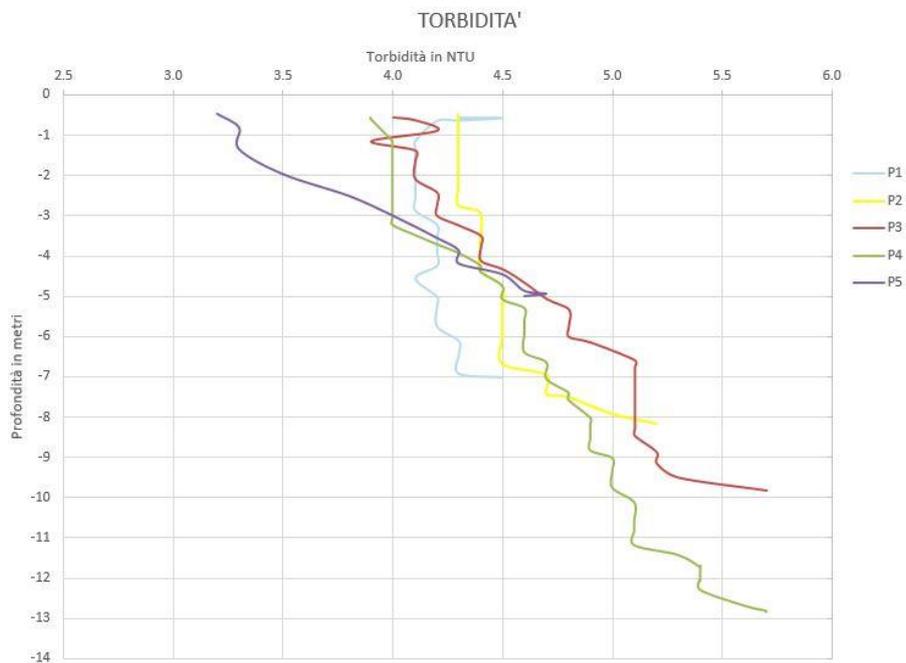


Fig.34 – Valori del parametro di Torbidità nelle 5 stazioni di monitoraggio

CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

NUTRIENTI(azoto-fosforo-silicati-fosfati)

Il carico di nutrienti che raggiunge la fascia costiera, rappresenta l'elemento fondamentale che determina il livello di intensità e la distribuzione della biomassa micro algale.

Il nitrato, che in ambiente marino costituisce la componente di gran lunga principale della frazione dell'azoto inorganico disciolto (N-NO₃, N-NO₂, N-NH₃), gioca in ogni caso un ruolo importantissimo nei processi di eutrofizzazione.

Il nitrato nelle acque costiere ha una scarsa correlazione con la biomassa espressa dall'indicatore clorofilla "a" in quanto i tempi di risposta della crescita della componente fitoplanctonica sono molto variabili, presenta invece una forte correlazione con le portate fluviali.

La distribuzione spazio-temporale del nitrato nelle acque superficiali marine è estremamente variabile ed è in diretta relazione oltre che alla quantità di acque dolci sversate, alle condizioni meteo-marine ed alla circolazione costiera; infatti la stabilità delle condizioni meteo-marine, tipo l'assenza di moto ondoso, sono fattori che predispongono e favoriscono l'utilizzo del nitrato da parte del fitoplancton per la crescita e lo sviluppo che, una volta innescato, viene controllato essenzialmente dalla quantità di nutriente disponibile. Per contro il mare mosso, l'instabilità della colonna d'acqua e la circolazione attiva e sostenuta, sono fattori che provocano la dispersione della concentrazione di questo parametro.

Da un punto di vista temporale il nitrato mostra valori elevati nel periodo invernale-primaverile e bassi nel periodo estivo. Nel periodo invernale-primaverile, nonostante la maggiore frequenza di mareggiate, i fiumi alimentano e mantengono elevata la concentrazione dell'N-NO₃ particolarmente nello strato superficiale, mentre nel periodo estivo, oltre alla riduzione dell'apporto dei fiumi, gran parte del nitrato viene organicato dal plancton e trasferito, come sostanza organica, negli strati prossimi al fondale.

La conseguente mineralizzazione del nitrato disciolto produce un incremento nella concentrazione di questo parametro sul fondo.

Il nitrato inoltre è il fattore che regola il rapporto azoto-fosforo (N/P) che a sua volta definisce il nutriente limitante alla crescita micro algale. Tale rapporto tende a ridursi nel periodo estivo.

Lungo la fascia costiera nel periodo estivo-autunnale, di frequente, si sviluppano condizioni anossiche delle acque di fondo che interessano estensioni areali per centinaia di kmq. Una volta consumato tutto l'ossigeno disciolto, il processo anossico procede con l'utilizzo dell'ossigeno del nitrato che porta alla produzione di ammoniaca(NH₃). Si determinano quindi condizioni critiche per l'ecosistema in quanto l'ammoniaca è tossica a certe concentrazioni, per gli organismi bentonici.

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.30
Commissa:025/2018	File:doc_eco_2019	Data:04.03.2019	Revisione:0372019

Di seguito nella tabella V vengono riepilogati i risultati analitici (ARTA) dei principali nutrienti contenuti nelle acque superficiali campionate nella giornata del 22 novembre.

Il dettaglio delle analisi sono allegati alla presente relazione (allegato 2) “RDP analisi sedimenti e acque”.

Stazione (Area)	Azoto Ammoniacale $\mu\text{g/L}$	Azoto Nitroso $\mu\text{g/L}$	Azoto Nitrico $\mu\text{g/L}$	Azoto Totale $\mu\text{g/L}$	Fosforo Totale $\mu\text{g/L}$	Silicati $\mu\text{g/L}$	Fosfati $\mu\text{g/L}$
P1	21.7	19.3	220.4	416.1	22.9	124.4	324.4
P2	27.2	18.7	255.5	518.3	29.5	463.0	10.1
P3	14.6	17.3	213.4	478.8	31.0	344.8	9.7
P4	21.8	22.3	244.5	525.1	33.3	445.9	12.5
P5	20.6	23.1	258.4	529.6	31.3	462.1	18.0

TAB.V – Valori delle concentrazioni dei nutrienti (22.11.2019)

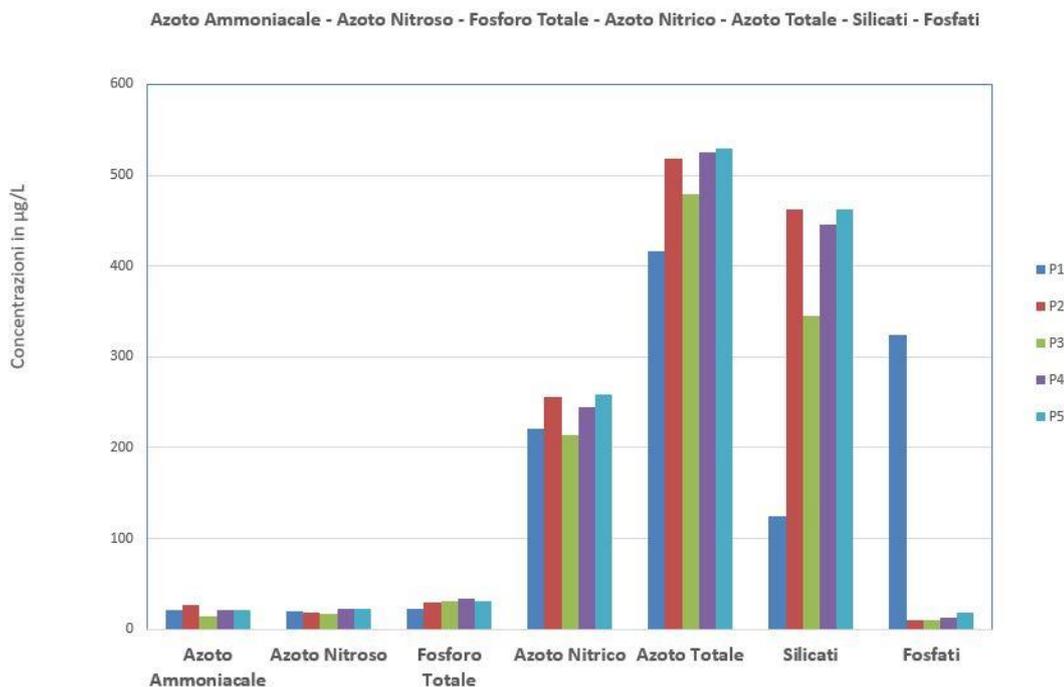


Fig.34– Valori dei nutrienti nelle 5 stazioni di monitoraggio

I valori dell’Azoto ammoniacale hanno registrato concentrazioni basse con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P3 di 14,6 $\mu\text{g/L}$, e massimo nella stazione P2 di 27,2 $\mu\text{g/L}$.

Nella figura sottostante, a titolo esemplificativo, viene mostrato l'andamento stagionale anno 2016 di questo parametro nelle diverse stazioni di monitoraggio della Regione Abruzzo.

La nostra stazione P5 coincide (ubicazione) con la stazione denominata VA10 (vasto).

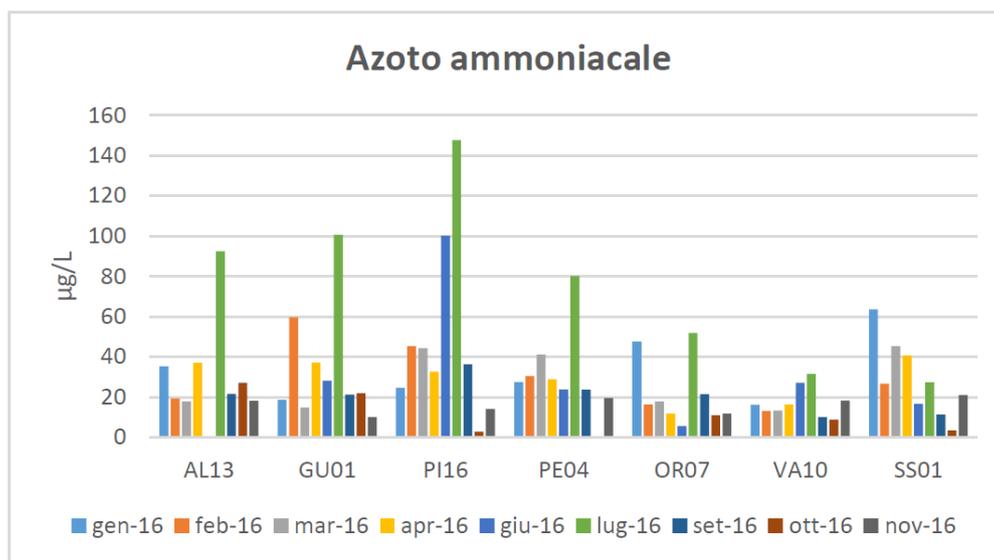


Fig.35 – Andamento stagionale dell’Azoto ammoniacale rete di monitoraggio Regione Abruzzo(2016)

I valori dell’Azoto nitrico hanno registrato concentrazioni piuttosto alte ma con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P3 di 213,4 µg/L, e massimo nella stazione P5 di 258,4 µg/L. Nella figura sottostante, a titolo esemplificativo, viene mostrato l’andamento stagionale anno 2015 di questo parametro nelle diverse stazioni di monitoraggio della Regione Abruzzo.

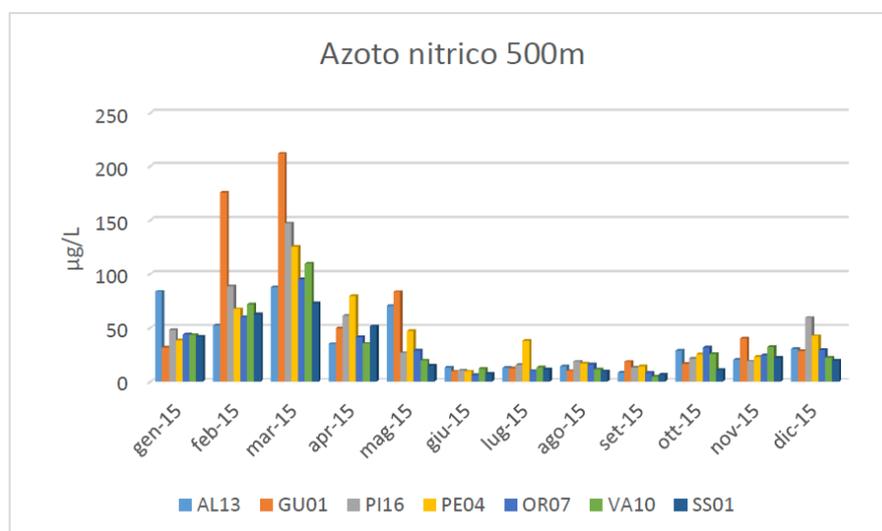


Fig.36 – Andamento stagionale dell’Azoto nitrico rete di monitoraggio Regione Abruzzo(2015)

I valori dell’Azoto nitroso hanno registrato concentrazioni sempre piuttosto basse, con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P3 di 17,3 µg/L e massimo nella stazione P5 di 23,1 µg/L. Nella figura sottostante, a titolo esemplificativo, viene mostrato l’andamento stagionale di questo parametro nelle diverse stazioni di monitoraggio della Regione Abruzzo.

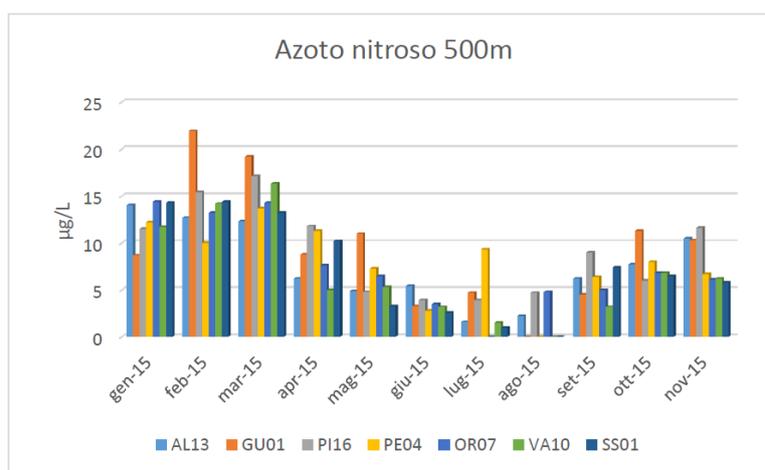


Fig.37 – Andamento stagionale dell’Azoto nitroso rete di monitoraggio Regione Abruzzo(2015)

I valori dell’Azoto totale hanno registrato concentrazioni sempre basse con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P1 di 416,1 µg/L, e massimo nella stazione P5 di 529,6 µg/L. Nella figura sottostante, a titolo esemplificativo, viene mostrato l’andamento stagionale di questo parametro nelle diverse stazioni di monitoraggio(500metri) della Regione Abruzzo.

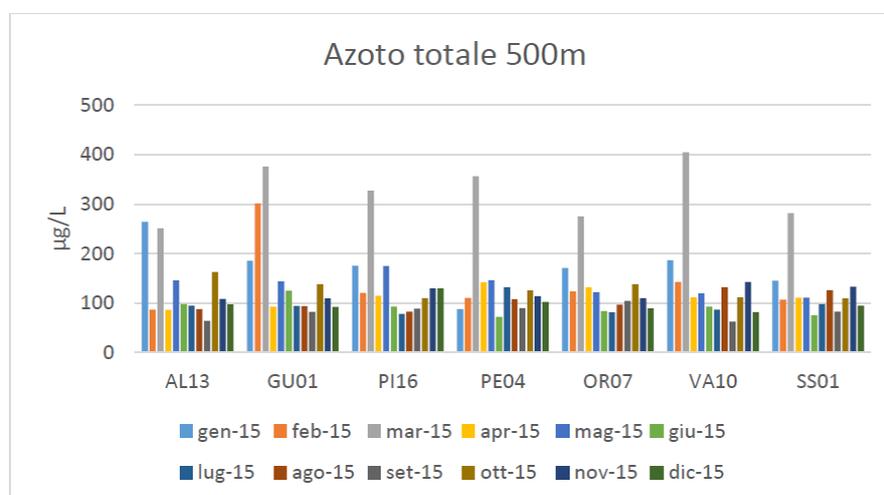


Fig.38– Andamento stagionale dell’Azoto totale rete di monitoraggio Regione Abruzzo(2015)

In superficie le concentrazioni del fosforo totale hanno registrato concentrazioni piuttosto basse con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P1 di 22,9 µg/L, e massimo nella stazione P4 di 33,3 µg/L. Nella figura sottostante, a titolo esemplificativo, viene mostrato l'andamento stagionale di questo parametro nelle diverse stazioni di monitoraggio costiero della Regione Abruzzo.

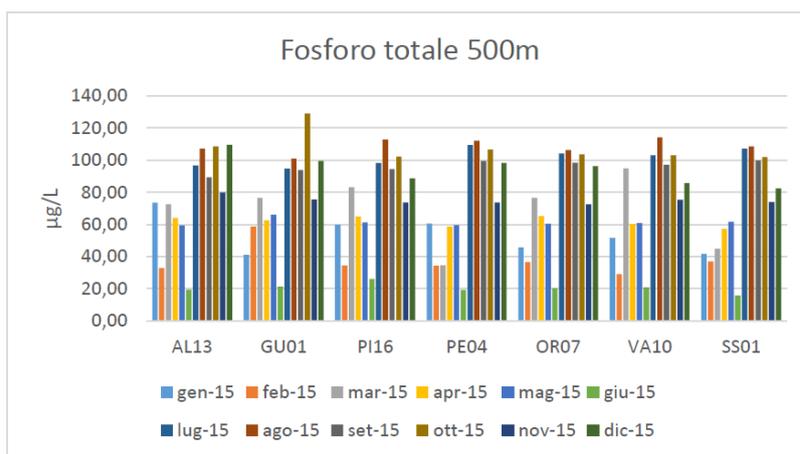


Fig.39 – Andamento stagionale del Fosforo totale nella rete di monitoraggio Regione Abruzzo (2015)

In superficie le concentrazioni dei silicati hanno registrato concentrazioni con variazioni medio-alte nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P1 di 124,4 µg/L, e massimo nella stazione P2 di 463,0 µg/L. Nella figura sottostante, a titolo esemplificativo, viene mostrato l'andamento stagionale di questo parametro nelle diverse stazioni di monitoraggio della regione Abruzzo nell'anno 2015.

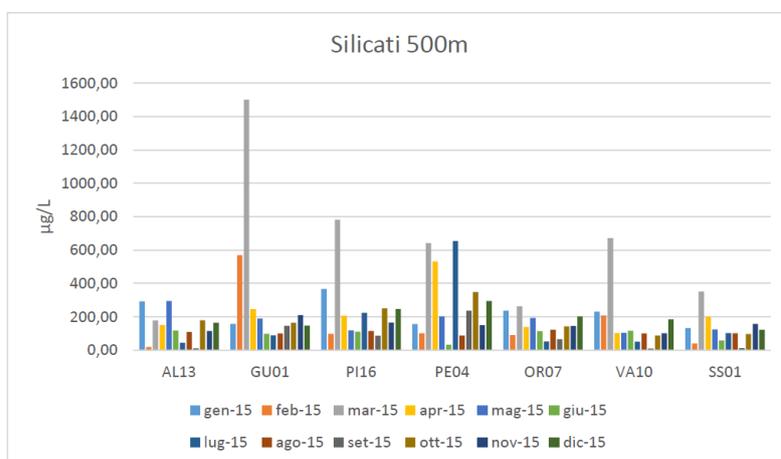


Fig.40– Andamento stagionale dei Silicati nella rete di monitoraggio Regione Abruzzo anno 2015

Infine, le concentrazioni dei fosfati hanno registrato concentrazioni con variazioni alte tra la stazione P1 e le altre 4 stazioni monitorate, con valore massimo proprio nella stazione P1 di 324,4 µg/L, e minimo nella stazione P3 di 9.7 µg/L.

Nella figura sottostante, a titolo esemplificativo, viene mostrato l'andamento stagionale di questo parametro nelle diverse stazioni di monitoraggio costiero della Regione Abruzzo nell'anno 2016.

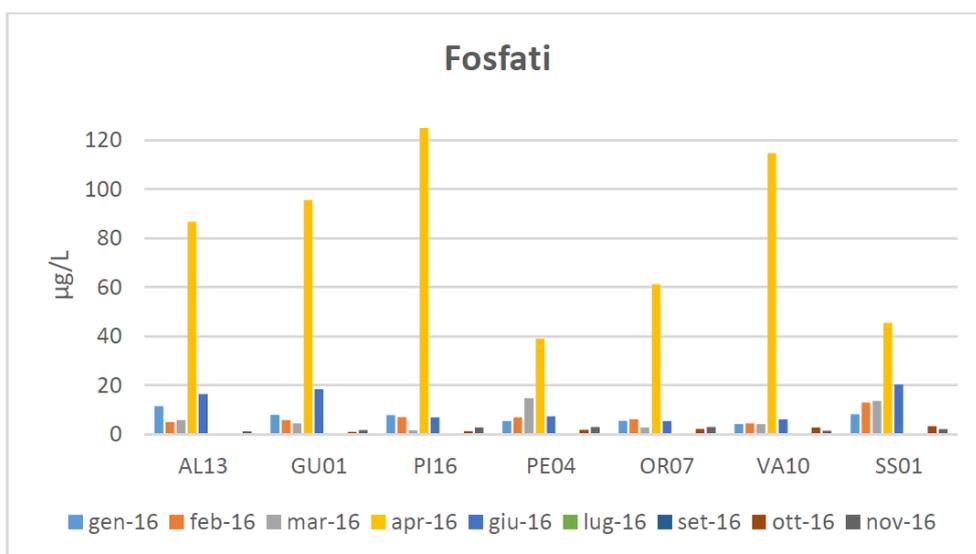


Fig.41 – Andamento stagionale dei Fosfati nella rete di monitoraggio regione Abruzzo anno 2016

Indice Trofico(TRIX)

Quando i fenomeni di eutrofizzazione si sono manifestati agli inizi degli anni ottanta, con maggiore frequenza ed intensità anche nelle acque costiere, è stato necessario quantificare in maniera oggettiva i livelli trofici e le loro manifestazioni e scegliere opportuni indici adatti alle acque marine. Nelle acque costiere non è mai stato in discussione il processo di eutrofizzazione, ma il metodo di come quantificare le sue manifestazioni.

L'introduzione dell'**Indice Trofico (TRIX)** e della relativa scala trofica consente di ottenere un sistema di sintesi dei parametri trofici fondamentali in un insieme di semplici valori numerici che renda le informazioni comparabili su un largo range di condizioni trofiche come queste si presentano lungo tutto il Mediterraneo e nello stesso tempo evitino l'uso soggettivo di denominatori trofici.

Si è voluto quindi sviluppare una scala numerica di indice trofico che dovrebbe quantificare le caratteristiche qualitative dei livelli di trofia delle acque in ogni stazione di prelievo.

Numericamente il valore TRIX può variare da 0 a 10, andando dalla oligotrofia (0); acque scarsamente produttive tipiche del mare aperto, alla ipereutrofia (10); acque fortemente produttive tipiche di aree costiere eutrofizzate. Tuttavia quasi nella totalità dei casi i valori TRIX variano da 2 a 8.

SCALA TROFICA	STATO	CONDIZIONI
2-4	elevato	Acque scarsamente produttive. Livello di trofia basso. Buona trasparenza delle acque. Assenza di anomale colorazioni.
4-5	basso	Acque moderatamente produttive. Livello di trofia medio. Buona trasparenza. Occasionali intorbidimenti e colorazioni.
5-6	mediocre	Acque molto produttive. Livello di trofia elevato. Scarsa trasparenza delle acque. Anomale colorazioni. Ipossie e occasionali anossie sul fondo. Stati di sofferenza sul fondo.
6-8	scadente	Acque fortemente produttive. Livello di trofia molto elevato. Elevata torbidità delle acque. Diffuse e persistenti colorazioni e ipossie/anossie sul fondo. Morie di organismi bentonici. Danni economici turismo, pesca e acquacoltura.

Tab. VI – Scala Trofica

Durante il periodo invernale, come è possibile notare dal grafico costiero (in particolare i mesi di gennaio, febbraio e marzo) l'Indice Trofico si presenta abbastanza omogeneo.

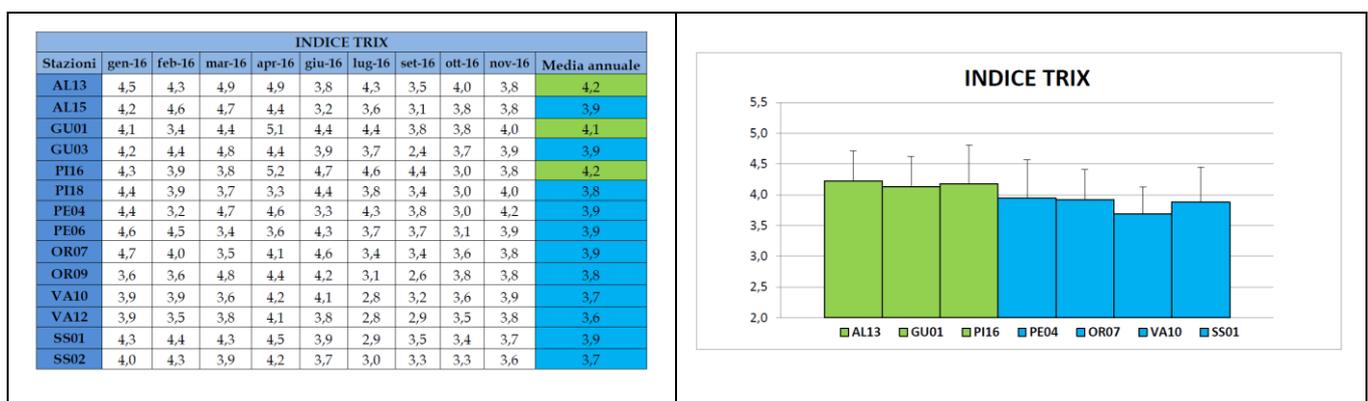


Fig.41– Andamento stagionale TRIX nella rete di monitoraggio Regione Abruzzo anno 2016

La nostra area è inserita nella vicinanza (3 km a sud) dei punti di monitoraggio denominati VA10(costiero) e VA12(largo) della rete di controllo annuale della Regione Abruzzo che mostra valori dell'indice al limite di due stati trofici **“basso ed elevato”**.

INQUINANTI CHIMICI ACQUE SUPERFICIALI - METALLI

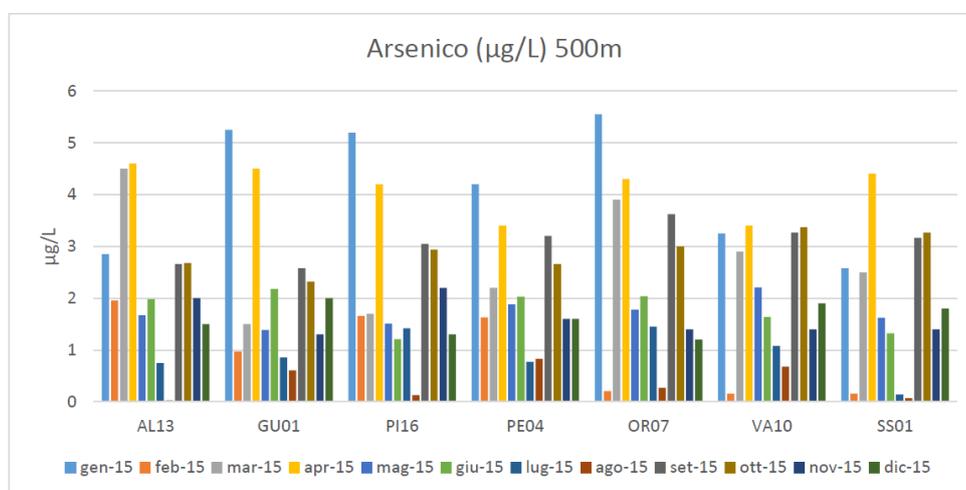
Nella tabella seguente (VII) sono riassunti i valori delle concentrazioni dei microinquinanti inorganici, presenti nelle acque superficiali campionate nella giornata di monitoraggio del 22 Novembre.

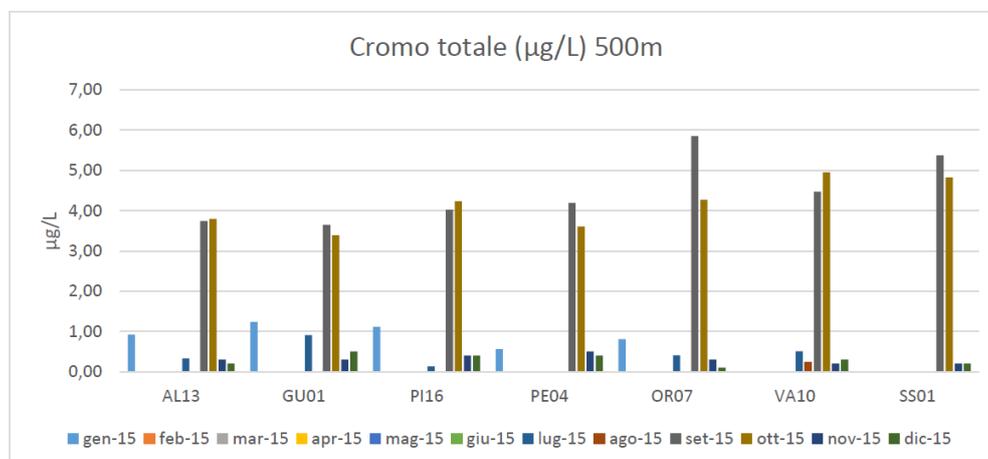
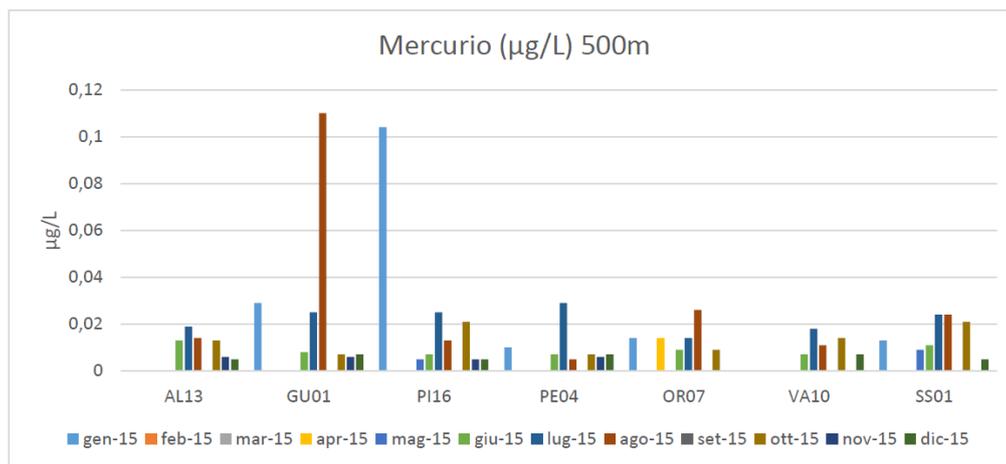
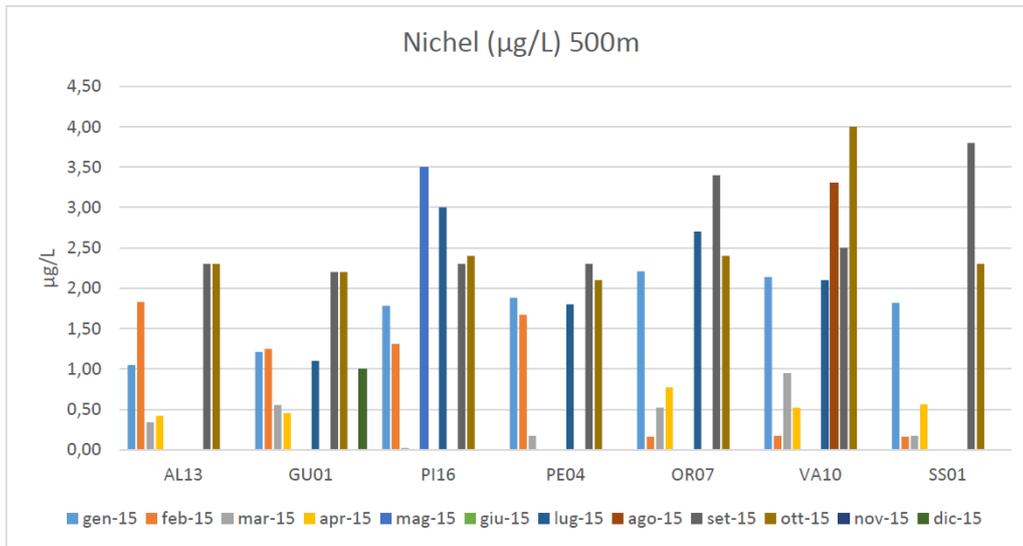
Cadmio Cromo, e Mercurio presentano concentrazioni molto basse su tutte le 5 stazioni di monitoraggio; solo le concentrazioni del Piombo mostrano valori leggermente più alti del limite di SQA-MA(tab.1/A e 1/B) nella stazione P2, mentre valori anormalmente più alti sulla stazione P5(bianco).

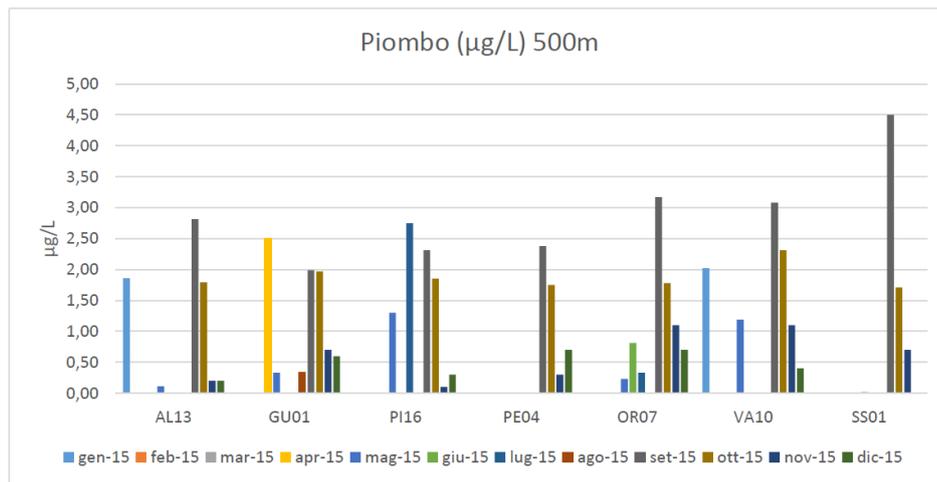
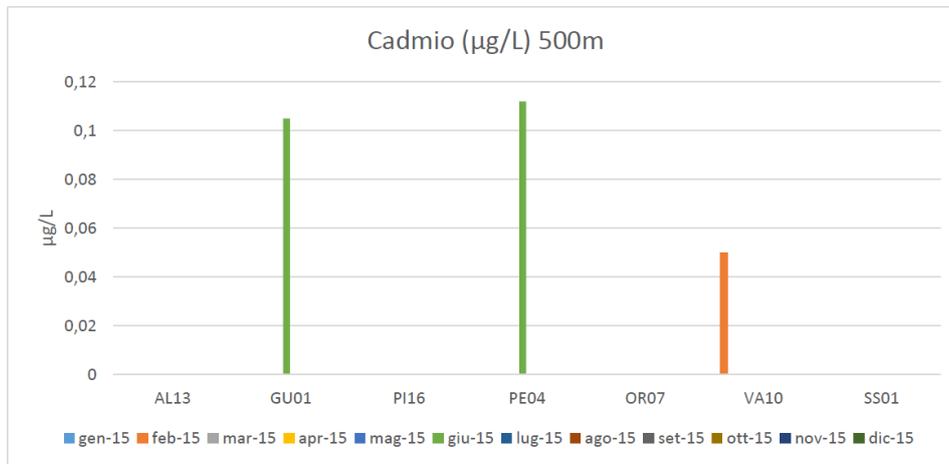
Stazione (Area)	Arsenico As µg/L	Cadmio Cd µg/L	CromoTotale Cr.tot. µg/L	Mercurio Hg µg/L	Nichel Ni µg/L	Piombo Pb µg/L
P1	2.5	<0.05	<0.5	0.007	<1	<0.5
P2	2.5	<0.05	<0.5	0.007	<1	1.6
P3	2.7	<0.05	<0.5	<0.005	<1	<0.5
P4	2.7	<0.05	<0.5	0.009	<1	<0.5
P5	2.7	<0.05	<0.5	<0.005	<1	5.3
SQA-MA (D.lgs.172/2015)	5.0	0.2	4.0	0.07	8.6	1.3

TAB.VII – Valori dei metalli acque superficiali

Di seguito sono rappresentati i grafici dei microinquinanti inorganici con valori delle concentrazioni registrate da ARTA nell'arco dell'anno 2015, nelle stazioni della rete di monitoraggio della Regione Abruzzo.







Tutte le concentrazioni dei metalli ricercati nelle acque superficiali mostrano valori al di sotto dei limiti del D.L.172/2015, solo il Piombo mostrano valori tendenzialmente più alti del limite SQA-MA, nella stazione P2 e P5, mentre il mercurio solo nella stazione P4 mostra concentrazioni appena sopra al limite.

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

I contaminanti organici ricercati, Idrocarburi Policiclici Aromatici, e pesticidi (fitofarmaci) sono risultati con concentrazione molto bassi, sempre inferiori ai limiti di quantificazione (LOQ).

Nelle tabelle seguenti sono riassunti le concentrazioni delle sostanze ricercate.

STAZIONE	P1	P2	P3	P4	P5
IPA	sup	sup	sup	sup	sup
Acenaftene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Acenaftilene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Antracene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
B(a)antracene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
B(b,j)fluorantene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
B(k)fluorantene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
B(ghi)perilene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
B(e)pirene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Crisene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
DB(ah)antracene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fenantrene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fluorantene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fluorene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Indeno(123)pirene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Naftalene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Pirene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Perilene	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Σ IPA	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100

Fitofarmaci	STAZIONI				
	P1	P2	P3	P4	P5
Simazina	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Terbutilazina	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Terbutilaazina Desethyl	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Atrazina	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Atrazina Desethyl	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Propazina	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Ametrina	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Prometrina	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Triadimenol	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Propizamide	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Pendimetil	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Trifluralin	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032
Cicloato	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Mefenoxam	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025

Metalaxil	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Benalaxil	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Oxadixil	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Oxadiazon	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
2,4 DDT	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
4,4 DDT	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
2,4DDE	<0.0019	<0.0019	<0.0019	<0.0019	<0.0019
4,4DDE	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
2,4DDD	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020
4,4DDD	<0.0027	<0.0027	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Alfa BHC	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Beta BHC	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Gamma BHC	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Delta BHC	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012
Endosulfan	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Endosulfan solfato	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013
Eptacloro	<0.0017	<0.0017	<0.0017	<0.0017	<0.0017
Aldrin	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012
Isodrin	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016
Dieldrin	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Endrin	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012	<0.0012
Esaclorobenzene	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032
Alaclor	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Metolaclor	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Fenarimol	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Clorocatalonil	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Mielobutanil	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Procimidone	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Linuron	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Metobromuron	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Carbofuran	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Cloroprofan	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Forate	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Clorpirifinos Etile	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Clorpirifinos Metile	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Fenitrotion	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Paration Etile	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Paration Metile	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Sommatoria Pesticidi	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15

3.2 CARATTERISTICHE FISICHE – CHIMICHE DEI SEDIMENTI

Granulometria e T.O.C.

Le analisi granulometriche sono state eseguite su 5 campioni, tramite setacciatura per la frazione più grossolana (>63 m) e tramite sedigrafo a raggi X per la frazione fine (< 63 m). I campioni sono stati classificati in base al diagramma ternario ghiaia-sabbia-pelite di Folk (1954). Le stazioni P1,P2,P3 e il controllo P5 sono risultate matrici prevalentemente a tessitura sabbiosa (>95%), mentre solo per la stazione P4 le tessiture sono risultate leggermente pelitiche, con il 20,6% proprio di pelite. La presenza di ghiaia fine è stata rilevata sulla stazioni costiere P1 e P5 con tenori inferiori al 1% . Per quanto riguarda il carbonio organico (TOC) determinato su tutti i campioni di sedimento superficiale, i risultati mostrano concentrazioni tutte inferiori al 1%, mentre il fosforo evidenzia concentrazioni minime di 191mg/kg nel campione P1 e massime di 245mg/kg nel campione P4.

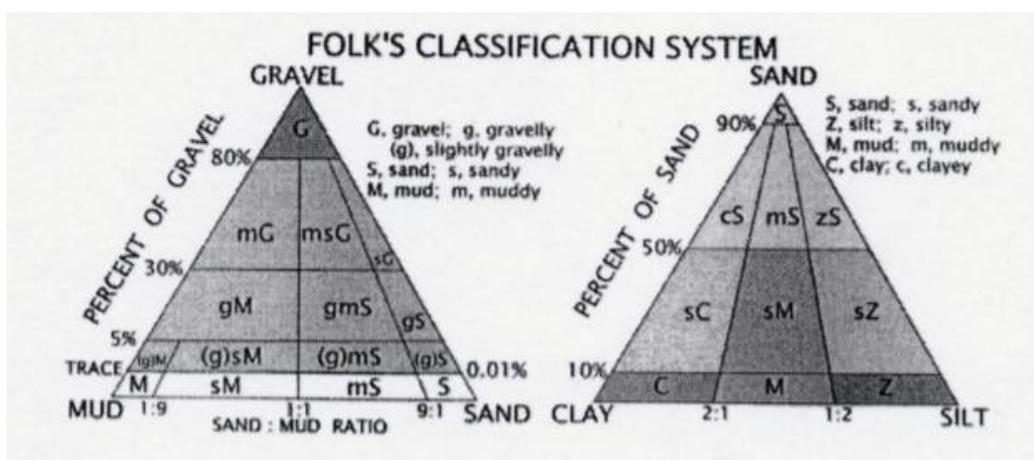


Fig.42 – Classificazione di Folk(1954)

I risultati delle analisi granulometriche, pH, e concentrazioni di TOC e fosforo sono riassunti nella tabella sottostante, insieme alla classificazione granulometrica.

Stazione (Area)	Classificazione Folk	Colore (Munsell)	Ghiaia %	Sabbia %	Pelite %	T.O.C. %	Fosforo mg/kg	pH
P1	S	10YR-6/3	0.2	95.8	4.0	0.63	191	8.9
P2	S	10YR-6/3	0.0	95.0	5.0	0.93	198	8.8
P3	S	10YR-6/6	0.0	94.7	5.3	0.94	187	8.8
P4	mS	10YR-5/2	0.0	79.4	20.6	<0.5	245	8.6
P5	S	10YR-5/2	0.4	97.4	2.2	<0.5	193	8.6

Tab. X – Tabella riassuntiva caratteristiche granulometriche/TOC/Fosforo/pH

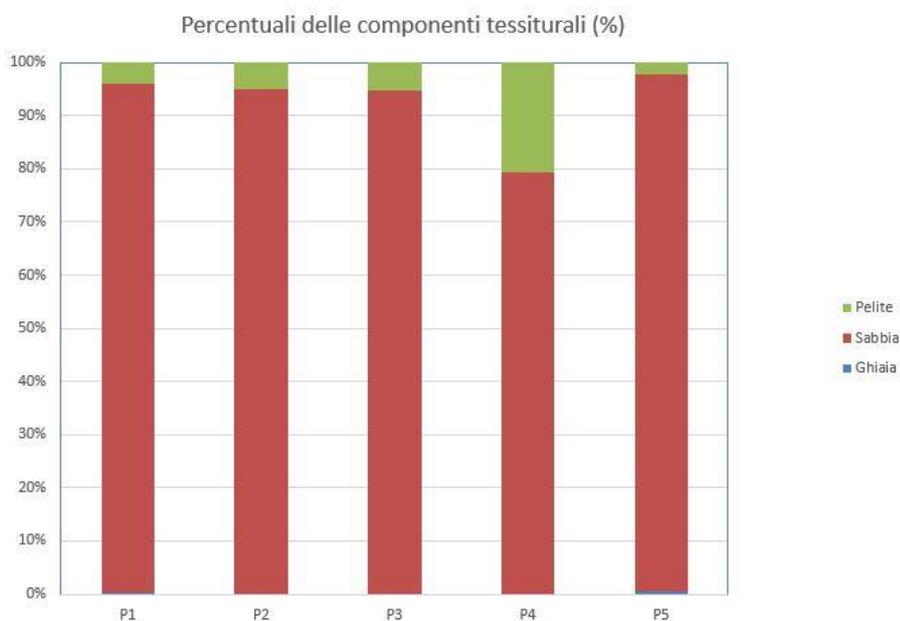


Fig. 43 - Rappresentazione per istogrammi delle percentuali delle componenti tessiturali.

A nord di Punta Vasto prevalgono sabbie medio-fini dalla spiaggia sommersa a circa 12/14 m di profondità. In direzione parallela alla costa si passa rapidamente da sabbia a limo.

A sud del porto di vasto distribuzione granulometrica è dovuta all'interazione tra correnti costiere e morfologia della costa; infatti, il deposito più fine si trova in prossimità di un brusco cambio di orientamento della linea di costa, dove le correnti perdono energia. I depositi di sabbia molto fine che si estendono quasi parallelamente alla costa si presentano generalmente ben classati, mentre i depositi di sabbia fine a nord della punta di Vasto sono molto più eterogenei. I campioni di sabbia molto fine più prossimi alla costa mostrano invece una distribuzione simmetrica unimodale dovuta probabilmente all'effetto dominante del moto ondoso.

Metalli

Nella tabella successiva (XI), sono riportati i contenuti dei metalli pesanti rilevati nei sedimenti campionati, confrontati, ove possibile, con i limiti (SQA-MA) indicati dal DL n.172/2015.

I valori delle concentrazioni dei metalli registrati nella giornata di campionamento sono risultati bassi. Cadmio mercurio, piombo, cromo totale e arsenico, sono risultati molto al di sotto del limite dello standard di qualità dei sedimenti fissato dal D.L. 172/2015, tab.: 2A , 3A, 3B.

STAZIONE	Al	As	Cd	Cr.Tot.	St	Hg	Ni	Pb	Fe	Cu	Zn	V
DL172/2015 SQA-MA	//	12	0,30	50	//	0,30	//	30	//	//	//	//
P1	9913	6.2	0.08	10.7	<2.0	<0.05	5.5	5.0	4881.0	2.0	12.4	14.5
P2	12083	7.7	0.07	11.7	<2.0	<0.05	6.1	5.9	5863.0	2.0	15.3	16.7
P3	11595	8.3	0.07	12.2	<2.0	<0.05	7.0	6.3	5888.0	2.3	16.6	17.6
P4	11860	7.9	0.11	24.8	<2.0	<0.05	12.4	8.1	8988.0	6.3	25.9	31.1
P5	11576	7.6	0.08	10.7	<2.0	<0.05	4.8	5.2	5362.0	1.6	11.6	15.9

Tab. XI - Concentrazioni (mg/kg s.s.) dei metalli rilevate nei sedimenti ; per ciascun composto è stato riportato, ove presente, il valore di concentrazione limite SQA-MA indicato nel DL 172/2015 .

Di seguito (fig.44) rappresentazione per istogrammi delle concentrazioni dei principali metalli ricercati nei sedimenti nelle 5 stazioni di monitoraggio.

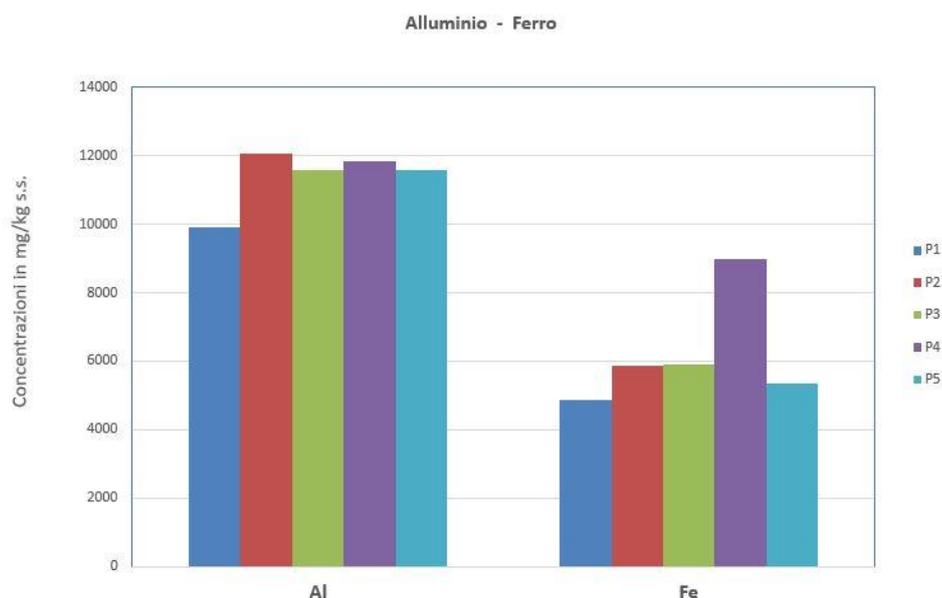


Fig.44 – Rappresentazione per istogrammi delle concentrazioni di Alluminio e Ferro

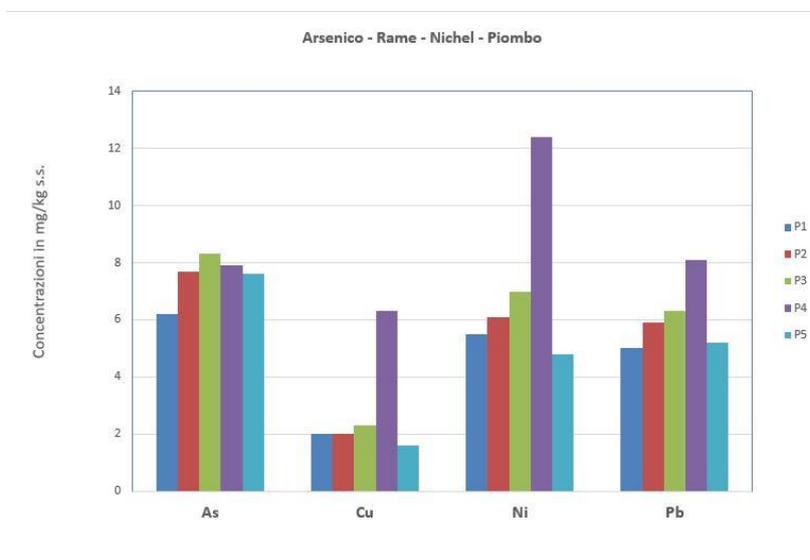


Fig.45 – Rappresentazione per istogrammi delle concentrazioni di Arsenico/ Rame/ Nichel /Piombo

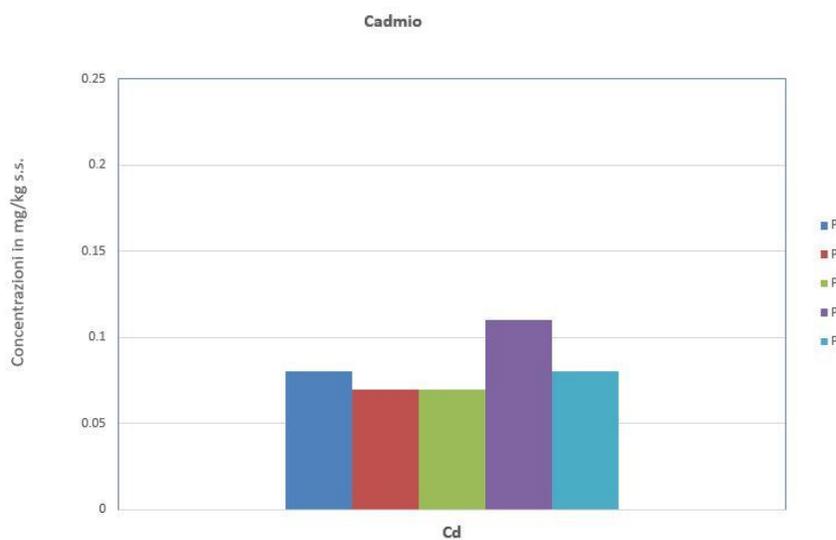


Fig.46 – Rappresentazione per istogrammi delle concentrazioni di Cadmio

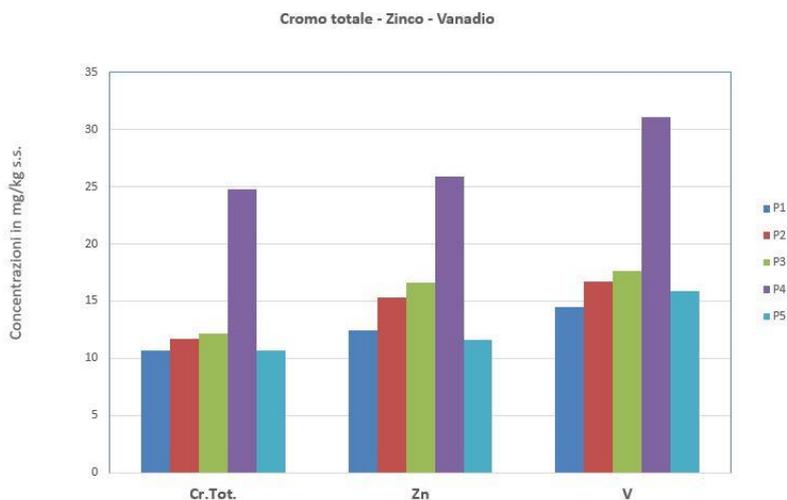


Fig.47 – Rappresentazione per istogrammi delle concentrazioni di Cromo totale /Zinco / Vanadio

Per confronto, nella tabella successiva, si evidenziano i risultati relativi alle concentrazioni dei metalli nei sedimenti rilevati nel corso dell'anno 2015 nelle stazioni di campionamento della rete di monitoraggio Abruzzese.

Stazioni	Residuo Secco a 105 °C	Arsenico	Cromo Tot.	Cromo VI	Cadmio	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame
AL13	77,6	<2,0	11,3	<0,2	0,22	<0,05	7,8	6,9	2,2
GU01	73,7	<2,0	22,7	<0,2	0,21	<0,05	12,2	8,7	6,4
PI16	73,5	3,0	23,7	<0,2	0,23	<0,05	12,3	9,6	5,1
PE04	77,3	<2,0	23,9	<0,2	0,46	<0,05	13,2	12	3,4
OR07	78,1	4,3	8,5	<0,2	0,16	<0,05	4,4	7	3,3
VAI0	75,6	4,3	8,6	<0,2	0,22	<0,05	3,4	7,1	2,5
SS01	76,5	6,7	9,2	<0,2	0,21	<0,05	8,4	6,6	2,8
AL15	58,8	<2,0	40,9	<0,2	0,45	<0,05	20,3	12,4	16,9
GU03	77,2	<2,0	15,3	<0,2	0,30	<0,05	7,7	8,9	4,1
PI18	74,3	5,2	20,4	<0,2	0,23	<0,05	10,8	10,3	5,5
PE06	84,8	<2,0	15,8	<0,2	0,25	<0,05	9,7	6,3	2,9
OR09	66,9	<2,0	46,4	<0,2	0,24	<0,05	22,0	10	14,3
VAI2	67,2	2,9	39,4	<0,2	0,21	<0,05	18,8	10,4	16,6
SS02	76,2	3,7	15	<0,2	0,20	<0,05	6,7	8,5	5,3
SQA-MA (mg/Kg)		12	50	2	0,3	0,3	30	30	

Tab.XII - Valori delle concentrazioni medie annue dei metalli nelle stazioni della rete di monitoraggio Abruzzo

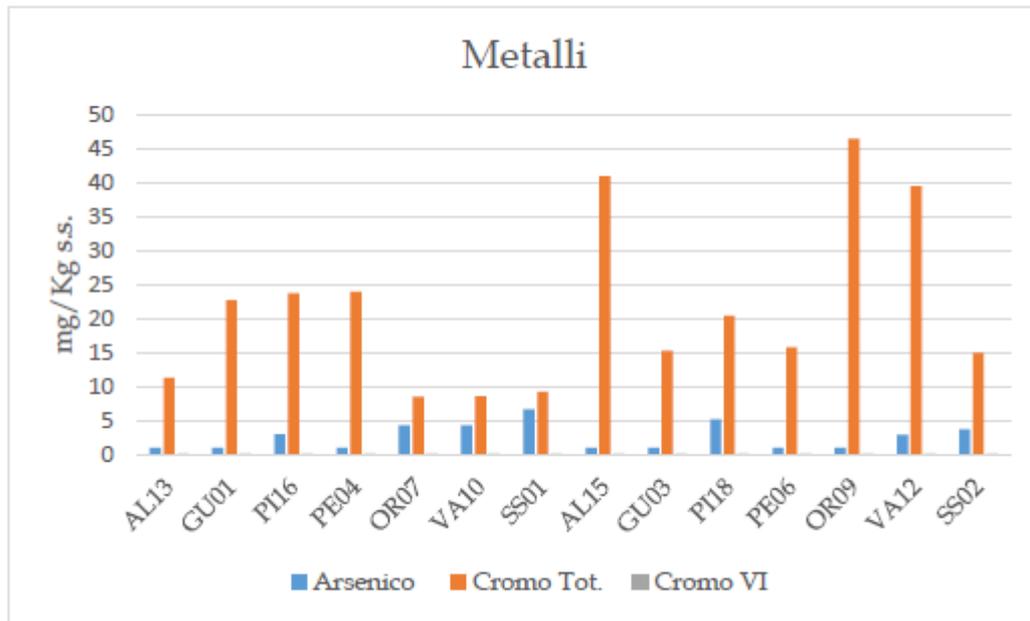
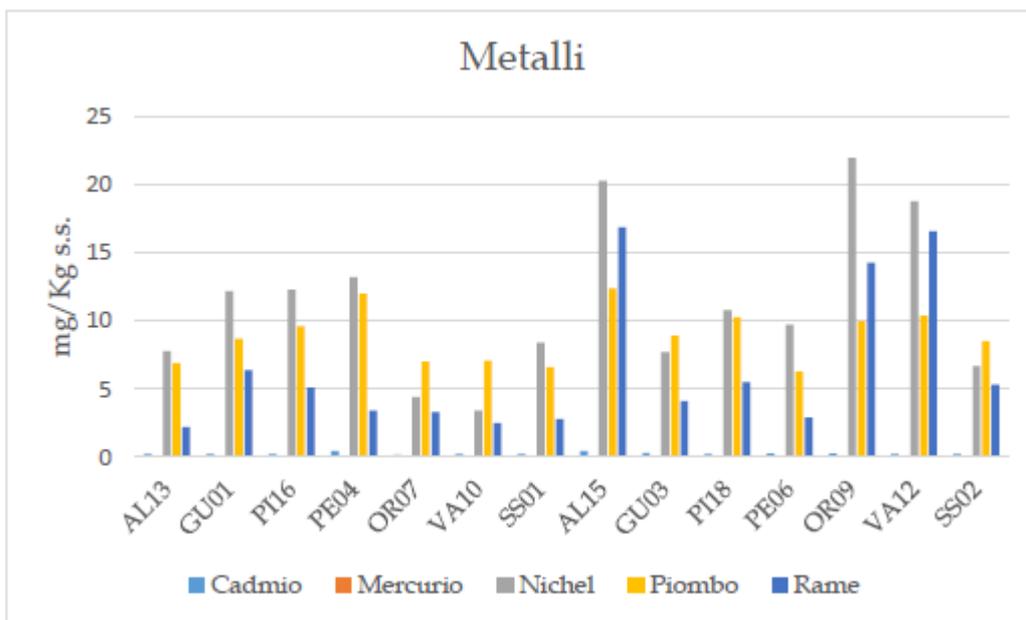


Fig.48 e 49 – Valori medi annui metalli sedimenti rete di monitoraggio regione Abruzzo



Idrocarburi policiclici Aromatici (IPA) e Fitofarmaci

Le concentrazioni di tutte le sostanze IPA e Fitofarmaci ricercate nelle 5 stazioni di monitoraggio sono risultate tutte molto basse, al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentale.

Tab. XIII e XIV- Valori degli Idrocarburi Policiclici Aromatici e Fitofarmaci

IPA	STAZIONE	P1	P2	P3	P4	P5
	DL 172/2015 SQA-MA	sup	sup	sup	sup	sup
Acenaftene	//	<1	<1	<1	<1	<1
Acenaftilene	//	<1	<1	<1	<1	<1
Antracene	24	<1	<1	<1	<1	<1
B(a)antracene	75	<1	<1	<1	<1	<1
B(b,j)fluorantene	40	<1	<1	1	1	<1
B(k)fluorantene	20	<1	<1	<1	<1	<1
B(ghi)perilene	55	<1	<1	<1	1	<1
B(e)pirene	30	<1	<1	<1	<1	<1
Crisene	108	<1	<1	<1	<1	<1
DB(ah)antracene	//	<1	<1	<1	<1	<1
Fenantrene	87	2	2	2	3	2
Fluorantene	110	<1	<1	<1	1	<1
Fluorene	21	<1	<1	<1	<1	<1
Indeno(123)pirene	70	<1	<1	<1	<1	<1
Naftalene	35	<1	<1	<1	<1	<1
Pirene	153	<1	<1	<1	<1	<1
Perilene	//	<1	1	1	5	<1
Σ IPA	900	10	10	10	12	10

Fitofarmaci	STAZIONE	P1	P2	P3	P4	P5
	DL 172/2015 SQA-MA					
Clordano	2.3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Aldrin	0.2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dieldrin	0.2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Endrin	2.7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Alfa-HCH	0.2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Beta-HCH	0.2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gamma-HCH	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Delta HCH	//	<1	<1	<1	<1	<1
HCB	0.4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Eptacloro Epossido	0.6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Eptacloro	//	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Alaclor	//	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Σ DDD(2,4;4,4)	0.8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Σ DDE(2,4;4,4)	1.8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Σ DDT(2,4;4,4)	1.0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

ANALISI MICROBIOLOGICHE SEDIMENTI

I sedimenti marini sono in grado di offrire un substrato/habitat idoneo alla sopravvivenza e moltiplicazione di microrganismi/batteri di varia natura. La determinazione dei parametri microbiologici nei sedimenti marini costituisce un importante contributo di valutazione degli aspetti soprattutto igienico-sanitari; essi infatti essendo legati alla presenza di materiale fecale costituiscono un buon indicatore di inquinamento di natura organica.

Le analisi microbiologiche nei sedimenti delle n.5 stazioni di monitoraggio hanno riguardato la determinazione dei seguenti parametri :

- Coliformi Totali; Escherichia-coli; Enterococchi.

Tab. XVII – Valori Microbiologici nei sedimenti

STAZIONE	Coliformi totali MPN/g. s.s.	Escherichia coli MPN/g. s.s.	Enterococchi MPN/g s.s.
P1	1558	86	182
P2	4694	76	254
P3	6225	341	
P4	1195	149	2942
P5	32	9	186

Coliformi totali - Escherichia coli - Enterococchi

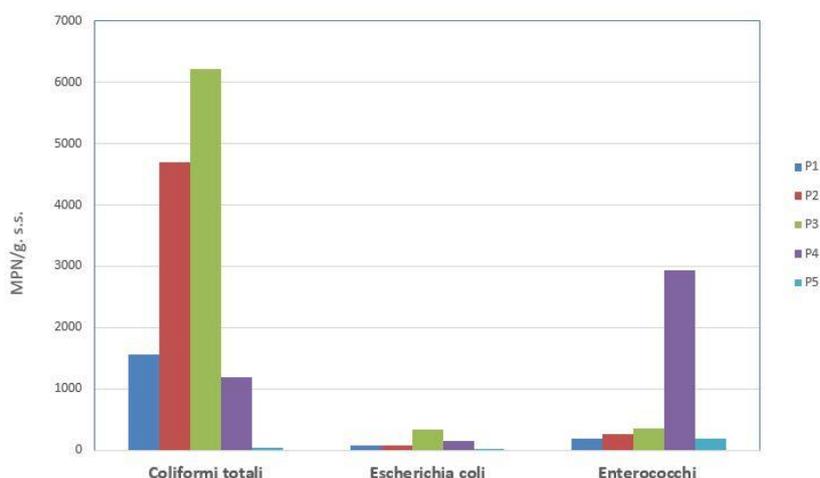


Fig.50 – Rappresentazione per istogrammi dei risultati microbiologici

ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI

Per la caratterizzazione ambientale sono stati effettuati saggi ecotossicologici sia su tutti i 4 campioni di sedimento, prelevati lungo la rotta della futura condotta (P1,P2,P3, P4) e sia sul campione di sedimento della stazione di controllo (P5), che ricordiamo è stata presa con ubicazione coincidente con la stazione di monitoraggio della rete regionale(VA10-Punta Aderci).

Sono state utilizzate 3 specie test:

1° tipologia: saggio su fase solida (Solid Phase Test); *Vibrio fischeri* (Bacteria),

2° tipologia: saggio su fase liquida; % inibizione di crescita algale; *Pheodactylum tricorutum*;

3° tipologia: saggio con effetti cronici a lungo termine; sviluppo embrionale; *Crassostrea gigas*.

Nella tabella successiva sono riassunti i risultati dei test ecotossicologici, in allegato alla relazione in dettaglio R.D.P. di Arta Abruzzo.

STAZIONI	Specie test ecotossicologici					
	<i>Vibrio fischeri</i>		<i>Pheodactylum tricorutum</i>		<i>Crassostrea gigas</i>	
P1	STI	0.45	% inibizione	2±10	% effetto	6
P2	STI	0.32	% inibizione	9±7	% effetto	7
P3	STI	0.27	% inibizione	4±8	% effetto	20
P4	STI	0.38	% inibizione	8±4	% effetto	11
P5	STI	0.68	% inibizione	10±7	% effetto	5

Nella immagine seguente (fig.51) è espressa la scala di tossicità e giudizio di qualità applicabile al test del vibrio fischeri. Tutti i campioni avendo un indice STI <3 hanno un giudizio di qualità migliore con tossicità "assente". Anche per quanto riguarda le altre due specie test i risultati hanno evidenziato tossicità assente o trascurabile.

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

Fig.51– Scala di tossicità STI

CARATTERIZZAZIONE DELLE COMUNITA BENTONICHE

La caratterizzazione delle comunità macrozoobentoniche dei fondi mobili è stata effettuata nei laboratori di ARTA Abruzzo, Dipartimento di Pescara, secondo metodiche di riferimento interne. Le stazioni di campionamento posizionate lungo il tracciato sono quattro (codificate P1-P4) mentre la stazione P5 è un controllo localizzato circa 2 km a Nord del sito di caratterizzazione. Si riportano in Tabella XIX le informazioni generali essenziali all'inquadramento ambientale delle determinazioni tassonomiche effettuate (batimetria, struttura granulometrica dei sedimenti mobili) ricordiamo che ogni stazione di campionamento è stata campionata in triplicato.

Tabella XIX. Informazioni ambientali a contorno per l'analisi tassonomica dei fondi mobili.

Stazione (Area)	Batimetria metri	Ghiaia %	Sabbia %	Pelite %	T.O.C. %	pH
P1	6,5	0.2	95.8	4.0	0.63	8.9
P2	8,20	0.0	95.0	5.0	0.93	8.8
P3	9,10	0.0	94.7	5.3	0.94	8.8
P4	11,80	0.0	79.4	20.6	<0.5	8.6
P5	5,50	0.4	97.4	2.2	<0.5	8.6

Le liste tassonomiche complete individuate nel corso della caratterizzazione delle comunità a fondi mobili sono riportate nei rapporti di prova di ARTA Abruzzo cui si rimanda integralmente. In Tabella XX, sono riportati gli indici ecologici calcolati sulla base dei risultati tassonomici. In particolare, si riportano i dati relativi a numero totale di specie per stazione di campionamento, indice di ricchezza specifica (D), indice di diversità specifica (H'), indice J di evenness, AMBI e M-AMBI con la relativa classificazione di stato ecologico.

Tabella XX - Indici di diversità specifica calcolati sulla base delle liste tassonomiche determinate.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	0	-46,042	39,299	-0.1273	9.43E-13	Bad
High	1.31	3.85	45	19,584	-17,457	0.048704	1	High
P1	3.0938	2.9262	31	-0.015825	0.0815	0.013262	0.69018	Good
P2	2.8586	2.9605	32	0.14059	-0.094424	0.014045	0.71707	Good
P3	2.8588	2.7377	36	0.22572	-0.1335	-0.017669	0.72736	Good
P4	2.6398	3.8524	45	15,206	-10,221	0.039684	0.9073	High
P5	1.3081	3.0625	33	0.77472	-10,156	0.029271	0.84179	High
	P1	P2	P3	P4	P5			
S = Tot. Specie	31	32	36	45	33			
D = Indice di ricchezza specifica	4.14	4.34	4.69	6.05	4.55			
H' = Indice di diversità specifica	2.93	2.96	2.74	3.85	3.06			
J = Indice di evenness (H'/log2S)	0.59	0.59	0.53	0.70	0.61			

Si riportano, in Figura 52 e Figura 53 le visualizzazioni grafiche relative al calcolo degli indici AMBI e M-AMBI per una più immediata leggibilità delle valutazioni sintetiche relative alla qualità ambientale calcolata per le stazioni di campionamento.

Figura 52. Visualizzazione grafica dello stato qualitativo ambientale elaborato mediante indice AMBI.

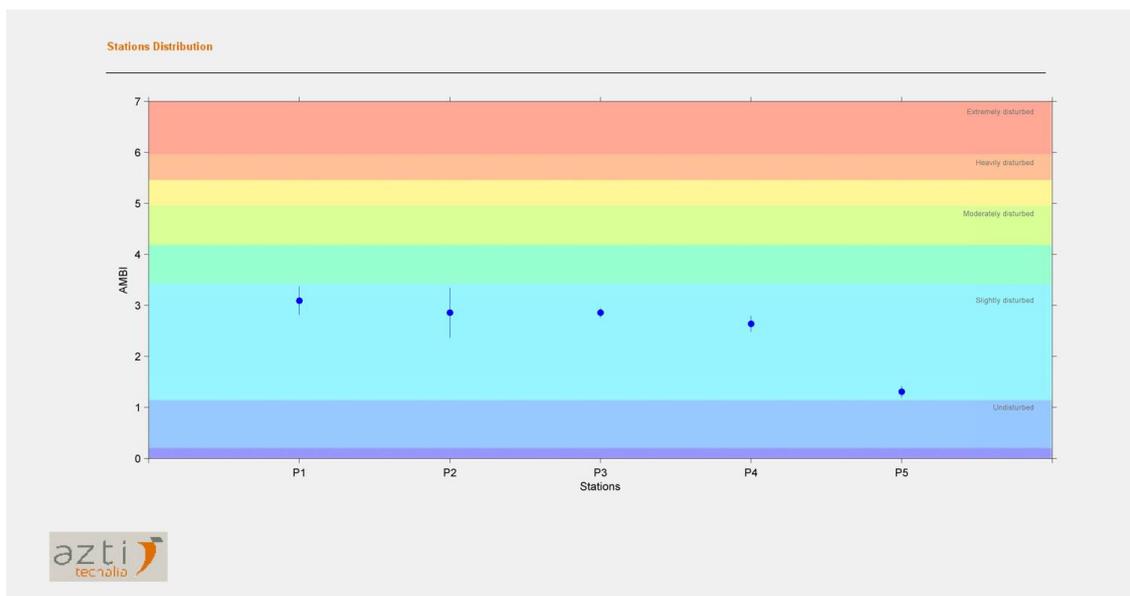
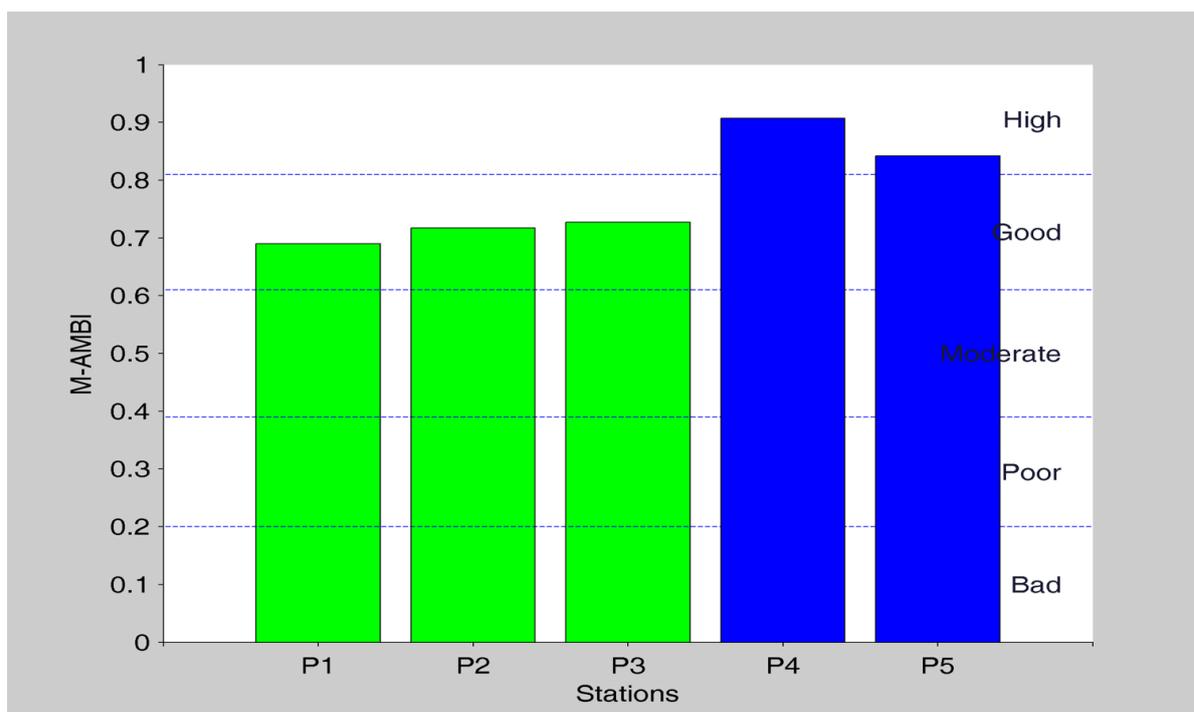


Figura 53. Visualizzazione grafica dello stato qualitativo ambientale elaborato mediante indice M-AMBI.



La biocenosi rappresentata nelle stazioni di campionamento P1 e P2 appartiene alla forma più tipica delle Sabbie Fini Ben Classate (SFBC) secondo Pérès e Picard, una comunità che forma una fascia continua lungo tutti i litorali sabbiosi mediterranei tra pochi metri e circa 15 m di profondità, interrompendosi solo nei pressi di influssi d'acqua dolce, di affioramenti rocciosi o in ambienti con forte inquinamento organico.

Questa biocenosi, fra le più comuni e meglio riconoscibili tra quelle mediterranee, forma una fascia molto più ampia in Adriatico che nei restanti bacini ed è caratterizzata da un popolamento dominato da policheti e molluschi soprattutto bivalvi, alcuni dei quali di notevole interesse commerciale (Chamelea gallina, specie dei generi Donax ed Ensis, Nassarius, etc.).

Tra le specie esclusive di questa comunità si possono citare *Fabulina fabula* e *Tellimya ferruginosa* mentre fra le numerosissime specie preferenziali (condivise perlopiù con la simile biocenosi delle Sabbie Fini Superficiali o SFS) si ricordano *Chamelea gallina* e *Spisula subtruncata* fra i molluschi, *Diogenes pugilator* tra i crostacei mentre *Owenia fusiformis*, *Nephtys hombergii* e *Spiophanes bombyx* rappresentano gli anellidi.

A partire dalla stazione di campionamento P3 si assiste a un impoverimento del contingente di specie tipiche della biocenosi SFBC venendo a mancare completamente, ad esempio, *Ch. gallina*.

La stazione di campionamento P4 appare una facies di transizione tra SFBC e la biocenosi dei Fondi Mobili Instabili (MI). Infatti, pur trovandosi ben due specie esclusive di SFBC (*Fabulina fabula* e *Sigalion mathildae*) nonché diverse specie preferenziali, si incontrano anche specie fangofile come *Nucula nitidosa* e alcune specie tipiche della comunità MI come *Dosinia lupinus*, *Moerella distorta* e *Fustiaria rubescens* (le ultime due esclusive).

La comunità dei Fondi "Mobili Instabili" è una comunità transitoria la cui presenza può indicare un'alterazione della sedimentazione come l'infangamento o semplicemente la transizione verso fondali maggiori in cui naturalmente si deposita sedimento a granulometria più fine.

Per finire la stazione di controllo P5 ritorna ad essere SFBC puro, con tre specie esclusive (*F. fabula*, *S. mathildae* e *Nassarius mutabilis*, di recente attribuito al genere *Tritia*).



Da segnalare l'estrema abbondanza di Ch. gallina in questa stazione di campionamento che appare essere di qualità ambientale più alta e con la biocenosi più completa.

Gli indici di diversità calcolati evidenziano condizioni ambientali poco disturbate (AMBI) per tutte le stazioni di campionamento incluso il controllo che è prossimo a valori di assenza di disturbo. Per quanto riguarda l'indice M-AMBI si evidenzia che tutte le stazioni di campionamento mostrano livelli ecologici Buoni (P1-P2-P3) con livelli di qualità ambientale alta per la stazione P4 e per il controllo (P5).

<i>Preparato: R.T.</i>	<i>Verificato: F.S.</i>	<i>Approvato: R.T.</i>	Pag.54
<i>Commessa:025/2018</i>	<i>File:doc_eco_2019</i>	<i>Data:04.03.2019</i>	<i>Revisione:0372019</i>

CONCLUSIONI

Il programma di monitoraggio marino costiero è stato eseguito preliminarmente alla progettazione di una condotta di collegamento dallo stabilimento ECOFOX ad un campo boe posto in mare a circa 1,3km dalla costa per attracco di navi cisterna di oli vegetali.

Le operazioni ambientali sono state preliminarmente concordate con ARTA Dipartimento di Pescara e svolte in mare sotto la loro supervisione e collaborazione.

Lo scopo del lavoro è stato quello di avere un preliminare inquadramento delle condizioni ambientali dell'area marina su cui ricadrà l'intervento di prossima progettazione.

Congiuntamente alla attività ambientali sono state svolte nell'area interessata al progetto, indagini batimetriche, morfologiche e geofisiche dei fondali; i risultati sono illustrati in una relazione tecnica allegata alla presente documentazione.

Le attività ambientali eseguite in mare, hanno riguardato:

- Campionamento superficiale della colonna d'acqua per la determinazione della concentrazione dei nutrienti e dei microinquinanti chimici;
- Acquisizione dati dei principali parametri fisico-chimici lungo la colonna d'acqua tramite sonda multiparametrica;
- Campionamento dei sedimenti superficiali del fondale per analisi granulometriche chimiche microbiologiche ed ecotossicologiche;
- Campionamento dei sedimenti superficiali per la caratterizzazione delle principali comunità bentoniche (macrobenthos).

Sono state previste, n.5 stazioni di campionamento/monitoraggio, di cui n.4 lungo la futura rotta della sealine e campo boe (P1;P2;P3;P4) ed n.1 stazione di controllo (P5) coincidente con la stazione denominata VA10 (Punta Aderci) della rete di monitoraggio delle acque marino-costiere della Regione Abruzzo.

Matrice acqua:

Dai risultati ottenuti riguardanti il monitoraggio nel tratto di mare interessati dal futuro progetto per quanto riguarda i parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua (temperatura salinità ossigeno disciolto, pH, torbidità e clorofilla "a") sono stati sicuramente influenzati dai contributi nutrizionali

<i>Preparato: R.T.</i>	<i>Verificato: F.S.</i>	<i>Approvato: R.T.</i>	Pag.55
<i>Commissa:025/2018</i>	<i>File:doc_eco_2019</i>	<i>Data:04.03.2019</i>	<i>Revisione:0372019</i>

presenti nell'acqua di mare nel giorno di misura:

I valori pH sono risultati nella media del tardo periodo autunnale (8,1-8,3); così come il parametro della temperatura con range tra 13,5°C.(superficie), e massimi di 14,78°C (fondo).

I valori della salinità che si sono registrati sono stati influenzati dall'apporto delle acque dolci locali.

L'andamento dei valori di ossigeno disciolto, così come quelli dei parametri della clorofilla "a", sono stati sicuramente influenzati dai blooms algali dato che proprio grazie a fenomeni fotosintetici tale parametro tende ad aumentare; mostrandosi direttamente proporzionale proprio a quello della clorofilla "a". La torbidità delle acque ha registrato valori tendenzialmente bassi, variabili da 3,5 NTU in superficie, a valori massimi di 5,7 NTU (fondo).

Le acque superficiali hanno dato risultati dove gli inquinanti chimici organici (IPA, PCB, FITOFARMACI) su tutte le stazioni indagate sono risultate inferiori al limite di quantificazione; i microinquinanti inorganici (metalli) Cadmio Cromo, e Mercurio presentano concentrazioni molto basse su tutte le 5 stazioni di monitoraggio; solo le concentrazioni del Piombo mostrano valori leggermente più alti del limite di SQA-MA (tab.1/A e 1/B) nella stazione P2, mentre valori anormalmente più alti sulla stazione P5 (controllo).

NUTRIENTI

I valori dell'Azoto ammoniacale hanno registrato concentrazioni basse con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P3 di 14,6 µg/L, e massimo nella stazione P2 di 27,2 µg/L. I valori dell'Azoto nitrico hanno registrato concentrazioni piuttosto alte ma con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P3 di 213,4 µg/L, e massimo nella stazione P5 di 258,4 µg/L. I valori dell'Azoto nitroso hanno registrato concentrazioni sempre piuttosto basse, con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P3 di 17,3 µg/L e massimo nella stazione P5 di 23,1 µg/L. I valori dell'Azoto totale hanno registrato concentrazioni sempre basse con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P1 di 416,1 µg/L, e massimo nella stazione P5 di 529,6 µg/L.

In superficie le concentrazioni del fosforo totale hanno registrato concentrazioni piuttosto basse con variazioni minime nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella stazione P1 di 22,9 µg/L, e massimo nella stazione P4 di 33,3 µg/L. In superficie le concentrazioni dei silicati hanno registrato concentrazioni con variazioni medio-alte nelle 5 stazioni monitorate, con valore minimo nella

stazione P1 di 124,4 µg/L, e massimo nella stazione P2 di 463,0 µg/L.

Infine, le concentrazioni dei fosfati hanno registrato concentrazioni con variazioni alte tra la stazione P1 e le altre 4 stazioni monitorate, con valore massimo proprio nella stazione P1 di 324,4 µg/L, e minimo nella stazione P3 di 9.7 µg/L.

TRIX

La nostra area è inserita nella vicinanza (2 km a sud) dei punti di monitoraggio denominati VA10(costiero) e VA12(largo) della rete di controllo annuale della Regione Abruzzo che mostra valori al limite di due stati trofici “basso ed elevato”.

Matrice Sedimenti:

La granulometria dei campioni prelevati sulle stazioni P1,P2,P3 e il controllo P5 sono risultate matrici prevalentemente a tessitura sabbiosa (>95%), mentre solo per la stazione P4 le tessiture sono risultate leggermente pelitiche, con il 20,6% proprio di pelite. La presenza di ghiaia fine è stata rilevata sulla stazioni costiere P1 e P5 con tenori inferiori al 1 % .

A nord di Punta Vasto prevalgono sabbie medio-fini dalla spiaggia sommersa fino a circa 12/14 m di profondità. In direzione parallela alla costa si passa rapidamente da sabbia a limo.

A sud del porto di Vasto la distribuzione granulometrica è dovuta all’interazione tra correnti costiere e morfologia della costa; infatti, il deposito più fine si trova in prossimità di un brusco cambio di orientamento della linea di costa, dove le correnti perdono energia. I depositi di sabbia molto fine che si estendono quasi parallelamente alla costa si presentano generalmente ben classati, mentre i depositi di sabbia fine a nord della punta di Vasto sono molto più eterogenei. I campioni di sabbia molto fine più prossimi alla costa mostrano invece una distribuzione simmetrica unimodale dovuta probabilmente all’effetto dominante del moto ondoso.

Per quanto riguarda il carbonio organico (TOC) determinato su tutti i campioni di sedimento superficiale, i risultati mostrano concentrazioni tutte inferiori al 1%, mentre il fosforo evidenzia concentrazioni minime di 191mg/kg nel campione P1 e massime di 245mg/kg nel campione P4.

Per quanto riguarda la contaminazione inorganica nei sedimenti, si registrano valori delle concentrazioni dei metalli registrati nella giornata di campionamento sono risultati bassi; Cadmio mercurio, piombo, cromo totale e arsenico, sono risultati molto al di sotto del limite dello standard di

qualità dei sedimenti fissato dal D.L. 172/2015, tab.: 2A , 3A, 3B.

Le concentrazioni di tutte le sostanze IPA e Fitofarmaci ricercate nelle 5 stazioni di monitoraggio sono risultate tutte molto basse, al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentale.

Le analisi microbiologiche nei sedimenti hanno riguardato la determinazione dei seguenti parametri : Coliformi Totali; Escherichia-coli; Enterococchi; dove si sono registrati valori nelle stazioni di campionamento P1-P2-P3-P4 piuttosto alti rispetto a quelli della stazione di controllo P5.

Per i saggi ecotossicologici su sedimenti sono state utilizzate 3 specie test:

1° tipologia: saggio su fase solida (Solid Phase Test); *Vibrio fischeri* (Bacteria),

2° tipologia: saggio su fase liquida; % inibizione di crescita algale; *Pheodactylum tricorutum*;

3° tipologia: saggio con effetti cronici a lungo termine; sviluppo embrionale; *Crassostrea gigas*.

Il giudizio di qualità applicato al test del vibrio fischeri è risultato, avendo indice STI abbondantemente <3 di qualità eccellente con tossicità "assente". Anche per quanto riguarda le altre due specie test i risultati hanno evidenziato tossicità assente o trascurabile per tutte le stazioni indagate.

La biocenosi rappresentata nelle stazioni di campionamento P1 e P2 appartiene alla forma più tipica delle Sabbie Fini Ben Classate (SFBC) secondo Pérès e Picard, una comunità che forma una fascia continua lungo tutti i litorali sabbiosi mediterranei tra pochi metri e circa 25 m di profondità, interrompendosi solo nei pressi di influssi d'acqua dolce, di affioramenti rocciosi o in ambienti con forte inquinamento organico.

Questa biocenosi, fra le più comuni e meglio riconoscibili tra quelle mediterranee, forma una fascia molto più ampia in Adriatico che nei restanti bacini ed è caratterizzata da un popolamento dominato da policheti e molluschi soprattutto bivalvi, alcuni dei quali di notevole interesse commerciale (*Chamelea gallina*, specie dei generi *Donax* ed *Ensis*, *Nassarius*, etc.).

Tra le specie esclusive di questa comunità si possono citare *Fabulina fabula* e *Tellimya ferruginosa* mentre fra le numerosissime specie preferenziali (condivise perlopiù con la simile biocenosi delle Sabbie Fini Superficiali o SFS) si ricordano *Chamelea gallina* e *Spisula subtruncata* fra i molluschi, *Diogenes pugilator* tra i crostacei mentre *Owenia fusiformis*, *Nephtys hombergii* e *Spiophanes bombyx* rappresentano gli anellidi.

A partire dalla stazione di campionamento P3 si assiste a un impoverimento del contingente di specie tipiche della biocenosi SFBC venendo a mancare completamente, ad esempio, *Ch. gallina*. La stazione di campionamento P4 appare una facies di transizione tra SFBC e la biocenosi dei Fondi Mobili Instabili (MI). Infatti, pur trovandosi ben due specie esclusive di SFBC (*Fabulina fabula* e *Sigalion mathildae*) nonché diverse specie preferenziali, si incontrano anche specie fangofile come *Nucula nitidosa* e alcune specie tipiche della comunità MI come *Dosinia lupinus*, *Moerella distorta* e *Fustiaria rubescens* (le ultime due esclusive). La comunità dei Fondi “Mobili Instabili” è una comunità transitoria la cui presenza può indicare un’alterazione della sedimentazione come l’infangamento o semplicemente la transizione verso fondali maggiori in cui naturalmente si deposita sedimento a granulometria più fine. Per finire la stazione di controllo P5 ritorna ad essere SFBC puro, con tre specie esclusive (*F. fabula*, *S. mathildae* e *Nassarius mutabilis*, di recente attribuito al genere *Tritia*). Da segnalare l’estrema abbondanza di *Ch. gallina* in questa stazione di campionamento che appare essere di qualità ambientale più alta e con la biocenosi più completa. Gli indici di diversità calcolati evidenziano condizioni ambientali poco disturbate (AMBI) per tutte le stazioni di campionamento incluso il controllo che è prossimo a valori di assenza di disturbo. Per quanto riguarda l’indice M-AMBI si evidenzia che tutte le stazioni di campionamento mostrano livelli ecologici “Buoni”(P1-P2-P3) con livelli di qualità ambientale “Alta” per la stazione P4 e per il controllo (P5).

BIBLIOGRAFIA

- ASTM. 1998. Standard guide for determination of the bioaccumulation of sediment-associated contaminants by benthic invertebrates. Standard ASTM E1688-97a. American Society for testing and materials, Philadelphia, PA: 1072-1121.
- ASTM. 2004a. Standard guide for conducting static toxicity tests with microalghe. ASTM E1218-04-E1. 14 pp.
- ASTM. 2004b. Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests Starting with Embryos of Four Species of Saltwater Bivalve Molluscs. ASTM E724-98. 21 pp.
- Azur Environmental. 1994. Microtox® M500 Manual (a toxicity testing handbook).
- Bettencourt A., Bricker S.B., Ferreira J.G., Franco A., Marques J.C., Melo J.J., Nobre A., Ramos L., Reis C.S., Salas F., Silva M.C., Simas T., Wolff W.J. 2004. Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters. Development of guidelines for the application of the European Union Water Framework Directive. INAG/IMAR, Lisbon, 98 pp.
- Borja A., Mader J. 2008. *Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1)*. AZTI-Tecnalia. 13 pp.
- Borja A.J. Franco J., Pérez 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.
- Bouraoui Z., Banni M., Chouba L., Ghedira J., Clerandeanu C., Jebali J., Narbonne J.F., Boussetta H. 2010. Monitoring pollution in Tunisian coasts using a scale of classification based on biochemical markers in worms *Nereis (Hediste) diversicolor*. *Environmental Monitoring Assessment*, 164: 691-700.
- Bouraoui Z., Banni M., Ghedira J., Clerandeanu C., Narbonne J.F., Boussetta H. 2009. Evaluation of enzymatic biomarkers and lipoperoxidation level in *Hediste diversicolor* exposed to copper and benzo[a]pyrene. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72: 1893–1898.
- Catalano B., Moltedo G., Martuccio G., Gastaldi L., Virno-Lamberti C., Lauria A., Ausili A. 2012. Can *Hediste diversicolor* (Nereidae, Polychaete) be considered a good candidate in evaluating PAH contamination? A multimarker approach, *Chemosphere*, 86(9): 875-882.
- Clarke K.R., Warwick R.M. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, 140 (2). 144 pp.
- Cornelissen G., Breedveld G.D., Næs K., Oen A.M.P., Ruus A. 2006. Bioaccumulation of native polycyclic aromatic hydrocarbons from sediment by a polychaete and a gastropod: freely dissolved concentrations and activated carbon amendment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25(9): 2349-2355.
- Craeymeersch J.A. 1991. Applicability of the abundance/biomass comparison method to detect pollution effects on intertidal macrobenthic communities. *Hydrobiol. Bull.*, 24 (2): 133-140.
- Douhri H., Sayah F. 2009. The use of enzymatic biomarkers in two marine invertebrates *Nereis diversicolor* and *Patella vulgata* for the biomonitoring of Tangier's bay (Morocco). *Ecotoxicology*

and *Environmental Safety*, 72(2): 394-399.

- Driscoll S.K., Mcelroy A.E. 1996. Bioaccumulation and metabolism of benzo[a]pyrene in three species of polychaete worms. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 15(8): 1401–1410.
- Durou C., Poirier L., Amiard J-C., Budzinski H., Gnassia-Barelli M., Lemenach K., Peluhet L., Mouneyrac C., Roméo M., Amiard-Triquet C. 2007. Biomonitoring in a clean and a multi-contaminated estuary based on biomarkers and chemical analyses in the endobenthic worm *Nereis diversicolor*. *Environmental Pollution*, 148(2): 445-458.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Spagnolo A., Tedeschi R. 2005a. *Monitoraggio ambientale dell'area di discarica dei sedimenti provenienti dal dragaggio del porto di Ancona. Risultati dopo lo scarico di 100.000 m³ di sedimento proveniente dai lavori di escavo del bacino "Cantieri Navali Minori" (maggio 2005)*. Autorità Portuale di Ancona. 59+IV pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Spagnolo A., Tedeschi R. 2005b. *Monitoraggio ambientale dell'area di scarico dei sedimenti provenienti dal dragaggio del porto di Ancona. Risultati dopo la fine della fase di scarico del sedimento (~ 200.000 m³) proveniente dai lavori di escavo del bacino "Cantieri Navali Minori" (luglio 2005)*. Autorità Portuale di Ancona. 61 pp.
- Fisher W., Bauchot M.L., Schneider M. (Eds). 1987. *Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1) Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. 1. Végétaux et Invertébrés*. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Project GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organizations. Rome, FAO. 760 pp.
- Gaetani A., Tasseti A.N., Punzo E., Fabi G. 2016. *Monitoraggio dell'area di sversamento in mare dei sedimenti provenienti dai lavori di escavo dei fondali dell'imboccatura e dell'area di rivoluzione del porto turistico*. Rapporto per La Marina Dorica. 19 pp+Allegati+Tavole.
- Galloway T., Lewis C., Dolciotti I., Johnston B.D., Moger J., Regoli F. 2004. Sublethal toxicity of nano-titanium dioxide and carbon nanotubes in a sediment dwelling marine polychaetes. *Environmental Pollution*, 158(5): 1748-1755.
- George D.A., Hill P.S., Milligan T.G. 2007. Flocculation, heavy metals (Cu, Pb, Zn) and the sand–mud transition on the Adriatic continental shelf, Italy. *Continental Shelf Research*, 27(3): 475-488.
- ICRAM. 2007 - Metodologie analitiche di riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). 122 pp.
- Losso C., Picone M., Arizzi Novelli A., Delaney E., Ghetti P.F., Volpi Ghirardini A. 2007. Developing toxicity scores for embryotoxicity tests on elutriates with the sea urchin *Paracentrotus lividus*, the oyster *Crassostrea gigas* and the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 53: 220–226.
- Lowe D.M., Pipe R.K. 1994. Contaminant induced lysosomal membrane damage in marine mussel digestive cells: an in vitro study. *Aquatic Toxicology*, 30(4): 357–365.
- 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 Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, 55: 13-29.

- Onorati F., Bandini F., Brilli L., Bellaria V., Castiglioni S., Celetti A.M., Comin S., Di Gioia E., Fabbri S., Facchini L., Ferrara M., Guerra R., Leoni T., Lo Re R., Manzo S., Martini P., Mascilongo G., Meloni P., Meineri V., Milani S., Molina M., Rossi E., Ruggiero G., Sanguinetti M.S., Tamberlich F., Traldi D., Trichilo S. 2007. Interconfronto nazionale sul test di inibizione della bioluminescenza mediante *Vibrio fischeri*. *Biol. Mar. Medit.*, 14(1): 87-91.
- Onorati F., 1999. Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox in fase solida. La normalizzazione pelitica. *Acqua&Aria*: 83-89.
- Pearse A.G.E. 1972. *Histochemistry, Theoretical and Applied*. Churchill-Livingstone, London.
- Perez E., Blasco J., Solè M. 2004. Biomarker responses to pollution in two invertebrate species: *Scrobicularia plana* and *Nereis diversicolor* from the Cadiz bay (SW Spain), *Marine Environmental Research*, 58: 275–279.
- Pielou E.C. 1974. *Population and Community Ecology: Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Pubbl., New York. 424 pp.
- Salen-Picard C. 1985. Indicateurs biologiques et sedimentation en milieu circalitoral Mediterranéen. Rapp. p. v. Réu. Comm. Int. pour l'Explor. Sci. Mer Médit., 29: 5.
- Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystem, including a new biotic index. *Mediterr. Mar. Sci.*, 3: 77-111.
- Teixeira H., Salas F., Pardal M.A., Marques J.C. 2007. Applicability of ecological evaluation tools in estuarine ecosystem : a case of the lower Mondego estuary (Portugal). *Hydrobiologia*, 587: 101-112.
- UNI EN ISO. 2000. Saggio di inibizione della crescita di alghe marine con *Skeletonema costatum* e *Phaeodactylum tricornutum*. UNI EN ISO 10253:2000. 14 pp.
- USEPA. 1991. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms -Section 14- Green alga *Selenastrum capricornutum* growth test - Method 1003.0*. EPA/600/4-91/002.
- USEPA. 1995. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluent and receiving waters to west coast marine and estuarine organisms*. EPA/600/R-95/136.
- Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (Eds). 1986. *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean*. UNESCO, Voll. 1-2-3. 1473 pp.
- Zenetos A., Bellou N., Abousamra F. 2004b. The use of BENTIX in Assessing Ecological Quality of coastal waters across the Mediterranean. *Proceedings of an international workshop on the promotion and use of benthic tools for assessing the health of coastal marine ecosystems. Intergovernmental Oceanographic Commission. Workshop Report n. 195*: 19-22.
- Zenetos A., Chadjianestis I., Lantzoumi M., Simboura M., Sklivagou E., Arvanitakis G. 2004a. The Eurobulker oil spill: mid-term changes of some ecosystem indicators. *Mar. Poll. Bull.*, 48: 12-



ALLEGATI ALLA RELAZIONE

- 1) R.D.P. ARTA ABRUZZO - MACROZOOBENTHOS
- 2) R.D.P. ARTA ABRUZZO – ANALISI FISICO-CHIMICHE-MICROBIOLOGICHE-
ECOTOSSICOLOGICHE ACQUE E SEDIMENTI

<i>Preparato: R.T.</i>	<i>Verificato: F.S.</i>	<i>Approvato: R.T.</i>	Pag.63
<i>Commessa:025/2018</i>	<i>File:doc_eco_2019</i>	<i>Data:04.03.2019</i>	<i>Revisione:0372019</i>